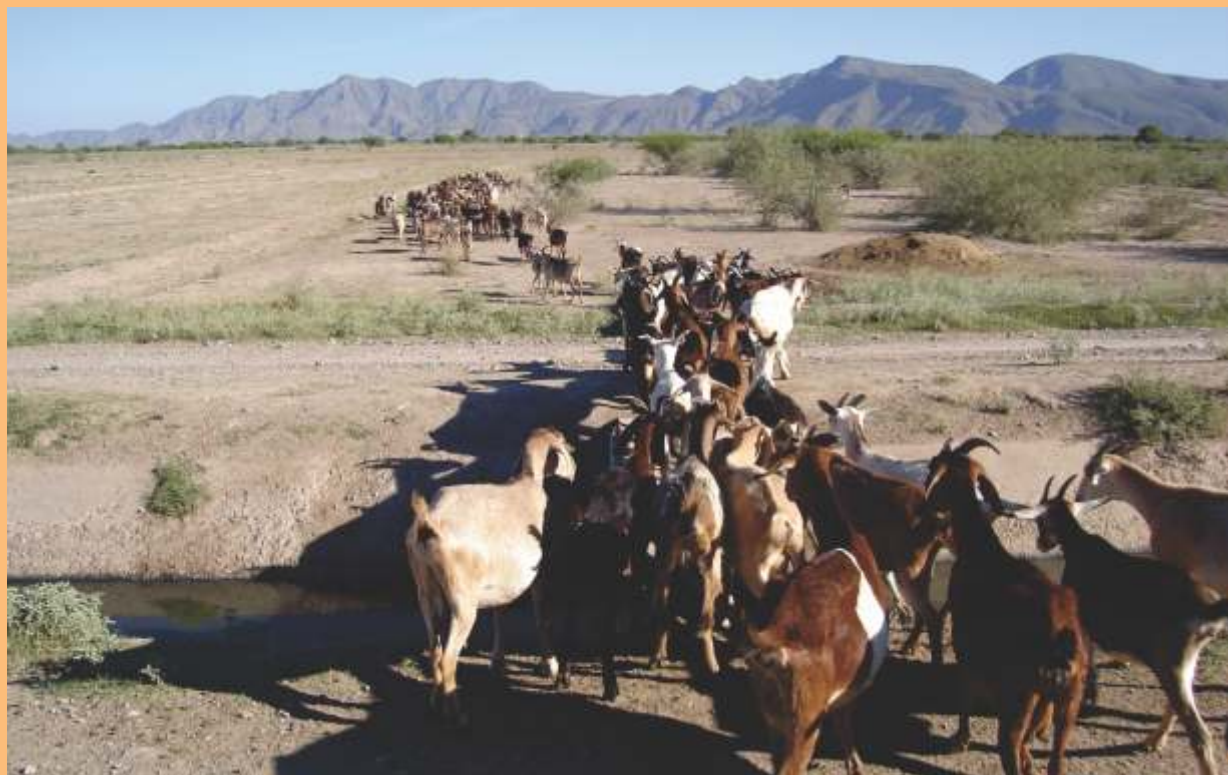


# La Producción de Rumiantes Menores en las Zonas Áridas de Latinoamérica

*Luis Iñiguez Rojas*  
Editor



*Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria  
Embrapa Caprinos y Ovinos  
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento  
Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (IFAD)  
Centro Internacional de Investigación Agrícola para las Zonas Áridas (ICARDA)*

# **La Producción de Rumiantes Menores en las Zonas Áridas de Latinoamérica**

*Luis Iñiguez Rojas  
Editor*

**Embrapa**  
*Brasília, DF  
2013*

Ejemplares de esta edición pueden ser solicitados a:

**Embrapa Caprinos y Ovinos**

Fazenda Três Lagoas,  
Estrada Sobral/Groaíras, Km 4  
Caixa Postal 145  
CEP 62010-970 Sobral, Ceará, Brasil  
Fone: +55 (88) 3112-7400  
Fax: +55 (88) 3112-7455  
www.cnpc.embrapa.br  
chgeral@cnpc.embrapa.br

**Embrapa Información Tecnológica**

Coordinación editorial  
*Selma Lúcia Lira Beltrão*  
*Lucilene Maria de Andrade*  
*Nilda Maria da Cunha Sette*

Supervisión editorial  
*Erika do Carmo Lima Ferreira*

Diseño gráfico y portada  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

**1ª edición**

1ª impresión (2013): 500 ejemplares

**International Center for Agricultural  
Research in the Dry Areas (ICARDA)**

Dalia Building 2<sup>nd</sup> floor  
Bashir El Kasser Street, Verdun  
Beirut, Lebanon 1108-2010  
P.O. Box: 114/5055  
Fone.: (+961) (1) 813301  
www.icarda.org  
icarda@cgiar.org

Recensión  
*Luis Iñiguez Rojas*

Normas bibliográficas  
*Las normas bibliográficas seguieron  
los patrones editoriales de ICARDA*

Impreso y acabado  
*Embrapa Información Tecnológica*

*El papel utilizado en esta publicación se  
proció de acuerdo a la certificación del Bureau  
Veritas Quality International (BVQI) de Manejo  
Forestal.*

**Todos los derechos reservados.**

A reproducción no autorizada de esta publicación, en su todo o en parte,  
es constitutiva de delito de los derechos autorales (Lei n° 9.610, Brasil).

**Datos Internacionales de Catalogación en la Publicación (CIP).**

Embrapa Información Tecnológica

---

La producción de rumiantes menores en las zonas áridas de Latinoamérica / editor,  
Luis Iñiguez Rojas. – Brasília, DF : Embrapa, 2013.

564 p. : il. ; 18,5 cm x 25,5 cm.

ISBN 978-85-7035-229-3

1. Camelido. 2. Caprino. 3. Comercialización. 4. Mejoramiento genético. 5.  
Nutrición animal. 6. Ovino. I. Rojas, Luis Iñiguez. II. Embrapa Caprinos y Ovinos. III.  
Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).

---

CDD 636.38

© Embrapa 2013

# Tabla de Contenido

## I. Introducción.....11

### Capítulo 1

La Problemática de la Producción de Rumiantes Menores en las Zonas Áridas de Latinoamérica y Limitaciones para el Cambio Tecnológico .....13

*Luis Iñiguez Rojas*

## II. El Contexto de la Producción: La Vegetación Nativa, Base de los Recursos Naturales, Tipos de Sistemas de Producción y Mercados.....41

### Capítulo 2

Descripción y Problemática de los Tipos de Vegetación Nativa en los Sistemas de Producción Ovina y Caprina en el Semiárido Brasileño .....43

*João Ambrósio de Araújo Filho*

### Capítulo 3

Descripción y Problemática de los Tipos de Vegetación Nativa en los Sistemas de Producción de Rumiantes Menores de las Zonas Áridas y Semiáridas en México .....59

*Ramón Gutiérrez Luna*

### Capítulo 4

Los Sistemas de Producción de Rumiantes Menores en el Semiárido Brasileño y sus Limitantes Productivas .....71

*Evandro Vasconcelos Holanda Júnior, Vinícius Pereira Guimarães y Juan Diego Ferelli de Souza*

### Capítulo 5

Los Sistemas de Producción de Rumiantes Menores en México y sus Limitantes Productivas .....95

*Francisco Echavarría Cháirez y Walter Gómez Ruiz*

### Capítulo 6

Mercados y Oportunidades para los Sistemas de Producción de Rumiantes Menores en el Semiárido Brasileño .....115

*Evandro Vasconcelos Holanda Júnior, Vinícius Pereira Guimarães y Juan Diego Ferelli de Souza*

### Capítulo 7

Mercados y Oportunidades para los Sistemas de Producción de Caprinos en México .....137

*Walter Jorge Gómez Ruiz, Francisco Echavarría Cháirez, Juan Manuel Pinos-Rodríguez, Juan Rogelio Aguirre Rivera, Enrique Villegas Valladares y Aden Aw-Hassan*

## Capítulo 8

Producción y Comercialización de Productos  
Caprinos en los Estados Lara y Falcón, Venezuela .....165

*Ramón D'Aubeterre, Rafael Rangel, Luis Iñiguez Rojas, Roberto Tellería,  
Darío Escobar, Muhi El-Dine Hilali y María Rosa Lanari*

## III. Experiencias Logradas en la Investigación Adaptativa, Utilizando Métodos Participativos con Base en la Comunidad y Sinergias con Planes de Desarrollo .....189

### Capítulo 9

Escalamiento de la Investigación Participativa e  
Integrada para el Desarrollo: Claves para el Éxito .....191

*Aden Aw-Hassan*

### Capítulo 10

Experiencias en Investigación Participativa en Sinergia con el Desarrollo en  
la Producción de Rumiantes Menores en el Semiárido del Nordeste de Brasil .....209

*Ana Clara Rodrigues Cavalcante, Expedito Aguiar Lopes y Marco Aurélio  
Delmondes Bomfim*

### Capítulo 11

Investigación Participativa y su Rol en el Desarrollo y la  
Investigación de Rumiantes Menores en Zonas Áridas de México .....249

*Homero Salinas González, Manuel de Jesús Flores Nájera,  
Francisco Echavarría Cháirez y Cesar A. Meza Herrera*

## IV. Hacia una Base Forrajera Acrecentada: Manejo de la Vegetación Nativa y Uso de Forrajeras Convencionales y no Convencionales.....279

### Capítulo 12

Propuestas Tecnológicas para el Manejo de la  
Vegetación de la Caatinga con Fines Pastoriles .....281

*João Ambrósio de Araújo Filho*

### Capítulo 13

Propuestas Tecnológicas para el Manejo de la Vegetación  
Nativa de las Zonas Áridas y Semiáridas de México .....295

*Agustín Fernando Rumayor Rodríguez y Ramón Gutiérrez Luna*

### Capítulo 14

Producción y Utilización de Forrajeras Convencionales  
Cultivadas en el Semiárido Brasileño .....313

*Ana Clara Rodrigues Cavalcante*

## **Capítulo 15**

Producción de Forrajes Cultivados para las Zonas Áridas y Semiáridas de México .....341

*Miguel Ángel Flores Ortíz*

## **Capítulo 16**

Producción de Forrajeras no Convencionales en el Semiárido Brasileño .....367

*José Nilton Moreira*

## **Capítulo 17**

Especies Forrajeras con Potencial para su Utilización en las Zonas Áridas y Semiáridas de México .....388

*Miguel Ángel Flores Ortíz*

## **V. Descripción de los Sistemas de Alimentación y Estrategias Nutricionales para Lograr su Mejora .....419**

### **Capítulo 18**

Aproximaciones para el Mejoramiento de la Alimentación de Rumiantes Menores en el Semiárido Brasileño .....421

*Marco Aurélio Delmondes Bomfim*

### **Capítulo 19**

Sistemas de Alimentación de Caprinos en las Zonas Áridas y Semiáridas de México y Aspectos Importantes Asociados con su Problemática.....451

*Juan Manuel Pinos-Rodríguez*

### **Capítulo 20**

Propuestas Tecnológicas para Mejorar el Sistema de Alimentación de Rumiantes Menores en el Semiárido Brasileño .....465

*Gherman Garcia Leal Araújo, Salete Alves Moraes y Tadeu Vinhas Voltolini*

### **Capítulo 21**

Propuestas Tecnológicas para la Mejora de los Sistemas de Alimentación de Rumiantes Menores en las Zonas Áridas y Semiáridas de México .....477

*Juan Manuel Pinos-Rodríguez*

## **VI. Experiencias en el Mejoramiento Genético.....495**

### **Capítulo 22**

Experiencias con Estructuras Genéticas para el Mejoramiento de Rumiantes Menores en las Zonas Áridas .....497

*Joaquín P. Mueller*

## **Capítulo 23**

Limitaciones y Sostenibilidad del Mejoramiento Genético Comunitario  
para Pequeños Productores en las Zonas Áridas de Latinoamérica.....515

*Luis Iñiguez Rojas, Joaquín P. Mueller, Olivardo Facó, Maria Wurzinger,  
Johann Sölkner, Tito Rodríguez y Homero Salinas González*

## **VII. El Marco Institucional y Acción del Desarrollo .....539**

### **Capítulo 24**

Acciones del Desarrollo en Relación con la Producción de  
Rumiantes Menores: la Experiencia en el Nordeste Semiárido del Brasil .....541

*Felipe Jalfim*

## **Acerca de los Autores Principales .....555**

## Prólogo

Los productores ganaderos de escasos recursos en las zonas áridas de América Latina y de los países en desarrollo del mundo, confrontan desafíos comunes en sus esfuerzos por mantener sus rebaños y hatos, responder con prontitud a las condiciones impuestas por los cambios – con frecuencia súbitos – de un mercado dinámico, y sostener sus medios de vida frente a las nuevas amenazas emergentes del cambio climático. En estos ambientes, los rumiantes menores (cabras y ovinos), incluyendo los camélidos sudamericanos (llamas y alpacas), mejor adaptados que la mayoría de otras especies ganaderas a las condiciones limitantes de escasez de agua, son de vital importancia para la subsistencia de la agricultura campesina.

En toda Latinoamérica, la demanda de productos de rumiantes menores observa una rápida y continua expansión, sin embargo los pequeños productores de escasos recursos no llegan a beneficiarse de esta oportunidad. Para que esto ocurra a través del cambio tecnológico, deben producirse modificaciones profundas en el contexto de la producción, en las políticas públicas que promueva y apoyen la producción, así como en los ambientes del desarrollo y de la investigación. Se espera que en esos escenarios de cambio se encuentre la solución a la mejora de los medios de vida de los productores y a la mitigación de la pobreza.

De 2004 a 2008, con fondos otorgados por el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), el Centro Internacional de Investigación Agrícola para las Zonas Áridas (ICARDA) en una acción consorcial con instituciones del sistema nacional de investigaciones agrícolas de México, Brasil y Venezuela, llevaron a cabo un proyecto de investigación adaptativa con el objetivo de acelerar el cambio tecnológico, vinculando los resultados de la investigación a proyectos de desarrollo financiados por el FIDA en los tres países mencionados. El proyecto fue ejecutado conjuntamente por la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa), el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) de Venezuela, y tres organizaciones mexicanas - el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), y la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos (SEDARH) del Gobierno de San Luis Potosí.

El proyecto, enfocado a pequeños productores de escasos recursos y utilizando un estrategia participativa y con base en la comunidad, desarrolló, validó y promovió tecnologías para mejorar la producción y productividad de los rumiantes menores y el uso de los recursos naturales locales. Además, a tiempo de demostrar sinergias entre la investigación y el desarrollo, extrayendo experiencias que serán útiles para el FIDA y las instituciones de investigación, desplegó acciones importantes hacia el fortalecimiento institucional tanto de la capacidad de las comunidades agrícolas, así como del personal de investigación y desarrollo en cada institución consorcial.

Este libro resume los resultados principales del proyecto, junto a otros obtenidos en la región, y describe además las lecciones aprendidas, en relación con la investigación participativa, las sinergias entre las organizaciones de investigación y desarrollo, y



cómo, con el apoyo de políticas apropiadas, estas sinergias pueden llevar a grandes cambios.

Embrapa, ICARDA y el FIDA cofinanciaron la publicación del libro con el fin de compartir los resultados, experiencias y tecnologías prometedoras que podrían servir como insumos para el escalamiento tecnológico logrando un impacto mayor. Es en particular placentero para Embrapa contar con la oportunidad de compartir opciones y experiencias para la solución a los problemas de los productores pobres de las zonas áridas de Latinoamérica, en un espíritu de colaboración regional Sur-Sur, y de asimilar lecciones aprendidas útiles para el contexto brasileño, derivadas de la interacción con el entorno del desarrollo. El proyecto ha contribuido de manera significativa a la agenda de ICARDA de investigación para el desarrollo, y también validó el enfoque participativo y los métodos de investigación de este centro, trabajando en directo con los productores y promoviendo la colaboración internacional y la acción regional para beneficiar a la gente pobre de las áreas rurales. El FIDA apoya la publicación de valiosas experiencias y resultados del proyecto, los cuales demuestran los beneficios obtenidos de una mayor interacción entre la investigación y el desarrollo.

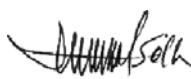
La información que aquí se presenta ha sido elaborada por científicos líderes en el área de producción de rumiantes menores de Latinoamérica. Estamos seguros de que este libro será útil a los niveles de decisión de políticas, especialistas en desarrollo, investigadores y estudiantes, y, en última instancia, a millones de pequeños productores pobres ganaderos de Latinoamérica y otras regiones similares.



*Evandro Vasconcelos Holanda Júnior*

Director

Embrapa Caprinos y Ovinos



*Mahmoud Solh*

Director General

ICARDA



*Adolfo Brizzi*

Director

Asesoría de Políticas y Tecnología  
FIDA

## Agradecimientos

El editor expresa sus caros agradecimientos a las siguientes personas e instituciones que de una u otra manera estuvieron vinculadas con el proyecto titulado *Fortalecimiento de la Capacidad Institucional para Mejorar la Productividad de los Sistemas de Producción de Rumiantes Menores en las Zonas Áridas de Latinoamérica*, ejecutado por el Centro Internacional de Investigación Agrícola para las Zonas Áridas (ICARDA), periodo 2004-2008, con financiamiento del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), y con el desarrollo y publicación de este libro:

Al amigo Manuel Sánchez Hermosillo, que colaboró con ICARDA en el diseño y negociación de la propuesta del proyecto hasta su aprobación, y brindó contraparte y apoyo continuos durante la fase de ejecución en México. A los autores de los diferentes capítulos que contribuyeron a documentar sus valiosas experiencias. A Joaquín Mueller, infatigable investigador argentino y amigo, que también cooperó con ICARDA en la ejecución del proyecto y en el primer diseño del libro. A los Coordinadores Nacionales del proyecto, en sucesión en Brasil: Expedito Aguiar, Ana Clara Rodrigues Cavalcante y Marco Aurélio Delmondes Bomfim de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa); Homero Salinas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en México; y Ramón D'Aubeterre del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) en Venezuela, quienes tienen el crédito de haber desplegado un trabajo extraordinario, con impecable calidad profesional y humana, que concluyó con un fin exitoso. Y, por sobre todo, a los productores de rumiantes menores de los diferentes países en que se ejecutó el proyecto, sin cuya participación no hubiera sido posible la realización de este documento.

Al actual Director General de ICARDA, Dr. Mahmoud Solh, y al ex Director General Dr. Adel El-Beltagy. El apoyo de ambos directores durante la ejecución del proyecto fue substancial y continuado. Al Dr. Aden Aw-Hassan, Economista de ICARDA, Investigador Principal en el proyecto y responsable de las área de investigación en socioeconomía y métodos participativos. También en ICARDA al grupo de investigación en rumiantes menores que asistió de manera permanente en detalles técnicos y administrativos. En particular el trabajo sobresaliente de Muhi Hilali en sus visitas a la región, y el de Monika Zaklouta en logística. Y a Barbara Rischkowsky, actual Investigadora Principal en el área de producción ganadera que proporcionó apoyo a la edición del libro, reflejando interés en la región y en concluir con este documento.

Al FIDA por financiar el proyecto y cofinanciar la publicación del libro en su interés por lograr sinergias concretas entre investigación y desarrollo. A Enrique Murguía, Punto Focal del proyecto, y a la División de Asesoría Técnica del FIDA que prestaron seguimiento, atención y apoyo a lo largo de la fase de ejecución. Y a Antonio Rota, un convencido de la importancia de la producción caprina y ovina para pequeños productores, que contribuyó a concretar la publicación de este libro.

A Embrapa, en particular a Maria Pinheiro, ex Directora de Embrapa Caprinos y Ovinos, por haber inyectado el impulso necesario para una marcha exitosa del proyecto en Brasil y a Evandro Vasconcelos Holanda Júnior, actual Director, y Marco Bomfim, Jefe de Investigación y Desarrollo, del mismo centro, ambos investigadores jóvenes de Embrapa, cuyas iniciativas posibilitaron la cofinanciación de la publicación del libro. Agradecimientos también son expresados a Vinícius Pereira Guimarães de Embrapa Caprinos y Ovinos, que en su calidad de coordinador para la publicación del libro tuvo una contribución decisiva. Y, en igual contexto, al equipo técnico de Embrapa Información Tecnológica por su paciencia y calidad profesional.

Finalmente, a Rommy Peña y Claudia Peña por la excelente traducción al español de los capítulos escritos en portugués y su revisión técnico-lingüística, respectivamente; y a Arti Iñiguez y Tito Rodríguez que cooperaron en Bolivia que cooperaron en la revisión del texto, diseño y material fotográfico.

# I. Introducción





# Capítulo 1

## La Problemática de la Producción de Rumiantes Menores en las Zonas Áridas de Latinoamérica y Limitaciones para el Cambio Tecnológico

Luis Iñiguez Rojas

*Centro Internacional de Investigación Agrícola para las Zonas Áridas (ICARDA), hasta 2008*

### Introducción

Las zonas áridas comparten características comunes y marginales para la agricultura y ganadería. La marginalidad deriva de la escasa disponibilidad de agua como consecuencia de sequías prolongadas que pueden extenderse hasta 10 meses del año, a menudo presentando secuencias recursivas de episodios de sequía extrema a través de los años, además de altos índices de evapotranspiración. En tales condiciones ambientales la producción de cultivos y forrajes debe acomodarse a la corta época de lluvias con altos riesgos, a menos de que se cuente con agua para producir en regadío. En Latinoamérica estas zonas están extendidas desde México en Norteamérica hasta el extremo sur en la Patagonia, con una variedad de climas desde aquellos con temperaturas glaciales en los Andes altos, a los de temperaturas elevadas en climas tropicales o subtropicales secos como los de los estados del nordeste de Brasil, los estados semiáridos de Venezuela o la subregión del Chaco compartida por Argentina, Bolivia y Paraguay. Albergan, además, una población, con los índices más altos de pobreza rural y marginalización en la región, sin que esta condición haya cambiado en las últimas décadas debido a un desarrollo precario en comparación con el desarrollo de otras zonas con condiciones más propicias para la producción agropecuaria. Esta situación ha dado lugar a tasas elevadas de migración rural que crean desequilibrios sociales y económicos en los países sin mencionar los efectos traumáticos que tal nefasto proceso impone a la familia del agricultor. Sólo en años recientes el desarrollo de estos territorios está siendo enfocado por los gobiernos de la región en el intento de combatir la pobreza y revertir las condiciones de degradación ambiental generadas por el uso irrestricto y no controlado de los recursos naturales.

En 2004 el Centro Internacional de Investigación Agrícola para las Zonas Áridas (ICARDA) contactó un grupo de instituciones de investigación agrícola latinoamericanas para emprender un trabajo de investigación en colaboración, el objetivo fue desarrollar acciones que sienten las bases para mejorar la productividad de sistemas pecuarios de agricultores pobres y de escasos recursos (ICARDA, 2009). Este proyecto que recibió un subsidio financiero del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) involucró tres países con territorios áridos y semiáridos: Brasil,

México y Venezuela. El subsidio prescribía que la implementación del proyecto tenga lugar en el ámbito de programas de desarrollo apoyados por el FIDA de manera que pueda ofrecer una plataforma para explorar estrategias de sinergia entre la investigación y el desarrollo (IyD). La Empresa Brasileña de Investigación Agrícola (Embrapa) en Brasil; el Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), además de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y la Secretaria de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos del Gobierno de San Luis Potosí, en México; y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) en Venezuela, conformaron con ICARDA un consorcio de investigación colaborativa y ejecutaron el proyecto en áreas dentro del mandato de los siguientes programas de desarrollo apoyados por el FIDA: Proyecto Dom Helder Camara (PDHC) en Brasil, Proyecto de Fideicomiso y Riesgo Compartido (FIRCO) en México y Proyecto de Desarrollo Rural Sostenible para las Zonas Semiáridas de los estados Lara y Falcón (PROSALAFA) en Venezuela. De acuerdo con sugerencias del FIDA el proyecto desarrolló actividades concretas de investigación en Brasil y México, mientras que su acción en Venezuela fue conectiva, ofertando apoyo a través de la capacitación de personal, puesta en práctica de un taller de discusión de metodologías para mejorar los sistemas alimenticios, exploración de las limitantes de producción y de acceso a mercados, y la solución de problemas de salado excesivo de queso por vía experimental.

Este libro es un resumen de las experiencias logradas en el proyecto que siguió una investigación adaptativa con participación de productores aplicando tecnologías desarrolladas tanto en la región como en otras regiones con zonas áridas. Describe algunas de las tecnologías que tienen potencial para escalamiento y otras que fueron desarrolladas por los centros de investigación participantes, aparte del proyecto. Contiene además importantes lecciones aprendidas extractadas del intercambio con los proyectos de desarrollo y una visión hacia la masificación de la tecnología en busca del cambio tecnológico. El libro es organizado en 7 partes con el siguiente contenido: I) El presente capítulo introductorio; II) El contexto productivo, incluyendo una descripción de la base alimenticia de los sistemas de producción— la vegetación nativa, la naturaleza de los sistemas de producción y los mercados; III) La investigación adaptativa, la acción participativa con base en la comunidad y experiencias específicas de la interacción de investigación y desarrollo; IV) Tecnologías orientadas a expandir la base forrajera, manipulando la vegetación o haciendo uso de forrajeras convencionales y no convencionales; V) Los sistemas alimenticios y las estrategias nutricionales para mejorarlos; VI) Algunas experiencias en el mejoramiento genético; y VII) Enfoque de los proyectos de desarrollo que intervinieron en el proyecto en cuanto al mejoramiento de las condiciones de vida de los sistemas de producción de rumiantes menores de pequeños productores de escasos recursos. Los diferentes capítulos del libro fueron escritos al concluir el proyecto bajo la directa responsabilidad de ICARDA como ente coordinador. En 2010 se consiguió un subsidio adicional del FIDA y un

cofinanciamiento de Embrapa Caprinos y Ovinos para lograr la publicación del libro. Embrapa fue la institución que llevó la responsabilidad de concluir con esta larga tarea.

Los autores han coincidido en que el gran desafío de lograr el cambio tecnológico y la consiguiente mejora de los medios de vida del productor no depende sólo de la investigación o de los métodos que ésta utilice, pero sí de una aproximación más holística del desarrollo respaldado por una política de Estado con la voluntad de cambiar las condiciones de vida injusta de los agricultores pobres de zonas áridas y marginales. Los autores de los diferentes capítulos del libro son investigadores líderes en torno a la producción de rumiantes menores y el manejo de los recursos naturales con fines agropecuarios. Todos ellos participaron en la ejecución del proyecto, aportando con su experiencia y dedicación.

En este capítulo se ofrecerá un análisis general de la importancia de los rumiantes menores en las zonas áridas de Latinoamérica, las oportunidades que existen para acrecentar su productividad en beneficio de los pequeños productores, la problemática de la producción y los desafíos más importantes para la investigación y el desarrollo.

## **Importancia de los Rumiantes Menores**

Como ocurre en otras regiones con territorios áridos del mundo, la ganadería menor ofrece una opción productiva de menor riesgo y constituye el componente principal de los sistemas de producción en las zonas áridas latinoamericanas. Los sistemas ganaderos más comunes incluyen rumiantes menores (cabras y ovejas), y camélidos sudamericanos (llamas y alpacas) en los Andes altos; se manejan con procedimientos tradicionales que incluyen pocos insumos tecnológicos disponibles; y operan con baja productividad en ambientes de gran demanda por productos de estas especies, en muchos casos insatisfecha por la producción local.

La población de rumiantes menores en las zonas áridas de Argentina, Bolivia, Brasil, México, Perú y Venezuela suma aproximadamente 72,39 millones de animales (Tabla 1). Una gran parte de esta población (81%) se encuentra en manos de pequeños productores de escasos recursos que constituyen el grupo de mayor marginalidad en el área rural. Se estima que una población tan grande como 995 mil familias de pequeños productores se benefician de los rumiantes menores, en diferentes facetas de integración con los mercados, desde sistemas casi de subsistencia como los de los Andes altos a sistemas más integrados con procesos industriales como es el caso de la producción caprina lechera de la Comarca Lagunera de México, la cual constituye una de las zonas importantes de producción de leche caprina en el mundo. Las estimaciones sugieren que cerca de 5,7 millones de personas de uno y otro modo se benefician de la producción de estas especies en Latinoamérica, una cifra que de suyo resalta la importancia de estas especies (Tabla 1).



**Tabla 1. Población de rumiantes menores en algunas zonas áridas de Latinoamérica y estimación de la población que se beneficia de producirlos.**

Ítems	Ovinos	Caprinos	Camélidos <sup>(1)</sup>	Total
Total en zonas áridas (millones) <sup>(1)</sup>	44,51	21,02	6,86	72,39
En propiedad de pequeños productores:				
Número de animal (millones)	33,21	18,70	6,61	58,52
Porcentaje	75	89	96	81
Población beneficiada <sup>(2)</sup>				
Familias (miles)	584,2	290,7	80,2	955,1
Personas (millones)	3,51	1,74	0,48	5,73

*Fuentes:* Estimaciones del tamaño de la población de ovinos y caprinos en Bolivia, Perú and Venezuela (FAO, 2010); Argentina (Joaquín Mueller, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-INTA, Argentina, comunicación personal, 2010) y México (Homero Salinas, Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-INIFAP, México, comunicación personal, 2010).

*Notas:* <sup>(1)</sup>Incluye poblaciones de llamas y alpacas de Bolivia y Perú; <sup>(2)</sup>Estimación considerando un promedio de 68 animales por rebaño y 6 miembros por familia.

## Oportunidades para la Producción de Rumiantes Menores

Toda la región latinoamericana registra una población humana en expansión que determina una demanda acrecentada por productos ganaderos en los casos en los que el consumo de estos productos es tradicional. Se asume que esa demanda ofrece oportunidades para el despegue de la producción de pequeños productores y para un incremento de la productividad (Delgado *et al.*, 1999).

Brasil y México son países que aún importan carne ovina para satisfacer su demanda interna (Sório, 2009; SAGARPA, 2010). En ambos países la gran demanda por carne caprina tampoco es cubierta por la producción nacional. Esta demanda puede ser suplida con creces por la producción nacional, sin embargo, las condiciones actuales de producción no son conductivas a concretar esa posibilidad debido a problemas tecnológicos y de comercialización que se detallan en los capítulos de este libro que enfocan el tema de mercados. En Venezuela la demanda por carne de ovinos y caprinos es alta. En los estados Lara y Falcón de Venezuela hay una tradición de consumo de carne de caprinos adultos similar a la de México y de Brasil, que tampoco es cubierta por la oferta (Ramón D'Aubeterre, INIA, Venezuela, comunicación personal, 2011).

En la Argentina (Joaquín Mueller, INTA, Argentina, comunicación personal, 2011), las áreas urbanas de Bolivia (Tito Rodríguez, Cochabamba, Bolivia, comunicación personal, 2011) y posiblemente otros países y subregiones con similares hábitos de consumo, no existe una tradición de compra de carne de caprinos adultos para el

consumo, aunque estos países cuenten con una considerable población de animales de esta especie. En general, la producción cubre las necesidades de la familia o mercados rurales (caso de Bolivia), donde esta carne puede ser comercializada en pequeña escala. Para lograr un cambio en el consumo será necesario trabajar con intensidad en materia de comercialización y mercadotecnia. Un ejemplo que muestra efectos positivos de un intenso trabajo en mercadotecnia se relaciona con el consumo de la carne de llama, desplazada y estigmatizada como la carne de caprinos hasta la década de 1990. Gracias a un trabajo encomiable de promoción en Bolivia, efectuado por un programa de desarrollo del FIDA, se logró una diferenciación de precios por corte y condición de gordura de la carne y un notable incremento en el consumo (Tejerina, 1995; Quispe *et al.*, 2010).

El consumo tradicional de cabrito (con marcadas diferencias regionales en cuanto a las formas de su consumo) muestra perspectivas para una producción incrementada. En México hay un gran avance en esa dirección siendo posible observar una sofisticación en las transacciones de compra-venta y elaboración del producto, existiendo una diferenciación de precio de acuerdo con la calidad del cabrito o animal lechal. Aparte de México el cabrito es consumido en nichos regionales, en el norte Argentino y sur de Bolivia donde se lo consume asado y al horno, en Venezuela (en particular en Caracas y estados como Aragua, Carabobo y Miranda) donde se lo prefiere al horno (Ramón D'Aubeterre, INIA, Venezuela, comunicación personal, 2011) y en Chile en la región de Coquimbo donde se cría cerca de 57% de la población caprina del país, estimada en 705.000 animales (Raúl Hernán Meneses Rojas, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas-INIA-Intihuasi, Chile, comunicación personal, 2011). No hay una tradición de su consumo en el Brasil donde más bien la culinaria local enfoca la carne de caprinos adultos. El proyecto trató de estimular la diversificación del consumo en el nordeste de Brasil tomando el ejemplo de México pero resultó que el sistema de producción en el nordeste semiárido de Brasil no estaba preparado para producir cabritos de las edades requeridas (IFAD, 2006).

La Argentina es uno de los mayores productores del mundo de carne y lana ovina, con una posición que no tiene parangón en Latinoamérica. La producción de productos ovinos y caprinos en particular de lana y mohair, respectivamente, beneficia a cerca de 50 mil productores familiares (en la Patagonia argentina un pequeño productor familiar es diferente de un pequeño productor del norte argentino en cuanto a tamaño de rebaño se refiere, el primero con un rebaño de 400 animales y el segundo con un promedio de 60 animales). La infraestructura de apoyo a la producción y la asistencia técnica calificada en ese país hace que los productores con recursos limitados puedan acceder a insumos tecnológicos que mejoran la productividad de sus rebaños (Joaquín Mueller, INTA-Argentina, comunicación personal, 2011). La producción de lana en otros países donde no existe una infraestructura de apoyo al productor igual que en la Argentina tiene menor significación para el productor, aunque coadyuva a las estrategias de sostenimiento de los pequeños productores.

Con excepción de contados productores de leche ovina, Latinoamérica no tiene tradición en esta línea productiva. Sin embargo, en Bolivia, y posiblemente en otros países con nichos específicos, existe una demanda local insatisfecha por el queso de ovinos producido de manera artesanal que hasta el momento no ha sido capitalizada por programas de investigación, fomento y desarrollo (Iñiguez, 2011).

La producción de leche caprina es importante en México y en forma creciente en el Brasil y Venezuela. En México hay una integración con el mercado lograda por los pequeños productores y la iniciativa privada (Escareño, 2010). Esta integración que amerita ser estudiada y visitada, viabiliza que la producción de leche fluida sea adquirida por la industria para la producción de dulce de leche, no obstante de observarse problemas de manipulación injusta en la compra en periodos de abundancia de producto. En Brasil los nuevos programas de Gobierno (ver Capítulo 4) que obedecen a políticas específicas para combatir el hambre y la pobreza, permitieron un arranque notable de la producción de leche por pequeños productores caprinos en el nordeste del país al crear una gran demanda generada por los programas de apoyo a la merienda escolar. La Argentina tiene alto potencial para la producción de carne y leche de cabra, sin embargo la tradición enfoca el consumo de la leche vacuna y sus productos derivados, tal que muchos proyectos que fomentaron la producción caprina lechera no prosperaron contrariamente a las expectativas de su promoción (Joaquín Mueller, INTA-Argentina, comunicación personal, 2011).

En México, Venezuela, Chile y de algún modo en el nordeste de Brasil, existe una demanda importante por queso de cabra que determina que muchos productores logren ingresos sustantivos hasta cerca del 50% de sus ingresos familiares (caso mexicano) por la producción de este producto (Ver Capítulo 7; Ramón D'Aubeterre, INIA, Venezuela, comunicación personal, 2011; Raúl Hernán Meneses Rojas, INIA-Intihuasi, Chile, comunicación personal, 2011). La existencia de un mercado étnico considerable en los Estados Unidos de América, constituido por inmigrantes latinoamericanos con hábitos de consumo que prefieren este producto, confiere a las zonas áridas de México una ventaja competitiva para la producción mejorada. El proyecto exploró con éxito en México las perspectivas de una producción artesanal que incorpora el trabajo de la mujer, con el potencial de cubrir esas demandas. Estas iniciativas deben ser exploradas y promovidas para lograr que los productores puedan acceder a los mercados con competitividad. Con excepciones contadas, en Latinoamérica la leche caprina es producida y transformada en condiciones no higiénicas con riesgos de transmitir enfermedades zoonóticas que pueden afectar la salud de la población y los ingresos del productor.

Un problema generalizado en la región es que los precios de la carne de caprinos y ovinos no son diferenciados en los mercados locales, por tanto los productores no se sienten incentivados a producir animales jóvenes y en buen estado de carnes adoptando tecnologías disponibles que podrían beneficiarlos de otro modo (ICARDA,

2009). Existen iniciativas que empiezan a captar las oportunidades de mercado a través de mejoras en la producción, pero aún limitadas al sector de productores con recursos financieros sustantivos. De cualquier modo el potencial de los pequeños productores para suplir la demanda interna es grande si acaso se produce un cambio tecnológico con base en incentivos atractivos para ello.

Una segunda característica de la producción es su dependencia de una intermediación muchas veces injusta, aunque por el momento es la única que ofrece al productor una salida a sus productos. El intermediario tiene interés en una producción incrementada en tanto que se mantengan las condiciones actuales de transacción. Existen algunas tecnologías que pueden cambiar las reglas del juego, por ejemplo ofreciendo al productor la posibilidad de producir lotes de animales homogéneos en relación con edad, peso y condición de carnes, que son requeridos por el mercado en la época de mayor demanda. Produciendo lotes con tales características, como se ha visto en Brasil (ICARDA, 2009), los productores pueden incluso lograr que los intermediarios compren los productos a puerta de finca en lugar de transportarlos a los mercados sin incurrir en costos y riesgos adicionales.

El tema de la organización de los productores para la comercialización ha sido trabajado particularmente por iniciativas propiciadas por el desarrollo y los gobiernos. Los fracasos de esas iniciativas abundan pero también existen casos exitosos que requieren ser estudiados captando las lecciones aprendidas. En muchos casos se asume, de manera intuitiva, que la organización de los productores para la comercialización logrará resolver los problemas inherentes de acceso a los mercados y llegar a sustituir a los intermediarios. La experiencia muestra que esta sustitución no es tan simple en tanto el productor no acceda a las otras facilidades y ventajas que ofrece la intermediación (p. ej. provisión de insumos necesarios, prestamos para adquirirlos o para asistir emergencias de la salud). En una mayoría de los casos se ignora también la existencia de arreglos institucionales en la comunidad que no son obvios o visibles, los cuales, si son fortalecidos, pueden viabilizar formas efectivas de organización. La Argentina cuenta con una notable experiencia en la comercialización cooperativa de fibras que merece ser considerada y extendida a otros rubros de la producción.

Un área que ha sido enfocada con excelencia por investigadores del INTA de Bariloche en Argentina es la valoración de productos de animales y de sistemas de producción en función de atributos que son identificados por estudios adecuados de caracterización. Existe una metodología exitosa que ha dado lugar a la valoración de la cabra de Neuquén y de sus productos que puede ser valiosa para emprendimientos similares (Lanari *et al.*, 2009). Esta línea tiene un gran futuro con potencial de capitalizar las peculiaridades de los animales y de los sistemas de producción, p. ej. la adaptación y la tradicionalidad de la producción, como elementos para dar valor agregado a los productos y acrecentar la autoestima del productor. Brasil viene desarrollando un programa de mejoramiento participativo con comunidades de productores de la raza

ovina Morada Nova que enfila hacia puntos de valoración en esa raza (Olivardo Facó, Embrapa Caprinos y Ovinos, Brasil, comunicación personal, 2011).

En suma las oportunidades de mercado para los productos de rumiantes menores están dadas en la región. El problema es que estas oportunidades no son aprovechadas en su totalidad por los productores, aunque muchos de ellos han realizado incursiones interesantes en la integración de la producción con la comercialización. La investigación ha hecho muy poco en este particular, aunque la importancia de incursionar en esta línea resulta cada vez más evidente. Por último, la legislación y las políticas existentes tampoco hicieron lo suficiente como para normar y mejorar el acceso a las oportunidades señaladas.

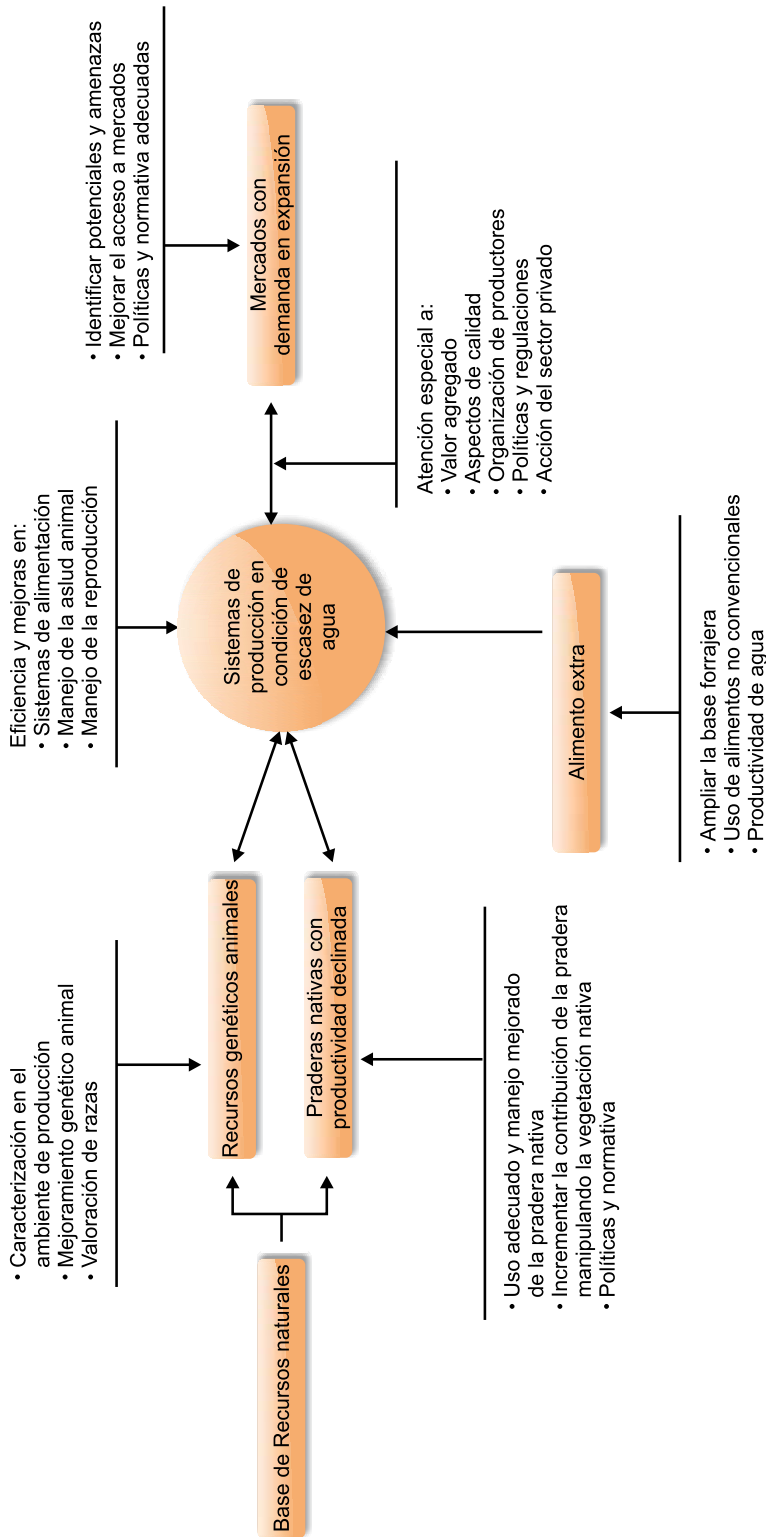
## La Compleja Problemática del Pequeño Productor

La producción de rumiantes menores se debate en un ambiente influenciado por dos fuerzas antagónicas y un efecto global (Iñiguez, 2011):

- 1) La creciente demanda por productos de rumiantes menores, como resultado de la expansión de la población humana y del mercado, promete oportunidades para mejorar la productividad y las condiciones de ingreso familiar.
- 2) La escasez de agua que resulta ser una limitante principal para producir forraje y la progresiva degradación de los campos naturales de pastoreo debida a un manejo inadecuado, determinan una condición de escasez de alimentos que limita que el productor logre beneficiarse de las oportunidades señaladas en el punto anterior.
- 3) El cambio climático, que amenaza con agudizar la escasez de alimento animal y desequilibrar el estatus de la salud debido a cambios en la dinámica de epidemias y enfermedades, se cierne sobre el productor con retos a los que debe prepararse para lograr su sostenibilidad.

Frente a estas fuerzas, la única alternativa viable para que los productores puedan mantener sus rebaños en producción y logren captar los beneficios de la demanda, es la compra de alimentos o pagar por el uso de residuos de cosecha (Ben Salem y Smith, 2008; ICARDA, 2001, 2002, 2003a), con obvias implicaciones en su afligida economía familiar. Estas fuerzas, en particular la segunda y tercera llevan implícitos los retos de mejorar la base alimenticia, frenar la degradación y mejorar la productividad de los campos naturales de pastoreo.

La Figura 1 extractada de Iñiguez (2011) es una representación esquemática que resalta los desafíos que en general confrontan los sistemas de producción en las zonas áridas (círculo sombreado) en sus interacciones con los mercados. Ya se mencionó que se asume que la creciente demanda por productos pecuarios promete una oportunidad para la mejora de los medios de vida de los pequeños productores (Delgado *et al.*, 1999).



**Figura 1. Desafíos confrontados por los sistemas de producción de rumiantes menores de productores de bajos recursos en las zonas áridas y temas que ameritan atención (los pequeños círculos denotan puntos de entrada para la Investigación y Desarrollo).**

*Fuente:* Iñiguez (2011).

Sin embargo, la conexión con esta oportunidad no es automática. Los productores continúan sin beneficiarse de las oportunidades debido a una serie de problemas que se señalan más adelante al tratar uno de los desafíos asociados con este particular. Los mercados también se han vuelto estrictos en sus demandas por productos más saludables e inocuos. Se ha visto que cambios en la calidad pueden restringir y por último paralizar la comercialización de productos (Hilali *et al.*, 2007; Iñiguez y Hilali, 2007). Como se mencionó antes, los agricultores utilizan pocos insumos tecnológicos y con preferencia métodos tradicionales a menudo insuficientes para satisfacer la demanda cada vez más ligada a normas rígidas de consumo. En este contexto, los problemas de salud animal y el control de enfermedades zoonóticas si bien son tratados a nivel nacional con bastante apoyo, no han recibido la atención necesaria en el nivel de finca, aun cuando muchas de estos problemas ya afectan la productividad y las transacciones comerciales de los productores.

Los sistemas de producción hacen uso de dos recursos naturales importantes: campos de pastoreo y animales adaptados que pastorean libres en ellos, aunque la contribución de estos campos a la alimentación de los animales se encuentra en disminución progresiva, debido a una discordancia entre la capacidad de carga de y el número de animales que pastorean en los campos. Algo de forraje es cultivado para suplir deficiencias cuando es posible lograr un cultivo satisfactorio. Los productores innovan cuando se trata de mejorar sus ingresos si acaso existe oportunidad e intensifican la producción, aumentando las interacciones con áreas de cultivo, procurando residuos de cosecha, o adquiriendo alimentos de fuentes externas (alimento extra). Se ha observado también el agotamiento de la fertilidad del suelo en las áreas de cultivo como consecuencia de la falta de fertilización (Capítulo 2), mientras se predice que el cambio climático exacerbará la limitación para producir forrajes agudizando la aridez, con más intensidad en zonas marginales que en aquellas todavía propicias a la interacción de cultivos y ganadería.

Los sistemas de alimentación, reproducción y gestión de la salud de los rebaños están plagados de deficiencias y el conocimiento local ha sido rebasado por los desafíos que enfrentan los productores, la creciente demanda y el cambio climático. Como consecuencia diferentes estudios denotan con reiteración que la productividad de los sistemas se sitúa muy por debajo de su potencial.

Las tendencias del mercado, y otras fuerzas económicas de cambio, afectan la diversidad genética animal. Diferentes razas adaptadas disponibles con capacidad para producir en condiciones marginales, no han sido valoradas y los gobiernos y los productores todavía no han desplegado esfuerzos sistemáticos para mejorarlas. Por el contrario se ha promovido y aún se promueve la introducción de material no adaptado a título de mejoramiento genético sin consideración del tipo de ambientes donde los animales introducidos producirán y de los aspectos adaptativos, o sin inducir cambios apropiados de manera que los genotipos introducidos expresen su potencialidad.

Además de esta compleja problemática, los gobiernos dieron preferencia a desarrollar zonas con alto potencial de producción, descuidando las zonas áridas donde se concentra la pobreza. Las pocas actividades de desarrollo con una proyección a corto plazo no lograron sinergias con la investigación en el proceso de planificación y ejecución, y por lo general concluyeron en improvisaciones inadecuadas. Por lo tanto, la falla en el escalamiento de las tecnologías determinó bajas tasas de adopción y que no se concrete el cambio tecnológico.

La problemática descrita se traduce en baja productividad, falta de competitividad, y riesgos acrecentados para la producción y la biodiversidad.

## **La Investigación Dirigida a Resolver Problemas de la Producción**

En la Figura 1 se han añadido un listado de acciones de investigación (áreas subrayadas), que deben ser atendidas con urgencia en cada una de las áreas descritas. Es indudable que no existe una prescripción general para plantear una estrategia de investigación identificada con los problemas de producción confrontados por los pequeños productores de las zonas áridas. En cualquier caso, la estrategia debe cubrir los frentes que se delinean en la Figura 1 y encarar los vacíos de información que existen para lograr el cambio productivo. Debe además prescribir una acción proactiva de modo que la investigación contribuya de manera concreta, con su bagaje de información técnica, a los procesos de formulación de políticas y desarrollo.

Una agenda de investigación que ha demostrado ser eficaz en el tratamiento de algunos de los problemas anteriores ha sido propuesta en ICARDA con base en experiencias de su interacción con sistemas nacionales de investigación agropecuaria en diferentes regiones con zonas áridas. Esta estrategia enfoca la mejora de la productividad y de los medios de vida de pequeños productores ganaderos, con base en las siguientes áreas de investigación (Iñiguez, 2011):

- 1) Evaluación de las oportunidades y las limitantes de la producción.
- 2) Desarrollo de opciones conducentes a ampliar la base de la alimentación animal.
- 3) Desarrollo de opciones conducentes a mejorar la productividad, con modificaciones fundamentales en el manejo de los sistemas de alimentación, la salud animal y la reproducción.
- 4) Adición de valor hacia productos inocuos y de calidad.
- 5) Evaluación y manejo de la diversidad genética animal compatibilizando los potenciales de las razas o poblaciones animales con los de los recursos



animales y oportunidades de mercado, y teniendo en cuenta la valoración de las razas y sistemas de producción.

- 6) Desarrollar sinergias con el desarrollo y las políticas para el escalamiento (masificación) de los resultados de la investigación (tecnologías).
- 7) Desarrollo de intercambios estratégicos sur-sur y sur-norte, para fortalecer la capacidad institucional y desarrollar los recursos humanos.

Muchos países con zonas áridas han acumulado una rica experiencia a través de la aplicación de acciones de IyD que responden a la complejidad de los problemas del pequeño productor. Por lo tanto, se deben hacer esfuerzos para recopilar experiencias exitosas y promover la cooperación intensa sur-sur, que involucra no sólo los intercambios entre científicos y promotores del desarrollo, sino también entre los productores, acciones que han demostrado acelerar la investigación adaptativa (ICARDA, 2003b). Los centros internacionales de investigación agrícola como ICARDA tienen experiencia ganada en desarrollar esta promoción. Es importante también evaluar tanto el conocimiento local como usar herramientas de participación para cuyo fin se requiere de una formación adecuada de los investigadores y los productores. Sin embargo, debe quedar claro que la acción participativa por sí sola no es una prescripción para el cambio tecnológico, como se estipula en muchos casos, si las condiciones básicas que se detallan más adelante, en cuanto al ambiente facilitador se refiere, no están dadas.

Los detalles sobre las diferentes áreas de investigación están explicados en Iñiguez (2011). En la sección que sigue se tratarán las acciones relacionadas con los desafíos mayores para la IyD hacia una producción mejorada.

## **Desafíos Mayores para la Producción de Rumiantes Menores por Pequeños Productores**

### **Revertir el uso irrestricto de áreas de pastoreo comunales y los procesos de degradación de la tierra**

Es posible que uno de los retos de más difícil solución sea frenar la degradación por el sobrepastoreo y mejorar la productividad de los campos naturales, o por lo menos lograr un manejo de estos campos sin exceder su capacidad de carga como etapa inicial. Una mayoría de los sistemas de producción de pequeños productores hace uso de campos de pastoreo en tierras comunales a los cuales acceden sin ningún control y obligación. Con pertinencia se menciona en el Capítulo 13 que el concepto generalizado de uso es que *la tierra comunal es de todos* y por tanto cada productor tiene el derecho de explotarla sin restricciones y sin que este uso lleve implícito el

concepto de que la *tierra comunal debe ser usada en equilibrio y de acuerdo con su productividad*. La información contenida en diferentes capítulos del libro reitera que el problema de más envergadura que reviste el uso irrestricto de los campos de pastoreo es que se lo realiza en una condición en la que su capacidad de carga ha sido excedida por un número de animales mucho más numeroso del que puede sostener. Este desequilibrio ejercido de manera continuada en el tiempo ha dado lugar a sendos procesos de erosión y degradación de la tierra, incluyendo suelo y vegetación nativa.

Diferentes tecnologías fueron probadas en la región para evitar el sobrepastoreo sin que éstas hayan sido adoptadas ni se hayan logrado revertir los procesos de degradación de los campos de pastoreo. Aparentemente esta falla fue una consecuencia de acciones no acompañadas de una legislación apropiada ni de planes de fomento y promoción que beneficien tanto al productor como a la integridad de los recursos naturales. También con resultados fallidos se han introducido tecnologías de reversión de la degradación y recuperación de tierras erosionadas sin que primero se haya atacado el problema central de frenar la explotación de los campos de pastoreo con sobrecarga animal.

La reducción del tamaño de un rebaño, por eliminación de animales supernumerarios e improductivos, puede resultar en una productividad mayor o al menos igual a la productividad del rebaño no reducido (Shelton, 1993; ver también Capítulo 20) y en paralelo contribuir a reducir la sobrecarga animal. No existen ejemplos que acrediten que esa tecnología fue implementada y adoptada de forma masiva por pequeños productores de escasos recursos, excepto los ejemplos del ámbito experimental y los de la producción ganadera comercial que no utiliza áreas comunales de pastoreo. Las metodologías de manipulación de la vegetación nativa que fueron discutidas en un taller de metodologías propiciado por ICARDA en Brasil (Embrapa-ICARDA, 2006; ver capítulos 12 y 13) también muestran que la capacidad productiva de la vegetación nativa puede ser acrecentada, determinando un incremento en la capacidad de carga animal. Lo cierto es que estas tecnologías pueden llegar a ser adoptadas por algunos productores pero no por toda la comunidad a menos que existan normativas de uso que sean implementadas con incentivos adecuados. Es previsible también, que en cualquier caso los productores impactados por una mejora de la productividad, por ejemplo como consecuencia de la eliminación de animales improductivos, vuelvan a incrementar aún más el número de sus animales manteniendo el desequilibrio o exacerbándolo.

Es claro que la solución al sobrepastoreo lejos de ser una competencia exclusiva de la investigación, debe ser encarada como un tema de Estado por sus connotaciones nacionales en el ámbito social y de la integridad de los recursos naturales. En este contexto la solución, requerida con urgencia, podrá ser lograda en el momento en que un país dado establezca la reversión de la degradación de la tierra como una política de Estado, siguiendo una legislación normativa para regular el uso de la tierra por las comunidades

con el respaldo de inversiones a largo plazo que permitan el manejo sostenible de los recursos naturales. La normativa debería ser formulada de una manera que logre la adherencia no forzada de los productores a la política de Estado. La parte que debe ser explorada es que la condición impositiva para la aplicación de esta norma sea matizada por incentivos, subsidios e inversiones que capten el interés de la comunidad y faciliten su adherencia a la normativa. Una vez resuelto este problema de uso irrestricto, es posible que las tecnologías disponibles que se detallan en los capítulos ya mencionados del libro logren la masificación requerida a través de la IyD.

Otra posibilidad puede lograrse por la intensificación/diversificación del sistema. Esto puede tener lugar en condiciones que esa intensificación sea posible, donde haya una demanda que pague precios atractivos y por ejemplo donde haya acceso a riego (u otras facilidades) para producir forraje en cantidad suficiente como para cubrir las necesidades de un rebaño intensificado. Este es el caso que se presenta en las zonas áridas de Venezuela en los estados de Lara y Falcón. En esos estados el proyecto PROSALAFa realizó inversiones innovadoras importantes y de gran escala, creando un sistema de cosecha de agua a través de reservorios que benefician a diferentes comunidades de productores caprinos (ICARDA, 2007). Los productores caprinos que realizan una cría tradicional extensiva, haciendo uso de campos de pastoreo comunales degradados, aducían tener problemas de escasez de alimentos para sus animales y de sufrir pérdidas considerables debidas al abigeato. La instalación de reservorios suficientes para proveer de agua a la comunidad para uso humano y de cierta cantidad para riego conservativo dio lugar a que muchos productores opten por cambiar su sistema de producción extensivo hacia un sistema de producción intensivo de leche caprina para la producción de queso de cabra que tiene una alta demanda en el mercado el cual paga precios atractivos por este producto. El sistema intensivo usa solamente un área pequeña aunque suficiente para producir forraje de alta productividad con riego conservativo y así alimentar un número determinado y fijo de cabras mejoradas y especializadas en producir leche, p. ej. la cabra Canaria. Los animales son alimentados en corral con pastoreo mínimo y permanecen todo el tiempo en un área cercana a la vivienda del productor, resolviendo los problemas de la cría extensiva y del abigeato. Es obvio aquí el efecto de inversiones pertinentes y con visión hechas por un programa de desarrollo, sin cuya participación los productores no hubieran podido acceder a propuestas tecnológicas de intensificación desarrolladas por el INIA de Venezuela. Pero esta innovación no está consolidada. A futuro es requerida una normativa para el uso del agua del reservorio, en primer lugar para normar el acceso, considerando por ejemplo el pago por uso de agua utilizada con estricta observación de principios de productividad de agua, de modo que el reservorio sea mantenido por la comunidad, y, en segundo lugar, para normar el tamaño máximo de rebaño por productor, definiendo un tamaño promedio que logre captar ingresos más sustantivos a los que de otro modo se obtendrían con la cría extensiva.

Los capítulos de las partes IV y V de este libro dan cuenta de tecnologías que pueden ser escaladas en tanto existan ciertas condiciones mínimas como acciones de

apoyo de largo plazo, incentivos a la producción, subsidios y normativas. Los autores también mencionan que el pequeño productor no podrá encarar planes de manejo de los recursos naturales, en general, debido a su mínima capacidad de inversión, aun cuando los planes sean propuestos por la misma comunidad con una capacidad agregada de inversión. La subvención del Estado es inevitable y para ello debe contar con mecanismos e instrumentos estratégicos para que su ejecución sea bienvenida por los productores y sus comunidades. Existen adelantos trascendentales en la región que deben ser estudiados, visitados y adecuados a las realidades de cada país. Este es el caso de las leyes Ovina y Caprina de la Argentina (MAGP, 2001; 2006) que ofrecen salidas inteligentes a un problema tan complejo como es el sobrepastoreo y la degradación de tierras, a través de un concepto de pago por servicios ambientales, facilitando que los productores puedan poner en práctica de manera voluntaria planes de manejo controlado, mediante incentivos que benefician su economía al incrementar la productividad de sus sistemas. Las leyes mencionadas fueron desarrolladas con una participación importante de la investigación, una faceta que amerita ser considerada en el desarrollo de políticas y legislación. Los centros internacionales de investigación agrícola han trabajado con intensidad en el tema de políticas hacia el manejo de los recursos naturales y pueden brindar insumos importantes a estrategias prácticas adecuadas para resolver este desafío.

### **Acceso mejorado y justo a los mercados y una intermediación con equidad**

Como se ha manifestado la conexión de los productores con el mercado es dependiente de una intermediación que ejercita estrategias a veces injustas para sostener márgenes mayores que los obtenidos por el productor, además de manipular precios manteniéndolos aún más bajos cuando existe abarrotamiento de producto. Esta intermediación tampoco promueve formas diferentes de consumo haciendo que las oportunidades de una gran demanda no sean explotadas en su totalidad. Sin embargo, bajo las circunstancias presentes también asume riesgos y asiste al productor en necesidades económicas. El surgimiento de supermercados y cadenas de venta parece no haber contribuido a que el pequeño productor familiar mejore sus accesos al mercado, aunque sí fue importante para el productor comercial. La experiencia del proyecto en promover la organización de un taller artesanal de producción de queso en México muestra que el acceso a supermercados es posible pero también que el régimen de pagos que estas organizaciones comerciales manejan, con excesiva posterioridad a la entrega del producto, no puede ser tolerado por el taller por la necesidad que éste tiene de un flujo de dinero diario para sus operaciones (Capítulo 11). Muchos países de la región están ejecutando programas de apoyo a microempresas agropecuarias, con una visión crediticia en muchos casos con ausencia de un componente técnico

respaldado por la investigación agropecuaria debido a la ausencia de una política adecuada que evite esta condición.

La conexión con la industria ha mostrado ser más estable aunque no exenta de manipulación de precios como en el caso de los productores de la Comarca Lagunera en México (Escareño, 2010). Esta experiencia emerge como resultado de una directa transacción entre los productores y la gran industria de procesamiento de leche en dulce de leche y otros productos. Los precios de compra sin embargo aún no benefician una diferenciación de producto por higiene o por mayor o menor contenido de grasa y/o proteína, lo cual ofrece oportunidades para una mejora futura en beneficio de una mejor producción si normativas apropiadas promueven un ambiente de equidad y tratamiento más justo al productor. ¿Pueden los productores de la Comarca Lagunera lograr un valor agregado a la leche transformándola? La respuesta implica una tacita separación de la conexión establecida con la industria, a menos que ésta halle más ventajoso adquirir un producto primario transformado, por ejemplo a través de la compra de leche evaporada para producir dulce de leche. Son necesarios estudios especializados para identificar normativas y legislación que aseguren equidad y promuevan la diferenciación por calidad y atributos de los productos, así como explorar posibilidades de obtener un valor añadido para retener márgenes. La identificación de normativas para la diferenciación parecería ser una de las llaves de solución al problema.

Existe bastante por hacer por parte de la investigación en torno a mejorar la adición de valor para el caso de la transformación de la leche en productos procesados (p. ej. en queso u otro productos) donde exista una tradición del consumo de estos productos. Desde la colección de la leche hasta la elaboración de productos procesados, los productores confrontan problemas de diferente tipo, algunos cuya resolución es simple, por ejemplo el problema del salado excesivo de quesos para evitar su deterioro en el caso de Venezuela, cuya práctica afecta su comercialización (Hilali *et al.*, 2007; ICARDA, 2009), y otros con una solución que requiere de trabajo experimental, por ejemplo el caso de fallas en el derretido de un queso producido por productores mexicanos de San José de la Peña que es importante en la preparación de un plato tradicional (Iñiguez y Hilali, 2007). Sin embargo, la aplicación masiva de las soluciones y los beneficios obtenidos, dependerá de procesos de escalamiento y de normativas de calidad a las cuales los productores deben adherirse.

La organización de productores como se ha indicado con anterioridad es una vía alternativa de solución en tanto el productor confíe en las organizaciones formadas, que éstas sean manejadas de manera transparente y no tengan injerencias de tipo político. Lamentablemente, las acciones gubernamentales están signadas por una inclinación política, la cual puede ser disipada si los gobiernos deciden establecer como política de Estado el desarrollo del sector de pequeños productores con un alcance a los temas de comercialización de productos. Además, las organizaciones cooperativas tienen en Latinoamérica un historial trágico de manejo no transparente, ejercido por miembros

de la misma cooperativa que pertenecen a un grupo de poder o de influencia de productores, que en el corto plazo conduce al fracaso institucional. Algunos ejemplos de éxito están asociados con el manejo de estas organizaciones cooperativas por elemento profesional no ligado a la comunidad de productores, evitando conflictos de interés, y contratados por su profesionalidad con términos de referencia precisos. Muchos proyectos de desarrollo en la región tales como PROSALAFa en Venezuela (IFAD, 2003) y Dom Helder Cámara en Brasil (IFAD, 2006), desplegaron iniciativas de fomento en torno a la organización de productores con experiencias positivas y negativas que ameritan ser estudiadas y aprovechadas en nuevas iniciativas de este tipo. Promover la organización de los productores es una tarea difícil y con alto riesgo de fracaso si los arreglos institucionales, aparentes y no aparentes, y la inclusión y mejoramiento de asociaciones entre productores y otros actores interesados o dependientes de la producción, son ignorados (Aw-Hassan, 2008).

La aplicación de programas y subsidios gubernamentales similares a los impulsados en el Brasil, los cuales adquieren productos producidos por pequeños productores en conexión con la lucha contra el hambre y la pobreza, ha demostrado ser un mecanismo efectivo de arranque para sistemas como los de producción caprina lechera que ofrecen un producto diario con el que el productor obtiene un flujo sostenido de ingresos durante un periodo de varios meses en el año. Existen también iniciativas privadas dedicadas a la transformación de productos que han demostrado ser claves para el arranque de los sistemas de producción comunitarios en nichos específicos aun cuando pequeños. Este es el caso que ocurrió a la conclusión del proyecto ICARDA-Embrapa en el núcleo de aplicación tecnológica de Quixadá, en el estado de Ceará, Brasil. La puesta en marcha de una pequeña fábrica familiar de quesos en áreas circunvecinas a Quixadá, que comercializa con ventajas sus productos en supermercados del nordeste Brasileño, y la oferta de compra de leche de cabra a precios justos y más elevados (con un retorno 10 veces más elevado que el obtenido con leche de vaca), determinó que los productores opten por cambiar de un sistema semiextensivo de producción de rumiantes menores a un sistema intensivo de producción de leche de cabras. Este cambio estuvo también asociado con una demanda conspicua de tecnologías para una producción intensificada (ICARDA, 2009; Capítulo 10). El sector privado en este ejemplo, con mayor acceso al mercado para canalizar la venta de productos de pequeños productores, posibilitó el arranque de la producción en un contexto en el que *todos los participantes se benefician*. En tales casos la existencia de una transacción justa puede dar lugar a que las iniciativas de los productores apunten al cambio tecnológico sin más trámite.

Los aspectos de mercadotecnia han demostrado ser importantes en la promoción de productos en la población generando nuevas formas de consumo y normas de calidad y también son importantes en promover un producto de una región para su comercialización externa como en el caso del cordero patagónico en cuya promoción participaron investigadores del INTA-Argentina (Joaquín Mueller, INTA-Argentina,

comunicación personal, 2010). Los diferentes programas de desarrollo tienen una experiencia rica al haber propiciado una serie de estrategias de mercadotecnia que debe ser estudiada, capitalizando las lecciones aprendidas tanto en caso de ejemplos exitosos como en el caso de ejemplos fallidos. Queda mucho por hacer en promover la diversificación de productos, la cual puede dar lugar a nuevos accesos al mercado y a la gran demanda por productos de origen animal. Sin duda la investigación debe seguir explorando horizontes de diversificación.

### **Ampliar la base restringida de forrajeras adaptadas/tolerantes a los ambientes áridos**

La investigación sobre la mejora de la base alimenticia será crucial para reducir la presión sobre los campos de pastoreo, en particular si los problemas de uso irrestricto encuentran vías de solución y para suplir las demandas de intensificación de la producción. La investigación en producción de forraje como se menciona en los capítulos correspondientes del libro (Capítulos 14, 15, 16 y 17) no ha recibido suficiente atención y ha enfocado una base restringida de especies, a pesar de la variabilidad de germoplasma disponible con potencial de producir en áreas sujetas a sequía. No se está haciendo uso completo de la base de conocimiento y tecnologías disponibles en este particular. Las colecciones de los bancos de germoplasma de los centros internacionales de investigación agrícola no están siendo utilizadas, p. ej. es casi imperceptible la demanda de germoplasma de pasto *buffel* (*Cenchrus ciliaris*) colectado por ICARDA en la Península Arábiga, que podría ser de gran utilidad en Latinoamérica en cuyas zonas áridas este pasto tiene una difusión profusa, o una utilización casi nula de colecciones de *Onobrychis*, un forraje con alta productividad de agua y potencial para cubrir el déficit de alimentación en secano o regadío. Una primera vía de cambio hacia una base forrajera más diversificada puede emerger como consecuencia de propiciar un intercambio de conocimientos entre instituciones de investigación agrícola de las zonas áridas, un contexto en el que los centros internacionales y subsidios específicos p. ej. del FIDA pueden tener marcada relevancia. El proyecto realizó esfuerzos específicos de intercambio de conocimientos y material forrajero dando lugar a la inclusión de nuevo germoplasma en México con especies de los géneros *Vicia* y *Lathyrus* (ver Capítulo 17). Una segunda vía de cambio puede ser seguida a través de la investigación en red, entre instituciones que trabajan en estos ambientes de manera que diferentes tipos de especies puedan ser probadas en ambientes también diferentes para conocer las interacciones genotipo x ambiente más propicias para un determinado país. Los intercambios sur-sur han mostrado ser muy positivos en este orden (ICARDA, 1990). Una consideración clave de ser tomada en cuenta en la investigación de opciones forrajeras es el concepto de la productividad del agua que permite identificar opciones que hacen un uso más eficiente del recurso más limitante (Molden *et al.*, 2010).

Existe un gran número de especies forrajeras no convencionales que han sido identificadas con potencial para producir en las zonas áridas. Varios arbustos y especies tolerantes a la sequía, por ejemplo especies de los géneros *Atriplex* y *Acacia* que sirven para rehabilitar áreas degradadas, se han utilizado con éxito como forraje para rumiantes menores en monocultivo o en cultivos asociados. Sin embargo, estas experiencias no han sido positivas del todo, debido a las dificultades inherentes asociadas con el pastoreo de los arbustos en tierras de propiedad comunal. Un avance en la investigación en forrajes no convencionales ha sido su integración en bloques de alimentación por investigadores tunecinos (Ben Salem y Nefzaoui, 2003; Ben Salem y Smith, 2008) lo cual amplía las perspectivas para una alimentación mejorada. Algunos productores del proyecto se beneficiaron de esta tecnología (Capítulo 21). Las especies de cactus enriquecen la lista de ingredientes para las tecnologías asociadas con el uso de bloques nutricionales. Sin embargo, los beneficios de estas tecnologías en general sólo alcanzan a un número limitado de productores que pueden acceder a ellas en los sitios piloto de investigación, sin que se hayan asegurado condiciones propicias para que estén disponibles en grandes cantidades a más productores (ICARDA, 2009). El escalamiento de tecnologías promisorias como las mencionadas puede tener lugar en proyectos de desarrollo, siguiendo normativas definidas como resultado de la aplicación de políticas conductivas a ampliar la base forrajera y la participación del sector privado con capacidad de producir bloques en cantidades suficientes a un costo bajo y optimizado.

Como se documenta en los capítulos 14 y 17 del libro, las especies de nopal utilizadas como forraje tienen amplia difusión en México y Brasil. El nordeste de Brasil dedica 1 millón de hectáreas a la producción de nopal para ser utilizado como forraje en épocas de sequía. Sin embargo de las propiedades notables del nopal como proveedor de agua y forraje, la investigación en relación con su uso en la alimentación animal ha estado rezagada existiendo mucho por hacer para aprovechar la condición de alta productividad de agua de esta especie, p. ej. en cultivos en regadío con altas densidades y utilizando cladodios jóvenes con alto contenido de proteína (Manuel Sánchez, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), comunicación personal, 2010).

Otras especies no convencionales con potencial para zonas áridas subtropicales y tropicales son la *Manisoba* (*Manihot* sp.), leucaena y gliricidia (*Gliricidia sepium*), además de especies cuyo potencial se documenta en los capítulos 16 y 18, las cuales fueron probadas con resultados positivos en el proyecto en el nordeste de Brasil, en algunos casos acompañando procedimientos de conservación de forrajes que alcanzaron ejemplos notables de masificación tecnológica (ICARDA, 2009; ver también Capítulo 24).

Las posibilidades de uso de productos agrícolas y subproductos agroindustriales en las zonas áridas han sido estudiadas por instituciones de investigación agrícola



nacionales e internacionales como ICARDA, y la información ha logrado llegar a algunos productores. Sin embargo, en paralelo con el caso de los bloques alimenticios, el suministro y acceso a estos productos plantea dificultades de logística de la oferta. El desarrollo de políticas y la participación del sector privado son necesarios. Por ejemplo, la implementación de políticas conducentes a garantizar el acceso por pequeños productores a la industria productora de melaza en Siria, es la única vía que permitirá su uso masificado y de ese modo la reducción de costos de alimentación (Hartwell *et al.*, 2010; Rihawi *et al.*, 2010). Si bien varias plantas forrajeras no convencionales y sus productos derivados han sido probados con éxito en los proyectos piloto (por ejemplo, los árboles de morera) su adopción está limitada por las cantidades de producto producido, muy por debajo de la demanda.

### **Valorar la producción y resolver la falta de acceso a fuentes de animales mejorados**

Los rumiantes menores de Latinoamérica fueron introducidos durante el periodo colonial español y se expandieron en las zonas áridas, estableciéndose como poblaciones locales adaptadas a las condiciones específicas de sus diferentes ambientes. Estas poblaciones se las conoce en general como ganado criollo. Los camélidos sudamericanos domésticos (llama y alpaca) son entonces las únicas especies nativas de rumiantes menores domésticos americanos. De un modo general las poblaciones criollas o nativas registran una productividad baja o media, además de heterogénea, en ambientes donde otras razas mejoradas pueden no expresar sus potenciales a menos de que el ambiente sea mejorado. Sin duda la capacidad de las poblaciones criollas de sobrellevar las cargas de la marginalidad mejor que las razas mejoradas tiene que ver con un grado de adaptación donde ciertas combinaciones génicas presentes en la variabilidad global pueden haberse fijado como resultado de una presión de selección natural, por tanto esas capacidades no son perdidas, como muchas veces se asume, si una población criolla es desplazada o eliminada, puesto que es posible encontrarlas en la variabilidad global.

A partir de finales de la primera mitad del siglo XX se inició la introducción de razas de alta productividad desde los Estados Unidos de América, Europa o Australia con el propósito de mejorar las poblaciones locales, las más de las veces sin una base sustentada acerca de la adaptabilidad del material introducido. Estos planes que fueron efectuados por la iniciativa privada de grandes productores y de los gobiernos, dieron lugar a que en muchas subregiones las poblaciones criollas se cruzaran de manera indiscriminada, sin un diseño adecuado y pruebas comparativas de rigor para evaluar el comportamiento productivo y la adaptación de las razas exóticas, los animales cruzados y los genotipos locales, en las condiciones del pequeño productor. La paradoja es que muchas entidades de investigación formaron parte de esos planes sin brindar una adecuada orientación. Con un cierto dejo nostálgico se adscriben propiedades a

veces excepcionales que nunca fueron evaluadas en los animales criollos y se aduce que estas propiedades se perdieron. Este concepto contrasta con una documentación muy pobre de la caracterización de las poblaciones de rumiantes menores criollos en relación con sus potenciales productivos y características de adaptación lo cual justifica la caracterización de las poblaciones no solamente en torno a características morfológicas de apariencia, sino productivas y de adaptación. Existen trabajos excelentes de caracterización como los de la cabra Neuquén y la oveja Morada Nova que muestran potenciales para una valoración de estas poblaciones y también sus limitaciones productivas.

Los cruzamientos indiscriminados han dado lugar a situaciones caóticas donde en un rebaño es posible verificar la influencia de 3 y hasta 4 razas diferentes. Por ejemplo los productores lecheros de la Comarca Lagunera en México manejan rebaños de cabras criollas cruzada con animales Anglo-Nubia, Alpina y *Saanen* (Escareño, 2010). Los productores reaccionan con prontitud a las oportunidades de mercado y para acceder a éstas optan por conseguir un reproductor de una raza que se asume tiene condiciones excepcionales con base en una propaganda no sustentada desde el punto de vista científico. Es indudable que la productividad de muchas de estas razas manejadas con tecnología e insumos suficientes, en climas templados y en altitudes menores o iguales de 2.500 msnm, y sin limitaciones alimenticias, puede llegar a ser similar a la productividad registrada en sus países de origen. Estos ambientes sin embargo corresponden a la agricultura comercial y no a los ambientes de los pequeños productores cuyas limitantes ya se han descrito. La productividad de los animales y sus cruzamientos en tales condiciones es bastante pobre y en muchos casos menor a la de las razas criollas, acrecentado la frustración del productor.

Los productores en el intento de beneficiarse de las oportunidades de una demanda incrementada también intensifican sus sistemas de producción, aplicando estrategias para reducir las fluctuaciones estacionales de forraje, por ejemplo acrecentando las interacciones con la producción agrícola o a través de la adquisición de forraje/suplementos. Esta intensificación causa cambios concomitantes en la interacción genotipo x ambiente (GxA). Los productores afirman que la productividad de sus animales no mejorados en ambientes con interacciones GxA cambiadas, no compensa las costosas inversiones que deben erogar para estabilizar la fluctuación en el suministro de forrajes. Por esta razón en evaluaciones recientes de los problemas de la producción, el mejoramiento genético recibe igual atención que los aspectos nutricionales y de alimentación (Iñiguez, 2011). Los productores claman no tener acceso a genotipos mejorados, porque los programas de mejoramiento siguen siendo centralizados o no existen. Esta situación motivó a que ICARDA, la Universidad de Recursos Naturales y Ciencias Aplicadas (BOKU) de Austria, INIFAP y Embrapa Caprinos y Ovinos inicien planes de mejoramiento genético participativo y con base en la comunidad de productores, destinados a sistemas de producción de productores de escasos recursos, flexibles en cuanto a la complejidad del plan y la capacidad de los

productores y sus recursos para llevar adelante el plan, y que definen los objetivos del mejoramiento de acuerdo con los intereses de los productores y las oportunidades de mercado (ICARDA, 2005).

Las posibles características adaptativas presentes en las poblaciones de rumiantes menores criollos no han sido valoradas y su potencial no se ha explotado con estrategias adecuadas de mercadeo. Por lo tanto, hay una necesidad de caracterizar la producción en el ambiente de producción de los productores para evaluar características adaptativas y atributos especiales que puedan tener esas poblaciones, los cuales pueden ser esenciales para su valoración, mejora de la producción y manejo en situaciones de desafíos ambientales como por ejemplo los que se predicen con el cambio climático. Iniciativas que merecen consideración han sido puestas en marcha por el INTA-Bariloche, Argentina, con avances notables en la mejora del valor de la cabra de Neuquén (Lanari *et al.*, 2009).

Los cambios en los patrones de consumo y en las tendencias del mercado pueden tener un gran impacto en la biodiversidad. Como ya se indicó con anterioridad los productores utilizan para producir aquellas razas con atributos favorecidos y preferidos por el consumidor. Esto puede dar lugar a que algunas poblaciones subvaloradas sean absorbidas y por último perdidas. La situación no sólo involucra cruzamientos entre una raza mejorada y una población no mejorada sino entre poblaciones de animales nativos. Un ejemplo de esta situación se observó en Túnez (Bedhiaf-Romdhani *et al.*, 2008), donde, a causa de las preferencias comerciales que favorecen carcasas con cola delgada (reflejadas en el precio pagado por los carniceros a los productores), se produjeron cruzamientos masivos entre dos razas ovinas nativas importantes: la oveja Barbarine de cola grasa que explota ambientes desérticos y la oveja de cola delgada (Queue Fine de l'Ouest) que explota ambientes privilegiados por una precipitación pluvial más elevada. Esta situación trajo consigo la necesidad de vislumbrar estrategias que permitan mantener la biodiversidad sin reducir los beneficios de la oportunidad de mercados, considerando por ejemplo la evaluación de la diversidad genética existente en las poblaciones puras dentro de cada raza en relación con las demandas del mercado y la posibilidad de delimitar zonas para producir solo poblaciones puras y zonas donde el cruzamiento entre razas es posible, como ocurren en Marruecos con un plan innovador conocido como *Plan Moutonnier* (Boujenane, 2005).

Los aspectos de promoción comercial del cordero patagónico y de la cabra de Neuquén que han beneficiado a los productores son ejemplos que deben ser capitalizados por estudios de variabilidad para la valoración. Existen poblaciones de llamas en Bolivia con un alto potencial para la producción de fibra que no ha sido utilizado en beneficio del productor. Con un incremento en la preferencia por productos saludables y funcionales, la variabilidad para la producción de productos con estas propiedades debe ser explorada por la investigación. Por ejemplo, alimentos producidos con contenidos importantes de ácidos orgánicos y ácidos grasos y de otros aspectos

funcionales deseables (grasas omega, CLA, etc.) darían una valoración inmediata a los animales que tienen la capacidad de producirlos. La investigación también debe explorar si algunos componentes abundantes en la vegetación nativa de los campos de pastoreo (p. ej. taninos y componentes secundarios) son movilizados a los productos producidos por animales que consumen esa vegetación y si esos productos tienen efectos colaterales beneficiosos para la salud humana (p. ej. propiedades oxidantes). Los taninos en las dietas de rumiantes menores ya han demostrado reducir la carga de parásitos gastrointestinales, lo que confiere un valor añadido a los sistemas de uso de la vegetación rica en taninos. En este particular será también importante evaluar la capacidad inherente de una población animal dada o de un sistema de producción específico de producir en condiciones marginales con ventaja sobre otras poblaciones o sistemas, para luego explotar esa condición como elemento de valoración de la población o del sistema.

### **Promover un ambiente facilitador para la adopción considerando políticas e inversiones necesarias**

La adopción de las tecnologías y el salto productivo que caracteriza el cambio tecnológico de los sistemas de producción de pequeños productores no son sólo dependientes de cuán adecuada sea la tecnología que se aplica en el ambiente de producción. Existen factores fuera del contexto y del control de la investigación que determinan la adopción y el escalamiento tecnológico, los cuales fueron documentados en los diferentes capítulos del libro. Se requiere de una estrategia de Estado que con prelación impulse el desarrollo de las zonas áridas y semiáridas de un país mediante políticas conductivas al cambio tecnológico. Estas políticas deberían: normar y promover el uso sostenible de los recursos naturales y genéticos; normar las relaciones productor-mercado promoviendo la equidad y estimulando la diferenciación de precios para cada producto; permitir la continuidad de la asistencia técnica y la investigación; promover el desarrollo intitucional involucrando a productores y actores del contexto productivo; y viabilizar inversiones adecuadas y de largo plazo. Sin esos ingredientes que constituyen el ambiente facilitador no será posible un cambio tecnológico y los centros de investigación continuarán siendo criticados y operando sin un impacto visible. Pero también se requerirá, como se explica en los capítulos 9-11, nuevas aproximaciones de la investigación para interactuar con el productor en el proceso de investigación adaptativa, que sean inclusivas e integren otros actores claves del contexto productivo. Y además, de investigadores comprometidos con la mejora de los medios de vida de los productores pobres, sus clientes más importantes. En todo momento la investigación estratégica deberá seguir trabajando en dilucidar y entender procesos y problemas, y desarrollando nuevas opciones, atendiendo las demandas y oportunidades que confronta la producción.

Dentro del contexto socio-político de un país determinado es importante inventariar y analizar las políticas que afectan a la producción de rumiantes menores,

los mercados y la comercialización, regulaciones de precios, la calidad de productos, y la gestión de los recursos naturales. El análisis cuidadoso de este inventario podría contribuir al diseño y perfeccionamiento de las acciones de IyD y determinar las inversiones e intervenciones necesarias para promover esas políticas. Hay una necesidad de examinar los mercados en relación con los las amenazas y riesgos a la producción, y los factores principales que dificultan el acceso de mercado. La experiencia ganada por las organizaciones de productores en sus vinculaciones con los mercados deben ser insumos para la formulación y ajuste de políticas en este particular.

Se necesitan más investigaciones regionales para evaluar el impacto de los cambios del mercado en los medios de vida de los pequeños productores y en las poblaciones animales, en particular con el advenimiento del cambio climático, y predecir las tendencias y las soluciones de compromiso que pueden surgir entre los países de la región o dentro de las provincias/departamentos/estados de un país (Aw-Hassan *et al.*, 2010). Esta información será determinante para el diseño de políticas con pertinencia y anticipación. Los centros internacionales de investigación agrícola cuentan con información importante como resultado de la investigación en materia de políticas y de una infraestructura y vinculaciones que serán de marcada utilidad en este orden.

### **Mejorar los procesos de escalamiento para lograr el cambio tecnológico**

En general, la adopción de nuevas tecnologías que mejoran la productividad de los rebaños de pequeños productores ha sido lenta en las zonas áridas, y el impacto de la investigación sobre la producción ganadera ha sido menos visible que el conseguido en otras áreas de la producción agrícola. Este escenario es común a los ambientes marginales de todos los países en desarrollo. Además, los productores son conservadores en su elección de estrategias para hacer frente a un medio ambiente variable y de alto riesgo, y por tanto reacios a cambiar sus prácticas. Sin embargo, ellos se interesan en tecnologías orientadas al mercado para incursionar en la intensificación y diversificación de la producción. Algunos proyectos piloto de investigación como los que se documentan en los capítulos de propuestas tecnológicas han tenido éxito en probar innovaciones tecnológicas para mejorar la productividad, pero sólo han influido en un pequeño número de productores o comunidades, y por lo tanto la adopción es todavía lenta. Esto llevó a investigadores de ICARDA de las áreas de producción ganadera y socioeconomía a buscar estrategias para el escalamiento de los resultados de proyectos piloto hacia un mayor número de sistemas de producción, de manera que se abrevien procesos haciendo que la investigación y el escalamiento puedan llevarse a cabo de manera simultánea (Aw-Hassan, 2008).

La posibilidad de poner en práctica y consolidar la idea anterior puede ser sólo lograda en el ámbito de los proyectos de desarrollo que proporcionan otros ingredientes (el ambiente facilitador) necesarios para su adopción: apoyos a la producción (p. ej. crédito), posibilidades de integración con la cadena de comercialización (p. ej. impulsando microempresas y organizaciones de productores), inclusión de participación de otros actores interesados en la producción (p. ej. el sector privado), políticas y normativas adecuadas (p. ej. legislación y normativas para el uso de campos comunales de pastoreo), e infraestructura (p. ej. construcción de presas de almacenamiento comunitarios y sistemas de riego conservativo para producir forraje). Por tanto será crucial que la planificación del desarrollo involucre al componente de investigación, de manera que éste tenga asignados una responsabilidad y los recursos necesarios para el escalamiento de tecnologías.

## Conclusión

Los sistemas de producción de rumiantes menores de productores pequeños en Latinoamérica confrontan una problemática compleja. La escasez de agua limita la producción de alimentos animales y afecta la productividad. En ambientes de gran altitud la presencia de heladas extendidas durante el año reducen aún más las posibilidades de producir forrajes. La mayoría de estos sistemas depende de la vegetación nativa que se encuentra en un deterioro continuo por el sobrepastoreo. Si bien existen oportunidades de mercado existen también dificultades de acceso y transacciones sin equidad que no permiten que el productor alcance los beneficios máximos de una demanda en crecimiento. El desarrollo de estas zonas no ha sido suficiente, la investigación no ha logrado masificar sus tecnologías y la adopción es mínima. El exiguo ambiente facilitador debería contar con políticas y normativas adecuadas para el manejo de los recursos naturales y genéticos, la mejora de los accesos a los mercados, la producción con calidad y con inocuidad, una asistencia crediticia y técnica continuada y un sistema de investigación y transferencia fortalecido y actualizado. Se requieren también de inversiones considerables en planes de desarrollo a largo plazo. Estos aspectos requieren de una política global de Estado que enfoque el desarrollo económico y social de las áreas rurales en los ambientes áridos y semiáridos. La IyD tiene grandes desafíos que resolver para lograr un cambio tecnológico efectivo: 1) Revertir el uso irrestricto de áreas comunales en sobrepastoreo y los procesos de degradación de la tierra, 2) Acceso mejorado y justo a los mercados y una intermediación con equidad, 3) Ampliar la base restringida de forrajeras adaptadas/tolerantes a los ambientes áridos, 4) Considerar la adaptación animal y la variabilidad para valorar la producción y resolver la falta de acceso a fuentes de animales mejorados, 5) Promover de manera proactiva el establecimiento del ambiente facilitador para la adopción, considerando políticas, normativas e inversiones, 6) Mejorar los procesos de escalamiento para lograr el cambio tecnológico. Esta lista no es exhaustiva ni excluyente pero de suyo contiene retos difíciles de resolver, en cuyo proceso se requiere de una sinergia coherente entre la investigación y el desarrollo, desde la planificación hasta la

ejecución, de modo tal que el componente de investigación de la IyD pueda asistir y tener la responsabilidad de dirigir los aspectos técnicos de los procesos de escalamiento en los procesos de desarrollo. Las soluciones a los retos enfrentados por los productores no son simples, pero tampoco imposibles. Con el compromiso de todos los actores involucrados en las zonas áridas, la IyD podría inducir al cambio tecnológico, y como consecuencia a la mejora de las condiciones de vida de los pequeños productores de rumiantes menores, a frenar la migración rural y a un manejo sostenible de los recursos naturales.

## Agradecimientos

El autor agradece a Joaquín Mueller del INTA-Argentina, Manuel Sánchez del IICA, Homero Salinas del INIFAP-México, Marco Bomfim y Olivardo Facó de Embrapa Caprinos y Ovinos-Brasil, Ramón D'Aubeterre, del INIA, Venezuela, y Raúl Hernán Meneses Rojas del INIA-Intihuasi, Chile, por la información brindada, y a sus colegas de ICARDA con los que trabajó durante el desarrollo de actividades de investigación en Latinoamérica: Aden Aw-Hassan, Asamoah Larbi, Muhi El-Dine Hilali, Safouh Rihawi y Monika Zaklouta, quienes contribuyeron en discusiones al diseño de este proyecto y a los aspectos administrativos de su ejecución. De igual modo expresa sus agradecimientos a todos los investigadores y ejecutivos de los proyectos de desarrollo con quienes interactuó en Brasil, México y Venezuela durante la ejecución del proyecto por su dedicación al mismo y los esfuerzos que se tradujeron en experiencias exitosas.

## Literatura Citada

- Aw-Hassan, A.A. 2008. Strategies for out-scaling participatory research approaches for sustaining agricultural research impacts. *Development Practice* 18: 564-575.
- Aw-Hassan, A., F. Shomo and L. Iniguez. 2010. Trends in small ruminant meat production-consumption gaps in West Asia and North Africa: Implications for intra-regional trade. *Outlook on Agriculture* 39: 41-47.
- Bedhiaf-Romdhani, S., M. Djemali, M. Zaklouta and L. Iniguez. 2008. Monitoring crossbreeding trends in native Tunisian sheep breeds. *Small Ruminant Research* 74: 274-278.
- Ben Salem, H. and A. Nefzaoui. 2003. Feed blocks as alternative supplements for sheep and goats. *Small Ruminant Research* 49: 275-288.
- Ben Salem, H. and T. Smith. 2008. Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. *Small Ruminant Research* 77: 174-194.
- Boujenane, I. 2005. Small ruminant breeds of Morocco. In: Characterization of Small Ruminant Breeds in West Asia and North Africa. Vol. II. North Africa (L. Iniguez, ed.). ICARDA, Aleppo, Syria. pp. 5-54.
- Delgado, C., M. Rosegrant, H. Steinfeld, S. Ehui and C. Courtois. 1999. Livestock to 2020: the next food revolution. Food, Agriculture and the Environment Paper 28.
- Embrapa-ICARDA. 2006. Manejo de la Vegetación Nativa para la Producción de Rumiantes Menores en las Zonas Áridas de Latinoamérica. Taller de Metodologías, Embrapa Caprinos y Ovinos, Fortaleza 12-14 Junio, Embrapa-ICARDA. (CD-ROM)

- Escareño, L. 2010. Design and implementation of a community-based goat breeding program for smallholders in the North of Mexico. PhD thesis. University of Natural Resources and Applied Life Sciences. Vienna, Austria.
- FAO. 2010. Statistical database. <http://faostat.fao.org/site/573/default.aspx#ancor> (Consulta: 5.20.2010).
- Hartwell, B.W., L. Iñiguez, W.F. Knaus and J. Madsen. 2010. Awassi lamb growth responses and carcass traits, and economic benefits associated with reduced-cost diets made from locally available feed resources. *Small Ruminant Research* 93(1): 48-52.
- Hilali, M.E.D., C. Sánchez, R. D'Aubeterre, R. Rangel and L. Iñiguez. 2007. Local knowledge in processing goat dairy products, main constraints and recommendations for its standardization in Lara and Falcon states, Venezuela. Project Report. ICARDA. 29 pp.
- ICARDA. 2001. Improvement of small ruminant production in the dry areas. Annual Project Report 2001. Natural Resource Management Program. ICARDA, Aleppo, Syria. 21 pp.
- ICARDA. 2002. Improvement of small ruminant production in the dry areas. Annual Project Report 2002. Natural Resource Management Program. ICARDA, Aleppo, Syria. 24 pp.
- ICARDA. 2003a. Improvement of small ruminant production in the dry areas. Annual Project Report 2003. Natural Resource Management Program. ICARDA, Aleppo, Syria. 18 pp.
- ICARDA, 2003b. Integrated feed and livestock production in the steppes of Central Asia. Consolidated Report. Aleppo, Syria. 15 pp.
- ICARDA. 2004. Improvement of small ruminant production in the dry areas. Annual Project Report 2004. Natural Resource Management Program. ICARDA, Aleppo, Syria. 19 pp.
- ICARDA. 2005. Design and Implementation of Breeding Plans for Small Ruminant Smallholders. Regional Planning workshop. Fortaleza, Brazil, Mayo 3-6, 2005, ICARDA-Embrapa Goats. (CD-ROM)
- ICARDA. 2007. Análisis de la producción, transformación y comercialización de productos caprinos en seis localidades de los estados Lara y Falcón. Centro Internacional de Investigación Agrícola para las Zonas Áridas (ICARDA)-Proyecto de Desarrollo Sostenible de las Zonas Áridas de los estados de Lara y Falcón (PROSALAFa II)-Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). ICARDA, Alepo, Siria. 42 pp.
- ICARDA. 2009. Strengthening institutional capacity to improve marketing of small ruminant products and income generation in dry areas of Latin America. Final Project Report 2003-2008. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Syria. 101 pp.
- IFAD. 2003. <http://www.ifad.org/gbdocs/eb/80/e/EB-2003-80-R-35-Rev-1.pdf> (Consulta: 5.5.2011).
- IFAD. 2006. TAG No. 659- Strengthening the Institutional Capacity to Improve Marketing of Small Ruminant Products and Income Generation in the dry Areas of Latin America. Review Mission Report. International Fund for Agricultural Development (IFAD), Rome, Italy. 38 pp.
- IFAD. 2010. [http://www.ifad.org/evaluation/public\\_html/eksyst/doc/prj/region/pl/brazil/dhcp/doc/approach\\_paper.pdf](http://www.ifad.org/evaluation/public_html/eksyst/doc/prj/region/pl/brazil/dhcp/doc/approach_paper.pdf) (Consulta: 5.5.2011).
- Iñiguez, L. and M.E.D. Hilali. 2007. Towards value addition and quality enhancement in small ruminant production. In: 1st Conference on Food Safety of Animal Products. National Center for Agricultural Research and Technology transfer (NCARTT), Hohenheim University, Stuttgart and Novi Sad University. Amman, Jordan, November 12-14. <https://food-safety.uni-hohenheim.de> (Consulta: 3.5.2011).
- Iñiguez, L. 2011. The challenges of research and development of small ruminant production in dry areas. *Small Ruminant Research* 98: 12–20.
- Lanari, M.R., M. Pérez Centeno, J. Arrigo, S. Debenedetti and M. Abad. 2009. Local breeds and goat fiber: Basis for a rural development in Northern Patagonia, Argentina. *Animal Genetic Resources Information* 45: 55-59.
- MAGP (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca). 2001. Ley Ovina. [http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/ganaderia/ley\\_ovina/01=presentacion/01-ley\\_ovina/index.php](http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/ganaderia/ley_ovina/01=presentacion/01-ley_ovina/index.php) (Consulta: 3.5.2011).



MAGP (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca). 2006. Ley Caprina. <http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/ganaderia/caprinos/index.php> (Consulta: 3.5.2011).

Molden, D., T. Oweis, P. Steduto, P. Bindraban, M. Hanjra and J. Kijne. 2010. Improving agricultural water productivity: between optimism and caution. *Agricultural Water Management* 97: 528-535.

Quispe, E.C., T.C. Rodríguez, L. Iñiguez y J.P. Mueller. 2009. Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. *Animal Genetic Resources Information* 45: 1-14.

Rihawi, S., L. Iñiguez, W.F. Knaus, M. Zaklouta, M. Wurzinger, J. Soelkner, A. Larbi and M.A.D. Bomfim. 2010. Fattening performance of lambs of different Awassi genotypes, fed under cost-reducing diets and contrasting housing conditions. *Small Ruminant Research* 94:38-44.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2010. Estadísticas. Estimación de consumos nacionales de carne caprina y ovina 1990-2005. Coordinación General de Ganadería. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Estadisticas/Paginas/default.aspx> (Consulta: 3.5.2011).

Shelton, M. 1993. Conceptos económicos y biológicos en la definición de prioridades de investigación. En: Producción de Rumiantes Menores en los Valles Interandinos de Sudamérica: Memorias de un Taller sobre Metodologías de Investigación (L. Iñiguez y E. Tejada, ed.), Tarija, Bolivia, 16-21 de agosto de 1993. Red de Rumiantes menores (RERUMEN). pp. 133-152.

Sório, A. 2009. Sistema agroindustrial da carne ovina: O exemplo do Mato Grosso do Sul. Passo Fundo, Méritos. 109 pp.

Tejerina, A. 1995. Avances en la Comercialización de la Carne Camélida en Oruro. En: Memorias Primera Mesa Redonda sobre la Comercialización de la Carne de Llama. La Paz, Bolivia, 23 de junio 1995, Asociación de Trabajadores en Carne de Camélidos de la Ciudad de El Alto y Proyecto Regional Camélidos (PRORECA). pp. 68-74.

## II. El Contexto de la Producción: La Vegetación Nativa, Base de los Recursos Naturales, Tipos de Sistemas de Producción y Mercados





# Capítulo 2

## Descripción y Problemática de los Tipos de Vegetación Nativa en los Sistemas de Producción Ovina y Caprina en el Semiárido Brasileño

João Ambrósio de Araújo Filho

*Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria (Embrapa),  
Embrapa Caprinos y Ovinos, Sobral, Ceará, Brasil*

### Introducción

La Caatinga, vegetación predominante en la región semiárida del nordeste de Brasil, constituye la base alimenticia de los rebaños domésticos desde la introducción de la actividad pecuaria alrededor de 1635 (Braga, 1962; Aragão, 1990). Caracterizada por una biodiversidad sorprendente en cuanto a flora de áreas semiáridas, se destaca por tener un número elevado de especies forrajeras en sus estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo. De esta vegetación 70% de las especies arbóreas participan en la composición de la dieta de los pequeños rumiantes (Kirmse, 1984; Peter, 1992; Araújo Filho *et al.*, 1996; Araújo Filho *et al.*, 1998). Considerando la composición florística típica, la fitomasa para pastoreo de la parte aérea de la Caatinga consiste de 63,3% de hojas de árboles y arbustos y 35,7% de hierbas (gramíneas y otras). A su vez, la dieta promedio de los ovinos se compone de 70,7% de hojas de especies leñosas y 29,3% de hierbas, mientras que la dieta promedio de los caprinos está constituida por 88,4% de hojas de especies arbóreas y arbustivas y 11,6% de hierbas (Peter, 1992; Araújo Filho *et al.*, 1996). Debido a esta variedad en el consumo, los caprinos y ovinos en pastoreo en la Caatinga que no haya sido degradada pueden seleccionar una dieta con el contenido proteico adecuado durante todos los meses del año (Pfister, 1983; Souza, 1991; Peter, 1992).

Las prácticas adoptadas por la ganadería, por la agricultura de subsistencia y por la silvicultura siempre fueron extractivas. En la primera predominó el sobrepastoreo, en la segunda el desmonte y la quema, y en la tercera el oportunismo sin reposición forestal (Duque, 1980). Los resultados perjudiciales para la vegetación y el suelo se manifiestan actualmente en los elevados niveles de degradación de estos recursos naturales (Jacomine, 1996; Araújo Filho, 2000).

El modelo de explotación agrícola comienza con el desmonte total, seguido de la quema del material después de la recuperación de la madera útil, amontonamiento y quema de las sobras, plantío de cultivos de subsistencia durante un año o dos y abandono del área para barbecho o pastoreo (ABEAS, 1988). La agricultura siempre es practicada con el uso de fuego, inclusive en las áreas cultivadas el año anterior, donde

se quema el material herbáceo seco (rastrojo), además de los restos del cultivo. Esto resulta en el creciente empobrecimiento de la fertilidad de los suelos y, en especial en áreas accidentadas y quebradas, en pérdidas considerables de suelo por la erosión (Jacomine, 1996). La ganadería, practicada principalmente en áreas marginales, se caracteriza por el sobrepastoreo, el cual es una causa primaria de los procesos de degradación de la vegetación en esas áreas (Araújo Filho, 1980; Filgueiras, 1991).

Debido a una creciente demanda de madera como fuente de energía (leña y carbón), la vegetación de la Caatinga está siendo deforestada en una proporción de centenas de miles de hectáreas por año, al punto que es posible que este recurso forestal se haya agotado en los próximos veinte años (Riegelhaupt *et al.*, 1992). El resultado de la explotación de la vegetación leñosa de la Caatinga ha sido la disminución gradual de la cobertura forestal, alcanzando porcentajes de reducción de la cobertura vegetal que varían entre 43,7% y 73,0% lo cual corresponde a una tasa anual de 2,7% de deforestación (Riegelhaupt *et al.*, 1992). Se estima que la desertificación está afectando todo el nordeste brasileño, comprometiendo un área de 66 millones de hectáreas, y a una población de 15,7 millones de personas, causando un perjuicio anual de cerca de 500 millones de reales (aproximadamente 500 millones de dólares americanos) (Filgueiras, 1991). Aun cuando existen controversias con respecto a la intensidad de degradación de la Caatinga, hay consenso en que la vegetación está siendo degradada por la deforestación sistemática, quemas frecuentes, sobrepastoreo y cacería predatoria, resultando en grandes pérdidas de su biodiversidad.

Si no se asumen cambios tecnológicos, económicos y sociales, que en el corto plazo frenen y reviertan estos procesos, la desertificación continuará, robustecida por el cambio climático que probablemente intensificará el grado de aridez de la región. En este capítulo se describen las características generales del semiárido brasileño y de la Caatinga, el bioma principal de esta región, la vegetación nativa que soporta los sistemas pecuarios y la problemática asociada con el uso de este importante recurso natural.

## Caracterización del Semiárido Brasileño

La región nordeste de Brasil (de 1° a 18° latitud sur y de 34°30' a 48° 20' longitud oeste) ocupa un área de 1.640.000 km<sup>2</sup>, correspondiente a 19,9% del territorio nacional, y se extiende a través de diez estados de la Federación: Maranhão, Piauí, Ceará, Río Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahía y el Norte de Minas Gerais (Figura 1). A su vez, las áreas semiáridas del nordeste incluyen 980.000 km<sup>2</sup>, correspondientes a 60% del nordeste brasileño. Las áreas de sierra son consideradas como no pertenecientes al semiárido. La altitud media de la región varía de 60 a 600 msnm.



**Figura 1. Mapa del semiárido brasileño.**

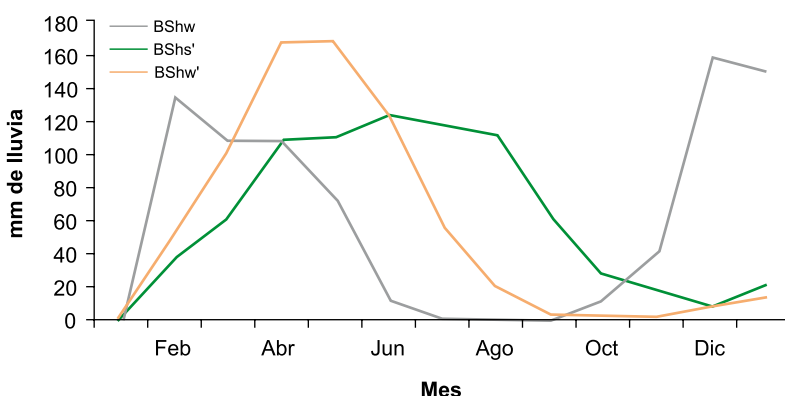
*Fuente:* IBGE (2007).

*Notas:* AL = Alagoas;  
 BA = Bahía; CE = Ceará;  
 PB = Paraíba; PE = Pernambuco; PI = Piauí;  
 SE = Sergipe;  
 RN = Rio Grande do Norte.

## Clima

El semiárido brasileño se sitúa entre las isoyetas 300 y 800 mm anuales, con una evapotranspiración potencial que puede alcanzar 2.700 mm anuales. El régimen pluvial se caracteriza por dos estaciones: una estación húmeda, con una duración de 3 a 4 meses que concentra casi 80% de las precipitaciones anuales; y una estación seca que dura el resto del año. La temperatura es isotérmica, con una media anual entre 25°C y 31°C, siendo junio y julio los meses más fríos. La humedad relativa del aire fluctúa entre 40% y 50% en la época seca, y entre 80% y 90% en la estación húmeda.

Se puede decir, entonces, que en la región predomina el clima seco y caliente o megatérmico, con temperaturas medias mensuales superiores a 18°C. Tres tipos de clima (Figura 2) pueden ser identificados de acuerdo con la clasificación de Köppen: el BShw, el BShw' y el BShs' (Andrade, 1964).



**Figura 2. Tipos de clima predominantes en el semiárido brasileño.**

Fuente: Andrade (1964).

El clima BShw es clasificado como semiárido, con una estación lluviosa corta en el verano, concentrándose las precipitaciones pluviales en los meses de diciembre y enero. Es el clima característico del Sur de Piauí y parte del sertón de Bahía. El clima BShw' es semiárido, con una estación lluviosa corta en verano-otoño, concentrándose las precipitaciones pluviales en los meses de marzo y abril. Se presenta en las regiones del Norte de Marañón y de Piauí, en el estado de Ceará y en los sertones de Río Grande do Norte y Paraíba. Y el clima BShs', aunque también es semiárido, presenta una estación lluviosa corta en otoño-invierno, concentrándose las precipitaciones pluviales en los meses de mayo y junio.

### Cobertura edáfica del semiárido brasileño

La mayoría de los suelos se originaron durante el periodo terciario de rocas precámbricas muy antiguas, profundamente degradadas y sobrepuestas por sedimentos marinos y otros sedimentos más recientes. También existen afloramientos cristalinos remanentes, incluyendo mesas monolíticas y áreas montañosas aisladas (Andrade-Lima, 1981).

En general, estos suelos son químicamente adecuados, pero casi siempre presentan restricciones físicas serias. Cerca de 15 clases de suelo recubren la región semiárida del nordeste: *Lato soles* Rojo-Amarillos y Rojo-Oscuros (Oiosle), *Litólogos* (Fases Líticas), *Podzólicos* Rojo-Amarillos (Ultisoles), *Brunos-No-Cálcicos* (Mollisoles), *Arenas Quartzosas* (Psammentes), *Planossolos Solódicos* (Alfisolos), *Brunizems-Rojizos*, *Solonetz-Solodizados*, *Solonchaks*, *Cambissolos* (Inceptisoles), *Vertisoles*, *Regossolos* (similares a Entisoles), *Suelos Aluviales* y *Rendzinas* (Leptosoles) (Jacomine, 1996). Estos quince tipos se destacan entre los más comunes

y recubren cerca de 86,6% de la región. Todos ellos presentan un problema en común: se encuentran en fases de erosión acelerada (Tabla 1).

**Tabla 1. Clases de suelos predominantes en el semiárido del nordeste de Brasil con sus respectivos porcentajes de cobertura y degradación.**

Tipo de suelo <sup>(1)</sup>	Área de cobertura (%)	Degradación (%)
<i>Latosoles</i> (Oxisoles)	21,0	9,1
<i>Litólicos</i> (Litosoles)	19,2	65,0
<i>Podzólicos</i> (Ultisoles)	14,7	29,0
<i>Brunos-No-Cálcicos</i> (Mollisoles)	13,3	65,0
<i>Arenas Quartzosas</i> (Psammentes)	9,3	0,0
<i>Planossolos Solódicos</i> (Planosoles, Alfisoles)	9,1	9,1
Totales/promedio	86,6	29,6

Fuente: Datos adaptados de Jacomine (1996).

Nota: <sup>(1)</sup> En paréntesis la equivalencia de estos suelos con la clasificación taxonómica de suelos (Soils Survey Staff, 1975).

## Fauna

La fauna de la Caatinga es todavía abundante a pesar de la destrucción de sus hábitats y la caza indiscriminada. Sin embargo, la biodiversidad actual está muy por debajo de lo reportado por la Comisión Científica de Exploración (Braga, 1962). En la actualidad se pueden encontrar 148 especies de mamíferos, diez de las cuales son endémicas. De las 348 especies de aves, 15 son endémicas y 20 están en peligro de extinción. Además, se encontraron 107 especies de reptiles, 47 especies de anfibios y 185 especies de peces, 57,3% de las cuales son también endémicas (Portal San Francisco, 2011).

Una fauna diversa y bien manejada contribuye a los equilibrios entre planta suelo y vegetación, ayuda a mantener la estructura de los suelos y también a evitar desbalances que resulten en la emergencia de especies vegetales y animales perjudiciales o indeseables. Un ejemplo está descrito en el Capítulo 10 en el que se da cuenta que una de las causas de un siembra fallida de sorgo fue debida precisamente a un ataque severo de pájaros. Estos aspectos no han sido sujetos de la investigación científica en el contexto de la producción agropecuaria de manera que no se cuentan con estimaciones de los perjuicios causados por la disminución de la diversidad de la fauna en la producción. Las nuevas recomendaciones de manejo de la Caatinga con una orientación ecológica y productiva, por ejemplo el fomento del agroturismo, como fuente adicional de ingreso para el productor, son temas que requieren de estudios sistemáticos relativos a la fauna, sus interrelaciones con la producción pecuaria y su manejo.



## Vegetación

El semiárido brasileño tiene la mayor parte de su territorio ocupado por una vegetación xerófita, de fisonomía y florística variadas, denominada Caatinga, la cual cubre un área total de casi 824.000 km<sup>2</sup>. Aproximadamente 50% de las tierras cubiertas por la Caatinga son de origen sedimentario, ricas en aguas subterráneas. El término Caatinga es una denominación típica del nordeste semiárido brasileño, tiene origen indígena (caa = monte, tinga = blanco) y significa monte/bosque blanco. Sus límites costeros están constituidos por remanentes del bosque atlántico y sus límites tierra adentro están formados por el Cerrado. En los límites geográficos de la Caatinga también se observa la presencia de los pantanos de altitud que contienen elementos florísticos de los bosques atlántico y Amazonas (Andrade-Lima, 1981).

El único bioma genuinamente brasileño, la Caatinga, tiene una vegetación constituida especialmente por especies arbustivas y arbóreas de porte pequeño, generalmente dotadas de espinas, caducifolias en su mayoría, que pierden sus hojas al inicio de la estación seca. El sustrato puede estar compuesto de cactáceas, bromeliáceas, e inclusive por un componente herbáceo poco significativo formado por gramíneas dicotiledóneas herbáceas, predominantemente anuales (Araújo Filho, 1992).

La densidad, frecuencia y dominancia de las especies son determinadas por las variaciones topográficas, tipo de suelo y pluviosidad. Fisonómicamente, se pueden identificar ocho tipos de Caatinga (Andrade-Lima, 1981):

- 1) Caatinga arbórea, prácticamente sin sustrato arbustivo, con cobertura superior al 60%, propia de áreas de suelos fértiles en los límites superiores de pluviosidad del bioma.
- 2) Caatinga arborescente, con sustrato arbustivo abierto.
- 3) Caatinga arborescente arbustiva cerrada, con sustrato arbustivo denso, constituye la forma más común de Caatinga clímax, y es también llamada de *carrasco*.
- 4) Caatinga arborescente arbustiva abierta con sustrato de cactáceas y bromeliáceas.
- 5) Caatinga arbustiva densa, también llamada de arbusto caducifolio.
- 6) Caatinga arbustiva abierta, típica de los suelos rasos con afloramientos rocosos.
- 7) Caatinga tipo sabana formada por el *seridó* y *tabuleiros sertanejos*.
- 8) Caatinga asabanada con afloramientos rocosos.

No existe una lista completa de las especies de la Caatinga según sus diferentes situaciones edafoclimáticas (*agreste*, *sertón*, *cariri*, *seridó*, *carrasco*, entre otras).



Foto: Araújo Filho

**Caatinga arbórea densa**



Foto: Araújo Filho

**Caatinga tipo sabana con afloramientos rocosos**

Foto: Araújo Filho



### Condición de sobrepastoreo

En trabajos cualitativos y cuantitativos relacionados con la flora de la Caatinga se registraron 596 especies arbóreas y arbustivas, 180 de las cuales serían endémicas. El número de especies herbáceas de la Caatinga tiende a aumentar significativamente. Las familias más frecuentes son Caesalpinaceae, Mimosaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae y Cactaceae, con los géneros *Senna*, *Mimosa* y *Pithecellobium* presentando el mayor número de especies. Las especies pioneras encontradas más frecuentemente son: *marmeleiro* (*Croton sonderianus*), *jurema preta* (*Mimosa tenuiflora*), *velame* (*Croton silvestris*) y malva blanca (*Cordia* sp.).

La Caatinga se muestra bastante rica y diversa en su biodiversidad, presentando gran potencial forrajero, maderero, frutícola, medicinal y de fauna. La producción media anual de fitomasa de la parte aérea de la vegetación de la Caatinga en exclusiones (producción potencial) se sitúa en torno a las 6 ton/ha, distribuidas en 2 ton de madera y 4 ton de hojas, flores y frutos (Araújo Filho y Carvalho, 1997). Estos promedios están sometidos a fuertes variaciones debidas, principalmente, a los cambios en las características de la estación de lluvias, al tipo de suelo y al estadio de la sucesión secundaria, resultante del uso pasado y presente del área.

La Caatinga se encuentra en una de las regiones semiáridas más pobladas del mundo. La región ha sido tan alterada por la acción antrópica que existen pocos ejemplos ecológicamente representativos de sus diferentes formaciones vegetales. Este fue el primero de los biomas brasileños en sufrir el intenso proceso de la acción antrópica causado por la colonización, siendo sus recursos naturales explotados de forma inmediatista y no sostenible, su agua utilizada de manera no planificada y su suelo erosionado y agotado por el mal uso y el desmonte excesivo de la cobertura vegetal original (Duque, 1980). La problemática socioeconómica de gran parte de la población residente en la Caatinga sin duda contribuye en gran medida a esta degradación, ya que la explotación de los recursos naturales es su principal fuente de subsistencia.

## **Pasturas de Secano en Modelos de Sistemas de Producción en el Semiárido del Nordeste**

La explotación agrícola y pastoril del semiárido del nordeste generó un gran número de sistemas de producción como respuesta a las variaciones ambientales, económicas, sociales y culturales. Estos sistemas varían desde la agricultura itinerante de los cultivos de subsistencia hasta los más modernos de fruticultura irrigada. Los sistemas de agricultura migratoria, que se caracterizan por la diversidad cultural, generalmente incluyen la actividad pastoril y la maderera, además del cultivo agrícola; mientras que los sistemas de la agricultura industrial son altamente especializados y practican el monocultivo.

Se define como sistema pecuario de uso de la tierra cuando alrededor del 60% de los rendimientos económicos provienen de la actividad pastoril (Sampaio *et al.*, 2003). En el semiárido del nordeste brasileño, la pecuaria fue la actividad pionera de uso de la tierra y, debido a las características ecológicas de la región, sigue siendo la actividad que mejor absorbe el impacto de la inseguridad climática y la que más contribuye a la pertenencia del hombre a la tierra. La mayoría de los sistemas pecuarios del semiárido del nordeste son sistemas de explotación extensiva de secano que pueden incluir sólo una especie animal, aunque la mayoría de las veces incluyen dos o más especies produciendo simultáneamente en la misma pastura (Gutierrez-Aleman, 1983; Queiroz, 1985). Además, la pastura puede ser nativa o mejorada por la introducción de forrajeras nativas y/o adaptadas a las condiciones ecológicas regionales. Varios modelos de estos sistemas se presentan en el paisaje de los sertones, los cuales pueden ser agrupados en dos categorías de acuerdo al tipo de vegetación que es explotada.

### **Pastura nativa herbácea (sabana)**

Los rebaños manejados en estos sistemas, ya sea aisladamente o en combinación, incluyen bovinos, ovinos y caprinos. En relación con el tamaño de las propiedades

rurales, los bovinos son generalmente criados en fincas medianas y grandes, mientras que los ovinos y caprinos tienden a formar los rebaños de las pequeñas fincas de agricultura familiar (Gutierrez-Aleman, 1983). El impacto de estos sistemas en el ambiente varía en intensidad según la especie animal debido a las diferencias en la composición de las dietas y hábitos de pastoreo.

Este tipo de pastura tiene baja cobertura arbórea, caracterizándose por su elevado porcentaje de suelo cubierto por vegetación herbácea, generalmente anual, siendo los *planossolos* (Alfisoles) su cobertura edáfica predominante (Araújo Filho *et al.*, 1982; Leite *et al.*, 2000). El sobrepastoreo de bovinos y ovinos en áreas de Caatinga tipo sabana resulta en una mayor intensidad de erosión tanto hídrica como eólica, con pérdidas de suelo, carbono, nutrientes y agua semejantes a las de los sistemas agrícolas de ciclo corto. Esto se debe a que, en este tipo de vegetación, el retiro de la fitomasa aceptable por el animal puede alcanzar situaciones que resultan en la exposición total del suelo. Factores como la fase de degradación, la cobertura arbórea y la declividad afectan la intensidad de este efecto.

En condiciones de pastoreo en Caatinga tipo sabana, el impacto de los caprinos es menos acentuado que el de bovinos y ovinos, debido a que los caprinos tienen menor preferencia por las gramíneas y difieren en su hábito de pastoreo, cortando a una altura más elevada que las otras dos especies de rumiantes (Pereira Filho *et al.*, 1997). En estas áreas la crianza de caprinos es siempre menor que la de bovinos y ovinos. Por la baja presión de pastoreo de los caprinos ejercida al estrato herbáceo dominante en estas áreas, la exposición del suelo es menor y hasta se observó un incremento de las plantas herbáceas, especialmente gramíneas por su presencia (Pereira Filho *et al.*, 1997).

### **Pasturas nativas con predominancia de cobertura leñosa**

Son los tipos de pastura nativa más comúnmente encontrados en los sertones del nordeste. Generalmente representan estadios de sucesión secundaria de la Caatinga, la mayoría de las veces son áreas en reposo utilizadas por la agricultura migratoria. Se destacan tres tipos: el arbustivo (fase inicial), el arbustivo-arbóreo y el arbóreo. La densidad de y la cobertura del suelo por las especies leñosas son generalmente elevadas, aproximadamente 10.000 plantas/ha y 90%, respectivamente (Araújo Filho *et al.*, 1982).

El impacto del pastoreo y del ramoneo en la vegetación, en el suelo y en los recursos hídricos es de intensidad bastante inferior al observado en las pasturas herbáceas. Sin embargo, hay diferencias entre los efectos de utilización de estas pasturas por las diferentes especies de rumiantes domésticos. En las condiciones de pastura nativa con cobertura leñosa, los bovinos y ovinos, aun cuando su dieta está compuesta básicamente de especies herbáceas, muestran elevado consumo de hojas de árboles y arbustos, las cuales componen hasta 70% de la dieta (Pfister y Malachek, 1986; Peter 1992; Araújo Filho *et al.*, 1996; Araújo Filho *et al.*, 1998). Sin embargo,

esto representa un bajo consumo de la fitomasa producida, llegando a valores inferiores a 10%, lo cual corresponde a 400 kg/ha/año como máximo (Araújo Filho y Carvalho, 1997). Aunque la producción de hojas puede alcanzar alrededor de 4.0 ton/ha/año, la mayor parte de ésta se encuentra fuera del alcance de los animales durante la época de lluvias y su baja calidad limita el consumo durante la época seca. De esta manera, la cobertura del suelo resulta siempre elevada, constituyendo una fuente adecuada para la reposición de la fertilidad del suelo, así como una protección contra la erosión.

Los caprinos son los rumiantes domésticos que mejor utilizan estas pasturas, ya que su dieta se compone básicamente de hojas de árboles y arbustos. Sin embargo, en condiciones de sobrepastoreo, los caprinos pueden causar daños a la vegetación leñosa con repercusiones negativas en su biodiversidad, reducción de la cobertura y aumento del riesgo de erosión, ya que el consumo de plántulas y el anillamiento de los troncos por la retirada de la corteza, conducen a la desaparición de árboles y arbustos, y a la reducción de la cobertura del suelo y de la biodiversidad.

## **Problemática del Uso Múltiple de la Vegetación de la Caatinga**

De la Caatinga se obtienen productos diversos, entre los cuales se destacan, además del forraje, madera para leña y otros fines, frutos y plantas medicinales. La producción de leña se cuenta entre las acciones con mayor impacto en la vegetación, debido a la cantidad colectada de una manera extractiva y sin reposición.

El decrecimiento y la estacionalidad de la producción y de la calidad y cantidad del forraje procedente de la vegetación nativa se reflejan en baja productividad de los sistemas de producción pecuarios del semiárido brasileño. El problema ha sido enfrentado con programas de investigación y desarrollo, además de crédito facilitado por los bancos oficiales. Aun así, hay un cuello de botella difícil de superar relacionado con la transferencia de tecnología, la necesidad de capacitación de los productores y la masificación efectiva de las tecnologías. Se debe resaltar que ya existen paquetes adecuados de tecnologías sostenibles y amigables con el medio ambiente listos para su adopción. Sin embargo, falta una programación más agresiva para aumentar la disponibilidad de estas técnicas para los productores. Cursos de entrenamiento práctico, formación de capacitadores, puesta en práctica de Unidades Demostrativas, son algunos de los instrumentos que deben ser ejecutados de manera intensiva para incrementar los cambios tecnológicos tan necesarios en el medio rural. A esto se debe añadir que las condiciones que facilitan la adopción de esas tecnologías y las políticas adecuadas no están necesariamente dadas y que los programas de desarrollo no han sido lo suficientemente inclusivos de la investigación para lograr una masificación de la tecnología, además de haber sido proyectados a corto plazo para resolver una problemática cuya solución requiere de acciones de largo plazo.

Foto: Araujo Filho



### Preferencia de los caprinos por arbóreas

El semiárido del nordeste brasileño registra alta producción de leña y también problemas acrecentados en relación con su explotación. Con un área de 1,5 millones de km<sup>2</sup>, esta región cobija una población de casi 35 millones de personas, para quienes la leña es uno de los principales recursos energéticos, y el bosque nativo, la Caatinga, la única fuente de suministro de leña (Riegelhaupt *et al.*, 1992). El balance energético de la región muestra que 30% a 50% del consumo industrial y doméstico de energía proviene de la leña, porcentaje que puede ser superior al 70% cuando se incluyen algunos sectores de la industria y áreas rurales (Zakia y Verslype, 1990). Además, la gran mayoría de los productores rurales está lejos de satisfacer su demanda ya que la producción de leña se sitúa en torno de 51 estéreos por finca por año (Ribaski, 1986) — un estéreo es equivalente a 0,6 metros cúbicos de leña, lo cual los convierte en importadores de este producto. Es posible que los valores actuales de rendimiento de leña de la Caatinga hayan declinado, desde el periodo en que se hicieron las estimaciones anteriores, sin embargo, la presión de uso continúa siendo intensa e indiscriminada.

En los últimos años han emergido programas de investigación que buscan desarrollar tecnologías para la producción sostenible de leña en la Caatinga. Con el apoyo financiero de la Facilidad Global del Ambiente— *Global Environment Facility*

(GEF), el Ministerio de Medio Ambiente está ejecutando el proyecto *Conservación y Uso Sostenible de la Caatinga*, el cual está enfocado específicamente en la producción de leña. Otros dos programas de investigación en fase de ejecución que también cuentan con recursos del GEF, son: el *Proyecto Monte Blanco* y el *Proyecto de Manejo Sostenible de las Tierras del Sertón*. Ambos proyectos enfocan la adopción de tecnologías mejoradas para sistemas de producción y manejo de la Caatinga por parte de los pequeños productores del semiárido del nordeste.

Finalmente, aun cuando el cuadro de degradación de los ecosistemas y el avance de la desertificación en los sertones del nordeste sean muy preocupantes, se observa en los últimos años un incremento de las acciones tendientes a lidiar con estos problemas y a la convivencia con el semiárido brasileño.

## Consideraciones Finales

Recientemente se ha observado un aumento en los trabajos de investigación y publicaciones sobre la Caatinga. También se están ejecutando megaproyectos, con fondos gubernamentales complementados por el financiamiento de agencias internacionales de desarrollo, orientados a la mejora de los medios de vida y a la participación de los pequeños productores y agricultores en varios asentamientos de la reforma agraria. Con base en un enfoque sistémico, la investigación se orienta a la generación, mejoramiento, adaptación y difusión de tecnologías ecológicamente amigables destinadas a establecer unidades de conservación, uso sostenible y recuperación de áreas degradadas en los dominios del bioma de Caatinga.

A través de programas específicos se pretende inducir cambios en las prácticas agropecuarias y silviculturales como la eliminación de la deforestación descontrolada, las quemas, el sobrepastoreo y la extracción de leña y madera sin reposición. La reforestación, la recuperación de la vegetación ribereña, sistemas agroforestales, manejo de la vegetación y el uso racional de los recursos hídricos, son temas importantes de esos programas. Sin embargo, algunas deficiencias son evidentes en casi todos ellos. La más llamativa es la ausencia casi completa de los estudios sobre la fauna. La Caatinga ha tenido una fauna muy rica que ha sido sistemáticamente desestabilizada (Braga, 1962). La destrucción del hábitat y la caza indiscriminada dio lugar a la desaparición de la mayoría de las especies ya sea por extinción o migración. Las investigaciones en este orden son incipientes y en las universidades hay una ausencia de disciplinas dedicadas a la vida silvestre, con una carencia evidente de especialistas en esta área. La recuperación de la degradación y la lucha contra la desertificación en el semiárido nordestino debe incluir la restauración de la biodiversidad de su fauna.

Con consecuencias previsibles por el calentamiento global, que se estima afectará a la región con gran intensidad, convirtiendo en áridas grandes áreas de Caatinga, las medidas proactivas para hacer frente al problema son urgentes, especialmente en relación



con cambios en el patrón de explotación agropecuario y maderero. La vegetación de la Caatinga, rica en especies xerófitas, debe ser una fuente de nuevos cultivos, a través de la domesticación. Se espera que el potencial forrajero nativo se convertirá en la fuente más importante de forraje de los animales y las especies leñosas nativas suplirán la demanda de madera. Por lo tanto, con urgencia existe la necesidad de intensificar y apoyar el monitoreo permanente de la condición e integridad de la Caatinga, la evaluación dinámica y continua de los sistemas de producción, los procesos de la investigación y los estudios dirigidos al aprovechamiento racional y sostenible de los recursos naturales de este importante bioma.

## Literatura Citada

- Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior (ABEAS). 1988. Agroecossistemas tropicais. En: Curso de Agricultura Tropical, ABEAS, 1988, Brasília, Brasil. ABEAS. 87 pp.
- Andrade, G.O. 1964. Os climas. Cap. III: O Brasil, a Terra e o Homem, vol. I, São Paulo, Cia. Editora Nacional. São Paulo, Brasil pp. 397-457.
- Andrade-Lima, D. de. 1981. The Caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4: 149-153.
- Aragão, R.B. 1990. História do Ceará. 3 ed. vol.1, Imprensa Oficial do Ceará (IOCE), Fortaleza, Brasil. 382 pp.
- Araújo Filho, J.A. 1980. Manejo de pastagens nativas anuais no Sertão Cearense. In: 1º Simpósio Brasileiro de Manejo de Pastagem Nativa do Trópico Semi-Árido, Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), 1980, Fortaleza, Ceará, Brasil. SBZ. pp. 45-58.
- Araújo Filho, J.A., S.M. de S. de Torres, J.A. Gadelha, D.F. Maciel e A.G. Catunda. 1982. Estudo de pastagem nativa do Ceará. Estudos Econômico e Sociais 13, Fortaleza, Universidade Federal do Ceará (UFC)/Banco do Nordeste do Brasil (BNB), Fortaleza, Ceará Brasil. 75 pp.
- Araújo Filho, J.A. 1992. Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris. Circular Técnica 11, Embrapa- Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos (CNPIC), Sobral, Ceará, Brasil. 18 pp.
- Araújo Filho, J.A. de, J.A. Gadelha, E.R. Leite, S.M.A. Crispim e M.C. Rego. 1996. Composição botânica e dieta de ovinos e caprinos em pastoreio combinado na região dos Inhamuns, Ceará. *Revista Brasileira de Zootecnia* 25(3): 383-395.
- Araújo Filho, J.A. e F.C. Carvalho. 1997. Desenvolvimento sustentado da Caatinga. Circular Técnica 13, Embrapa- Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos (CNPIC), Sobral, Ceará, Brasil. 19 pp.
- Araújo Filho, J.A., E.R. Leite and N.L. Silva. 1998. Contribution of woody species to the diet composition of goat and sheep in Caatinga vegetation. *Pasturas Tropicales (Cali, Colombia)* 20: 41-45.
- Araújo Filho, J.A. 2000. Sistemas agrícolas sustentáveis para regiões semi-áridas. *Essentia (Sobral, Ceará)* 1(3): 53-55.
- Braga, R. 1962. História da comissão científica de exploração. Imprensa Universitária do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. 405 pp.
- Duque, G.O. 1980. Nordeste e as lavouras xerófilas. 3º edn. Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), Mossoró, Rio Grande do Norte. 316 pp.
- Filgueiras, T. 1991. Desertificação em Gilbués, Piauí. Uma análise agrostológica. *Cadernos de Geociências* 7: 23-27.
- Gutierrez-Aleman, N. 1983. Sheep and goat production systems in the Sertão region of Northeast Brazil: a characterization and linear programming analysis. PhD thesis, Purdue University, Indiana, USA.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2007. Semi Árido Brasileiro 2007. [ftp://geofp.ibge.gov.br/Organizacao/Semi\\_Arido/Semi\\_Arido\\_Brasileiro.pdf](ftp://geofp.ibge.gov.br/Organizacao/Semi_Arido/Semi_Arido_Brasileiro.pdf) (Consulta: 5.5.2011).

- Jacomine, P.K.T. 1996. Solos sob Caatingas – características e uso agrícola. In: O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e desenvolvimento sustentado (V. Alvarez e Fontes M.P.F., ed.), Sociedade Brasileira de Ciência de Solo (SBCS)/Departamento de Solos- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. pp. 95-111.
- Kirmse, R.D. 1984. Effects of clearcutting on forage production, quality and decomposition in the Caatinga woodland of Northeast Brazil: implications to goat and sheep nutrition. PhD thesis, Utah State University, Logan Utah, USA.
- Leite, F.A.B., F.R.B. Leite, G.M.B.S. Carvalho e S.M. Santos. 2000. Diagnóstico Geoambiental do Município de Irauçuba – Ceará. Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE)/ Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE)/Instituto Desert. Fortaleza, Ceará, Brasil. 17 pp.
- Pereira Filho, J.M., J.A. Araújo Filho, M.C. Rego e F.C. Carvalho. 1997. Variações plurianuais da composição florística do estrato herbáceo de uma caatinga raleada, submetida ao pastejo alternado ovino-caprino. *Revista Brasileira de Zootecnia* 26(2): 234-239.
- Peter, A.M.B. 1992. Composição botânica e química da dieta de bovinos, caprinos e ovinos em pastejo associativo na Caatinga nativa do semi-árido de Pernambuco. Tese Magister Scientiae. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil.
- Pfister, J.A. 1983. Nutrition and feeding behavior of goat and sheep grazing deciduous shrub-woodland in northeastern Brazil. PhD thesis. Utah State University, Logan, Utah, USA.
- Pfister, J. A. and J.C. Malechek. 1986. The voluntary forage intake and nutrition of goats and sheep in the semi-arid tropic of Northeastern Brazil. *Journal of Animal Science* 18(1): 361-373.
- Portal São Francisco. <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-caatinga/caatinga1.php> (Consulta: 5.5.2011).
- Queiroz, J.S. 1985. The Acaraú Valley in Northeast Brazil: vegetation, soils and land use. PhD thesis. Utah State University, Logan, Utah, USA.
- Ribaski, J. 1986. Avaliação dos recursos florestais e imóveis rurais da região de Ouricuri, Boletim de Pesquisa, 31, Embrapa- Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Petrolina, Pernambuco, Brasil. 37 pp.
- Riegelhaupt, E., M.P.Anziani, M.J.B. Zakia, F.C.B. Campello, M.A. Gariglio e C.M. Sena. 1992. O programa de ação florestal do Rio Grande do Norte: integração de atividades florestais nas atividades rurais tradicionais do semi-árido. Documento de Campo 5, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. 19 pp.
- Sampaio, E.V.S.B., Y. Sampaio, T.V.S.B. Araújo e G.R. Sampaio. 2003. Desertificação no Brasil. Editora Universitária Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil. 202 pp.
- Silva, F.B.R., G.R. Riche, J.P. Tonneau, N.C. Souza Neto, L.T. de L. Brito, R.C. Correia, A.C. Cavalcanti, F.H.B.B. da Silva, A.B. da Silva, J.C. de Araujo Filho e A.P. Leite. 1993. Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agro-socioeconômico. Vol 1, Embrapa- Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA)/Embrapa- Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos (CNPIC). 387 pp.
- Soil Survey Staff. 1975. Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture Handbook, 436, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 754 pp.
- Souza, P.Z. 1991. Flutuações estacionais da dieta de caprinos e ovinos em pastoreio combinado na região dos Inhamuns, Ceará. Tese Magister Scientiae, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.
- Zakia, M.J.B. e C.G.O. Verslype. 1990. consumo anual de energéticos florestais no Rio Grande do Norte. Circular Técnica 5, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Natal, Rio grande do Norte, Brasil. 9 pp.



# Capítulo 3

## Descripción y Problemática de los Tipos de Vegetación Nativa en los Sistemas de Producción de Rumiantes Menores de las Zonas Áridas y Semiáridas en México

Ramón Gutiérrez Luna

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP),  
Campo Experimental Zacatecas, Zacatecas, México*

### Introducción

Las zonas áridas y semiáridas de México ocupan la mayor parte de su territorio nacional (aproximadamente 66%; Medina *et al.*, 1998). La densidad de la población humana en estas zonas es baja (63 habitantes por km<sup>2</sup>; INEGI, 2000) y su población rural cuenta con limitadas oportunidades para la producción agrícola debido a que la precipitación promedio es inferior a 500 mm y la evaporación potencial es superior a ese valor.

De acuerdo con el INEGI (1999), se estima que no menos de 854.202 km<sup>2</sup> de estas zonas incluyen pastizales consistentes de matorrales y áreas cubiertas en gran parte por gramíneas. En estos pastizales naturales, conocidos en México genéricamente como agostaderos, la ganadería es la actividad económica más importante, siendo los bovinos, ovinos y caprinos los principales herbívoros explotados principalmente en condiciones extensivas (Gómez, 1985).

Los sistemas productivos asociados con la producción ganadera pertenecen en una mayor parte a productores agrupados en ejidos (ver Capítulo 11, pie de página 1, en relación con la definición de ejido), y explotan el pastizal natural y la tierra de manera comunitaria sin ejercer ningún control sobre el pastoreo ni la extracción de leña. El uso no regulado de estos pastizales nativos, cuya capacidad de carga animal es baja, induce la degradación sistemática del ecosistema, desprotegiendo la cobertura de la tierra y dando lugar a sendos procesos erosivos. La solución a este problema de gran magnitud no es necesariamente técnica, aunque los factores técnicos de la problemática han sido estudiados por la investigación. Se estima que en México los pastizales proveen aproximadamente 70% de las necesidades de alimento de las especies ganaderas (ARPAC, 1975).

## Descripción de los Ecosistemas y Comunidades Vegetales en las Zonas Áridas y Semiáridas

Las zonas áridas y semiáridas de México incluyen los desiertos Chihuahuense, Sonorense y de Coahuila (donde se incluye a los estados de Zacatecas y San Luis Potosí). En estas zonas se desarrolla parte de la agricultura intensiva más importante del país con base en el uso de tecnología avanzada en irrigación, sin embargo los pastizales aún representan la superficie más importante de estas áreas, son fuente principal de alimentación de rumiantes menores, y, como ya se indicó, su manejo no es regulado.

En el estado de Zacatecas la precipitación pluvial anual tiene alta fluctuación con un rango de 300 a 800 mm. En la zona del altiplano de Zacatecas la precipitación media anual varía entre 300 y 500 mm. Las lluvias son irregulares y mal distribuidas creando una condición de sequía que puede causar efectos serios durante períodos críticos de la producción vegetal. En la región del altiplano de San Luis Potosí la distribución de la lluvia es similar a la de Zacatecas (Medina *et al.*, 2005). En general, la lluvia se presenta con mayor incidencia en el verano, en los meses de junio a septiembre (Medina y Ruiz, 2004).

La temperatura ambiental varía con la latitud y en particular con la altitud. Los climas más fríos se encuentran en el altiplano de los estados de Zacatecas y San Luis Potosí. La temperatura promedio anual en esta zona con altitudes entre 1.900 y 2.300 msnm es de 15 a 18°C (Medina y Ruiz, 2004; Medina *et al.*, 2005). El período más frío es el invernal, cuando se registran temperaturas de congelamiento. Las heladas ocurren durante los meses de noviembre a febrero (lo cual no significa que dejen de ocurrir fuera de este rango) y el número de días promedio con heladas en estos cuatro meses es de 34 (Medina *et al.*, 2008). Los periodos más cálidos se registran en la primavera, en los meses de mayo y junio. Los vientos en estas regiones son ligeros a moderados en la mayor parte del año, aunque en los meses de febrero y marzo se presentan vientos de moderados a fuertes (CEZAC, 2011).

No obstante la limitada precipitación, la diversidad vegetal arbustiva, semiarbustiva y herbácea es rica y adaptada a las condiciones marginales de aridez. En un estudio conducido por Fierro (2001) en el desierto Chihuahuense, con inclusión de los estados de Chihuahua, Durango, Coahuila, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí, se encontraron tres comunidades vegetales dominantes las cuales son descritas a continuación.

### Pastizal mediano abierto

Esta clasificación corresponde a lo reportado por el Instituto Nacional de Ecología (COTECOCA, 1980) e incluye especies vegetales con alto valor forrajero, de porte

herbáceo-cespitoso, amacollado con hojas delgadas, angostas y largas, entre las que se encuentran a *Bouteloua gracilis*, *Bouteloua eriopoda*, *Bouteloua hirsuta*, *Bouteloua chondrosioides*, *Aristida divaricata*, *Lycurus phleoides*, *Buchloe dactyloides*, *Bouteloua radicata*, *Bouteloua filiformis*, *Leptochloa dubia*, *Panicum halii*, *Setaria macrostachya*, *Botriochloa saccharoides*, *Muhlenbergia repen* y *Muhlenbergia rigida*.

Esta comunidad se localiza entre 1.800 y 2.600 msnm, en terrenos con pendientes desde 0 hasta 40%. COTECOCA (1980), en la clasificación de tierras de pastizal, indica que los suelos habitados por esta comunidad son ígneos y calizos, de textura arcillosa, franco-arenosa y de estructura granular, con drenaje de bueno a regular y pedregosidad de 0 a 25%. Los climas asociados incluyen: semicálido subhúmedo (A)C(wo), seco cálido BS1 (h'), seco semicálido BSo y BS1 h y el seco templado con verano cálido BSo k y BS1 k. En el estado de Zacatecas el pastizal mediano abierto ocupa aproximadamente 2.800.000 ha (COTECOCA, 1980).

### Pastizales halófitos

Incluyen especies del estrato herbáceo como *Hilaria mutica*, *Hilaria belangeri*, *Bouteloua simplex*, *Chloris virgata*, *Setaria macrostachya*, e *Hilaria jamesii*. El estrato arbustivo de esta comunidad incluye entre otras especies: *Prosopis juliflora*, *Acacia farnesiana*, *Acacia constricta*, *Castela texana*, *Buddleja scordioides*, *Atriplex acanthocarpa* y *Larrea tridentata* (COTECOCA, 1980; Columbus, 1999; Bell y Columbus, 2008; Herrera *et al.*, 2008; Estrada, *et al.*, 2010).

Las áreas en pastoreo poseen menor diversidad de especies, menor abundancia de malezas y mayor densidad de especies endémicas. Sin embargo, la agricultura mecanizada ha sido la principal causa de pérdida del pastizal halófito y del hábitat del perro de las praderas. Se estima que el pastizal halófito en el noreste de México, hasta el año 2007, se redujo en 71,5% de su superficie (Estrada *et al.*, 2010).

COTECOCA (1980), describe que estos pastizales cuentan con suelos Sierozem, de orígenes coluvio-aluvial, profundos (con profundidad mayor de 50 cm), de textura franco-arcillosa y estructura migajosa, de drenaje lento, de pedregosidad nula y ausencia de rocas, y con un pH que denota alta alcalinidad (8,0).

El clima es seco templado con verano cálido (BSo k y BS1 k) con temperatura media que oscila entre 16 y 18°C y precipitación pluvial de 500 mm.

### Pastizal desértico amacollado, arbosufrutescente (*crasirosulifolio espinoso*)

Los matorrales desérticos de México se ubican en Coahuila, en la zona de matorrales espinosos de la provincia biótica Tamaulipeca (Nuevo León y Tamaulipas) y el bosque de la Sierra Madre Oriental. Según Rzedowski (1978), los matorrales representan el más

extenso tipo de vegetación de la región noreste y ocupan aproximadamente 40% de la superficie del país.

En esta comunidad vegetal, COTECOCA (1980) incluye al siguiente grupo de especies vegetales principales: *Bouteloua barbata*, *Bouteloua aristidoides*, *Bouteloua simplex*, *Bouteloua curtipendula*, *Bouteloua gracilis*, *Aristida barbata*, *Dasyochloa pulchella*, *Setaria machrostachya*, *Mulhenbergia porteri*, *Trichachne californica*, *Pleuraphis mutica*, *Hilaria belangeri*, *Scleropogon brevifolius*, *Prosopis juliflora*, *Menodora longiflora*, *Atriplex canescens*, *Parthenium incanum*, *Agave lechuguilla*, *Yucca filifera*, *Yucca carnerosana* y *Opuntia* spp.

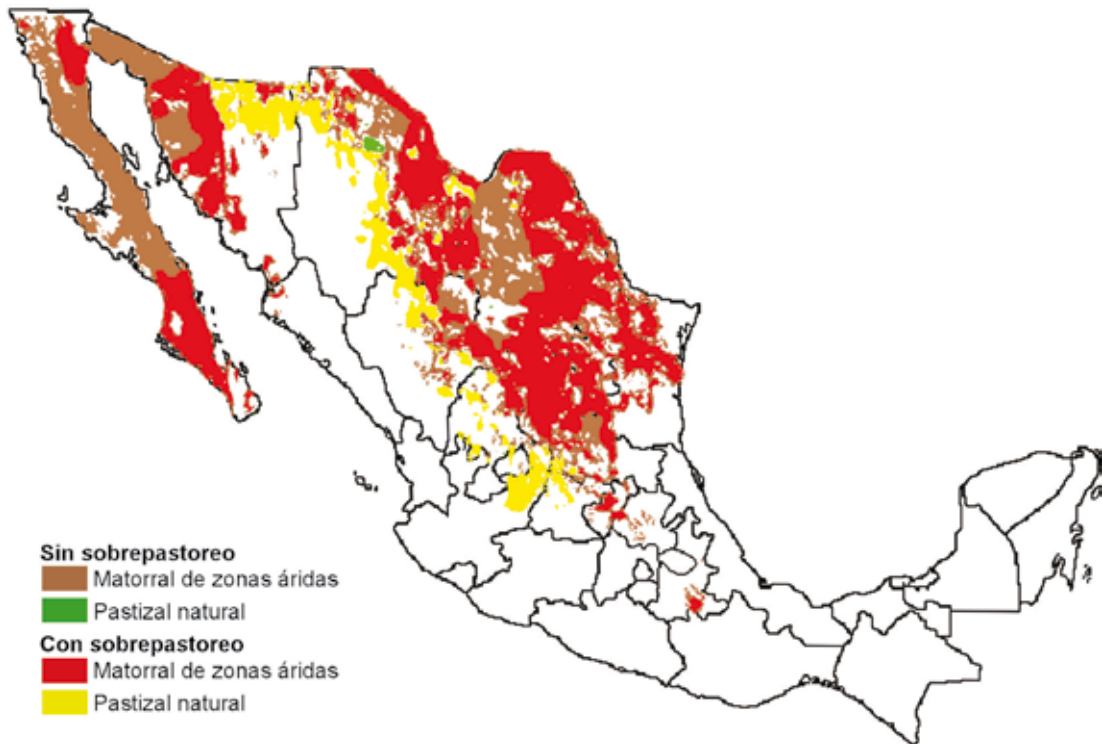
Según Fierro (2001), en el pastizal mediano abierto y matorral desértico, los suelos son compactos, y presentan escaso mantillo y erosión en diferentes grados. En el estado de Coahuila en las mismas comunidades la presencia de mantillo es moderada, sin embargo, en el matorral el suelo es más compacto y presenta alto grado de erosión.

Los resultados encontrados por Royo *et al.* (2005), en un estudio sobre la salud del pastizal en el desierto Chihuahuense, sugerían que 62,2% de las tierras de los pastizales medianos en este desierto necesitaban rehabilitación y 26,8%, estrategias adecuadas de manejo del pastoreo. En el estado de Zacatecas existen alrededor de un millón de hectáreas que necesitan estrategias de manejo del pastoreo para mejorar su condición, lo cual representa aproximadamente 25% de la superficie de pastizal del estado. Fierro (2001) señaló que en Chihuahua, Durango y San Luis Potosí, el pastizal mediano abierto presentó condición pobre, mientras que en Coahuila, Nuevo León y Zacatecas la condición fue de regular a pobre.

En los tres tipos de comunidades vegetales más importante del norte-centro de México los suelos predominantes tienen un pH que fluctúa entre 6 a 8, una textura que varía entre migajón arcilloso a migajón arenoso y, con frecuencia, un horizonte calichoso. De acuerdo con la clasificación norteamericana estos suelos se clasifican como Aridisoles (USDA-NRSC, 1999). Aunque las condiciones de clima influyen de manera importante en la productividad de la materia seca, las condiciones de suelo son también determinantes. Por su condición de Aridisoles los suelos cuentan con agua en cantidades limitadas durante periodos prolongados, determinando estrés hídrico en plantas mesófilas; además muchos suelos poseen exceso de sales que limitan el crecimiento vegetativo con excepción de las plantas halófitas (USDA-NRSC, 1999). Cuando existe la oportunidad de controlar el déficit de agua a través del riego, varios cultivos pueden ser explotados con excelentes respuesta, p. ej. alfalfa, *ryegrass*, maíz y nopal (Medina *et al.*, 2001).

El 95% de los pastizales naturales y el 70% de los matorrales se encuentran sobrepastoreados. El sobrepastoreo determina una fuerte erosión de los suelos y elimina la vegetación nativa que es fuente de forraje para el ganado. Esto último, favorece a la proliferación de las especies vegetales que no utiliza el ganado, lo cual provoca

un cambio en la composición de la flora y la fauna de los ecosistemas naturales. Además, el pisoteo excesivo del ganado provoca la compactación del suelo, disminuyendo la infiltración del agua. En la Figura 1 se presenta el grado de sobrepastoreo en el norte de México (SEMARNAT, 2011a), identificándose que la superficie sobrepastoreada en el matorral es mayor que la no sobrepastoreada, una situación similar en el caso del pastizal natural.



**Figura 1. Grado de sobrepastoreo en matorral y pastizal natural en el norte de México.**

Fuente: SEMARNAT (2011a).

## Vida Silvestre

La vida silvestre es un recurso natural frágil y de singular importancia debido a que la fauna es fuente importante de proteína para los habitantes de las zonas áridas. Leopold (2000) enfatiza en el carácter dinámico y siempre cambiante de los problemas ecológicos y de sus efectos. Cualquier modificación en el paisaje desde talar un bosque o un matorral, induciendo el cultivo, dejaría de ofrecer un hábitat por ejemplo para el venado de cola blanca, aunque podría ofrecer un hábitat para la paloma, la codorniz o el conejo. La eliminación de la vegetación según este autor predispone los suelos



a ser erosionados. Leopold concluye expresando que la tala excesiva, quemas y sobrepastoreo causan mayor daño a la fauna que la caza, un fenómeno evidente en las zonas áridas del país.

Muchas especies animales de la fauna nativa han sido afectadas por la explotación de los pastizales, en particular por el sobrepastoreo, en cuanto sus fuentes de sustento disminuyeron de manera acentuada.

Afortunadamente la importancia de la fauna ha sido reconocida y su conservación involucra hoy a grupos de productores ejidatarios y pequeños propietarios (Huss, 1993). No obstante de ello, el tema del sobrepastoreo continúa siendo el problema fundamental no resuelto, una tarea pendiente y de gran relevancia en el contexto del uso y manejo de las áreas de pastoreo en México.

## **Problemática de los Sistemas de Producción en Relación con el Uso de la Vegetación Nativa**

### **El sobrepastoreo: un problema latente no resuelto**

Como se mencionó anteriormente la producción animal en el norte de México es extensiva y ha evolucionado con un incremento en la población animal, sin que la asimetría entre la insuficiente capacidad productiva de los pastizales y su uso excesivo, que causa un sobrepastoreo sistemático, haya sido resuelta. Esta situación se ha magnificado tanto en áreas comunales (Saravia, 1964) así como también en áreas de tenencia privada (Gentry, 1957) a partir del periodo del gobierno de Porfirio Díaz (1890 a 1910), donde por primera vez la cantidad de ganado superó la capacidad de soporte del pastizal. Esta condición no se modificó desde entonces determinando una menor cantidad de forraje disponible durante cada año.

La baja capacidad de carga de los pastizales naturales de las zonas áridas y semiáridas de México ha sido objeto de diferentes estudios. En el desierto Chihuahuense, que incluye los estados de Chihuahua, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí y Aguascalientes, la capacidad de carga anual promedio es de 20,4 ha/UA (COTECOCA, 2002). En el área central de Zacatecas la producción promedio de materia seca forrajera durante tres años de muestreo fue de 200 kg MS/ha, implicando una capacidad de carga anual de 28 ha/UA/año (Gutiérrez *et al.*, 2006). En los sitios de estudio la producción primaria del estrato herbáceo por localidad indicó no ser mayor de 600 kg MS/ha aun cuando se cuente con años con precipitación excelente (p. ej. con precipitaciones mayores de o iguales a 600 mm de lluvia/año). Con estas producciones, aunque se cuente con años con excelente precipitación pluvial se requerirían hasta 10 ha/UA/año para proporcionar el alimento necesario para el sustento de una ganadería productiva.

## Sobrepastoreo y erosión

Se estima que la sobrecarga animal en México promedia 209% (SEDAGRO, 2004), la cual es exacerbada por el uso irrestricto de las grandes áreas de pastoreo comunal en los ejidos. Esta condición determina una degradación gradual del pastizal y de la tierra, debido a la erosión y a cambios drásticos en la vegetación nativa, y sus consecuencias se traducen en una incrementada necesidad de suplementar la alimentación animal (por ejemplo con el uso de subproductos de la agricultura de temporal), impactando negativamente en la condición económica de los productores.

El Inventario Nacional Forestal y de Suelos de México ha demostrado que 42,5 % de la superficie nacional registra una degradación inducida por el mal manejo. Se identifican tres procesos de erosión, química, hídrica y eólica, que en su conjunto deterioran 87% de los suelos del territorio nacional. La causa fundamental de estos procesos deriva del cambio de uso del suelo para fines pecuarios, deforestación y urbanización, con un efecto directo en la cubierta vegetal responsable de la conservación del suelo (SEMARNAT, 2011b).

En el noroeste de México, Aguirre (1985) reportó que en aproximadamente 7,3 millones de hectáreas las superficies con condiciones de erosión leve, moderada y grave representaban 21, 59 y 20%, respectivamente. En el estado de Zacatecas, Serna y Echavarría (2002a) reportaron pérdidas potenciales de suelo de hasta 7,0 ton/ha/año en pastizales arbofrutescentes (lugar donde predominan plantas gramíneas perennes y con abundancia de vegetación arbórea leguminosa asociada con arbustos inermes o espinosos, según la región, y también con cactáceas), enfatizando la importancia de un pastoreo regulado en relación con la carga animal. También Serna y Echavarría (2002b) determinaron que lluvias superiores a 20 mm producen hasta 65% de escurrimiento en áreas naturales independientemente del uso y condición en que se encuentre el recurso natural. Tal resultado demuestra además una alta fragilidad de los suelos a factores que pueden causar erosión.

El tema del sobrepastoreo ha llamado la atención de los gobiernos estatal y nacional, los cuales dieron etapas iniciales en la formulación de algunas políticas pertinentes. Se creó por ejemplo una Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA), dependiente en el presente de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca (SAGARPA), cuya responsabilidad ha sido cuantificar y determinar la capacidad de carga por sitio del pastizal. Esta comisión estableció desde 1974 a 1980 la capacidad de carga para diferentes áreas en la región semiárida de México en términos de unidades animales por superficie de terreno. Sin embargo, estas medidas no fueron suficientes para revertir la situación del uso irrestricto y no regulado de los pastizales, cuyo deterioro se acrecentó de manera que, como se resaltó anteriormente, los valores actuales de productividad y capacidad de carga animal resultan ser inferiores a los determinados en las décadas de 1970 y 1980. En efecto, Gutiérrez *et al.* (2007) reportaron que las estimaciones

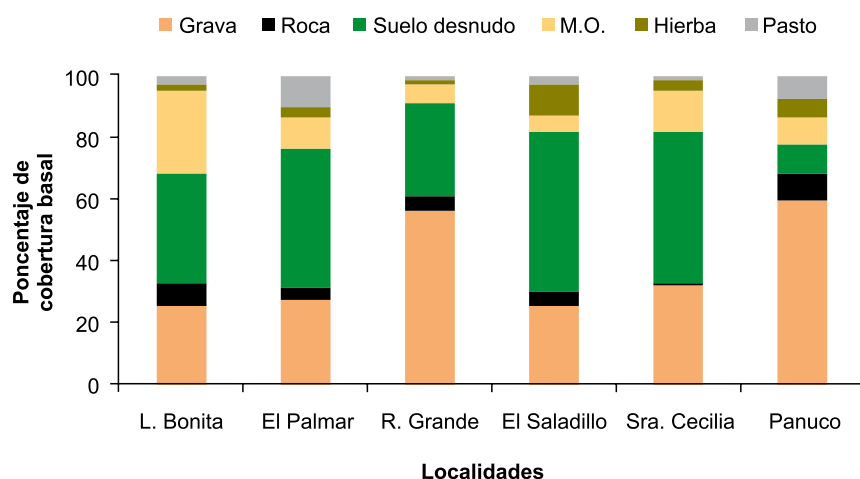
en torno a la carga animal reportadas por COTECOCA (1980), aplicables a más de 2 millones de hectáreas de pastizal mediano abierto en el estado de Zacatecas, ya no son aplicables por cuanto se requieren hasta 35 ha por Unidad Animal/año en lugar de las 10 a 15 ha por Unidad Animal/año estimadas por COTECOCA en 1980.

## Sobrepastoreo y cambios en la vegetación nativa

Los estudios de composición botánica de pastizales en Zacatecas por Gutiérrez *et al.* (2006), demostraron que la diversidad botánica es reducida por el sobrepastoreo, afectándose tanto la calidad de la dieta como la posibilidad de que el ganado encuentre alimento suficiente a través de las diferentes épocas del año.

Estudios realizados en el estado de Zacatecas indican que la cobertura basal máxima de los suelos no excede 30% en el mejor de los casos (Figura 2), siendo comunes los sitios con coberturas vegetales inferiores a 10% de la superficie del terreno.

Considerando el potencial de producción de forraje de los pastizales, limitado por la disponibilidad de lluvias, y la naturaleza de la explotación del pastizal, la problemática de la alimentación del ganado se torna cada vez más crítica tal que en circunstancias de extrema sequía, no sólo puede afectar la producción por predio sino que también causar la muerte del ganado (Rzedowski, 1978).



**Figura 2. Cobertura basal en seis localidades del pastizal en el altiplano de Zacatecas (2004).**

Fuente: Gutiérrez *et al.* (2004).

Nota: M.O. = Materia orgánica.

## Extracción no controlada de material vegetal

Muchas especies arbóreas y arbustivas de las áreas nativas de pastoreo son explotadas sin control, tanto para combustible en la forma de leña o carbón como para su utilización en postes. Los datos de SEMARNAT (2004) registran que aproximadamente 37 millones de m<sup>3</sup> de material leñoso son consumidos por 85% de las viviendas rurales de México. La FAO (2003) por su parte estima que el consumo de energía a través de carbón o leña representa un valor tan grande como 7% del consumo nacional de energía.

En un estudio realizado por Guerrero *et al.* (2011) en siete comunidades aledañas a la parte alta del río Conchos al norte del desierto Chihuahuense (estado de Chihuahua), se evidenció que la tala indiscriminada y los incendios asociados con las prolongadas sequías de la región causaban la rápida disminución de material leñoso y por consiguiente las oportunidades de que los usuarios de estas áreas puedan beneficiarse de estos productos de una manera sostenible. Sin duda alguna, esta extracción sistemática y no controlada se añade a la crisis de los ecosistemas causada por el sobrepastoreo agravando las consecuencias ya descritas.

## Conclusiones

La información presentada lleva implícita la necesidad de regular el uso de la vegetación para el pastoreo de acuerdo con los potenciales de capacidad de carga animal de cada sitio de pastizal, además de permitir que la vegetación del pastizal se recupere de la defoliación hasta producir semilla, bajo esquemas adecuados de pastoreo rotacional o diferido. Implica además la necesidad de una extracción controlada de la vegetación nativa para otros usos.

La investigación orientada al mejoramiento de los pastizales del norte de México ha incluido temas tales como el control de arbustos a través de diferentes métodos (por ejemplo mecánico, pírco y químico), resiembras de pastos, utilización de curvas a nivel, e implantación de presas filtrantes para reducir la erosión y captura de agua. Se han probado también esquemas de pastoreo diferido y rotacional. Sin embargo estas tecnologías no han sido aplicadas en toda su extensión debido a factores que van más allá de los factores técnicos. Existe una necesidad de contar con políticas adecuadas ligadas al desarrollo y una decisión, como principio de Estado, de revertir los procesos de degradación de pastizales mediante normativas que regulen el pastoreo apoyadas por subvenciones e incentivos que garanticen la masificación de tecnologías adecuadas.

## Literatura Citada

Agricultural Research Policy Advisory Committee (ARPAC). 1975. Research to meet U.S. and world food needs. Report of working Conference, Kansas City. Missouri. 208 pp.

- Aguirre, M.R. 1985. Impacto de la ganadería en la utilización de especies nativas y su clasificación en el estado de Sonora. En: Management and utilization of arid land plants: Symposium Proceedings. Technical Report RM-135. Saltillo, Coahuila, México. pp. 47-48.
- Bell, H.L and J.T. Columbus. 2008. Proposal for an expanded *Distichlis* (Poaceae: Chloridoideae): support from Molecules, Morphological and Anatomical characters. *Systematic Botany* 33: 536–551.
- Campo Experimental Zacatecas (CEZAC). 2011. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Pecuarias y Forestales (INIFAP). <http://www.zacatecas.inifap.gob.mx/estaciones.php> (Consulta: 25.2.2011).
- Columbus, J.T. 1999. An expanded circumscription of *Bouteloua* (Graminae: Chlorideae): New combinations and names. *Aliso* 18: 61–65.
- Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA). 1980. Determinación de coeficientes de agostadero para Zacatecas y Aguascalientes. SARH-Subsecretaría de Ganadería. (mapa)
- Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA). 2002. Coeficientes de agostadero por entidad federativa. SAGARPA-México. [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas\\_2000/compendio\\_2000/02dim\\_economica/02\\_02\\_Agricultura/data\\_agricultura/CuadroII.2.4.4.htm](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas_2000/compendio_2000/02dim_economica/02_02_Agricultura/data_agricultura/CuadroII.2.4.4.htm) (Consulta: 3.20.2011).
- Estrada, E.C., L.M. Scott, J.A.Q. Villarreal, E.Y. Jurado, M. C. Cotera, C.A. Cantú y J.P. García. 2010. Clasificación de los pastizales halófilos del noreste de México asociados con perito de las praderas (*Cynomys mexicanus*): diversidad y endemismo de especies. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81(2): 401-416 [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-34532010000200014&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-34532010000200014&script=sci_abstract) (Consulta: 20.3.2011).
- Fierro, L.C. 2001. Análisis de la condición de los pastizales del Desierto Chihuahuense en México. Consultoría para PRONATURA-Noreste. 247 pp.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2003. Consejo Latinoamericano de Iglesias, CLAI. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA. Programa “Ciudadanía Ambiental, Manual de Ecología Básica y de Educación Ambiental” – 12 módulos. Mesa México-Suiza (V. Dellsperger, ed.) 22 pp. <http://www.interfazweb.net/ifzclientes/ambienteglobal/doc/11energia.pdf> (Consulta: 20.3.2011).
- Gentry, H.S. 1957. Los pastizales de Durango. Editorial Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C. México, D.F. 361 pp.
- Gómez, P.A. 1985. Los recursos bióticos de México (reflexiones). Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Editorial Alambra Mexicana. Xalapa, Veracruz, México. 122 pp.
- Guerrero, M.T., J.L. Montes y A. Camou. 2011. Recorrido por la Cuenca Alta del Conchos. Comisión de Solidaridad y Defensa de los Derechos Humanos A.C. Consultoría Técnica Comunitaria A.C. [http://www.edf.org/documents/2908\\_RioGrande\\_rioconchosRecorrido.pdf](http://www.edf.org/documents/2908_RioGrande_rioconchosRecorrido.pdf) (Consulta: 25.2.2011).
- Gutiérrez, L.R., G. Medina G. y M.D. Amador R. 2004. Estado actual de los pastizales de la zona central del estado de Zacatecas. En: Memorias del IV Simposio Internacional de la Flora de Zonas Áridas. Universidad Autónoma de Chihuahua-Universidad de Sonora. Delicias, Chihuahua, México. 291-299 pp.
- Gutiérrez, L.R., F.G. Echavarría Ch., H.G. Salinas, M.D.R. Amador, M.J.N. Flores y M.A.O. Flores. 2006. Producción caprina bajo pastoreo rotacional diferido y continuo. Folleto Científico No. 9. INIFAP. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. 38 pp.
- Gutiérrez, L.R., G. Medina G. y M.D. Amador R. 2007. Carga animal del pastizal mediano abierto en Zacatecas (tercer trimestre 2007). Folleto Informativo No. 41. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Zacatecas. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. 35 pp.
- Herrera, A.Y., P.M. Peterson y J. Valdés Reyna. 2008. *Bouteloua* (Poaceae: Chloridoideae: Cynodonteae: Boutelouinae) del noreste de México. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* 2: 917–981.
- Huss, D. 1993. Papel del ganado doméstico en el control de la desertificación. ONU-FAO-PNUMA. Santiago, Chile. 113 pp.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1999. Superficie desertificada en zonas áridas y semiáridas de México en términos de degradación con afectación muy severa y severa por tipo y entidad federativa. México, D.F.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2000. Censo general de población y vivienda del 2000.
- Leopold, S.A. 2000. Fauna Silvestre de México, Aves y Mamíferos de Caza. Segunda Edición. Editorial Pax-INIREB, Xalapa, Veracruz, México. 643 pp.
- Medina G., G., J.A.C. Ruiz y R.A.P. Martínez. 1998. Los climas de México: Una estratificación ambiental basada en el componente climático. Libro Técnico No. 1. INIFAP. Guadalajara, Jalisco, México. 104 pp.
- Medina G., G., H.G. Salinas y F.A.A. Rubio. 2001. Potencial productivo de especies forrajeras en el estado de Zacatecas. Libro Técnico No. 1. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Zacatecas. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. 97 pp.
- Medina G., G. y C. Ruiz J.A. 2004. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Zacatecas. (Período 1961-2003). Libro Técnico No. 3. INIFAP-CIRNOC. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. 240 pp.
- Medina G., G., P. Díaz G., O. Loredo C., A. Serrano V. y G. Cano M.A. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de San Luis Potosí. (Período 1961-2001). Libro Técnico No. 2. INIFAP-CIRNE. San Luis Potosí, México. 322 pp.
- Medina G., G., C. Ruiz J.A., P. Díaz G. y A. Serrano V. 2008. Probabilidad de ocurrencia de heladas en el estado de Zacatecas. Libro Técnico No. 8. INIFAP-CIRNOC. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. 258 pp.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial LIMUSA. 432 pp.
- Royo, M.M., A. Melgoza, J.S. Sierra, R. Carrillo, P. Jurado, R.L. Gutiérrez y F.G. Echavarría Ch. 2005. La salud de los pastizales medianos en los estados de Chihuahua y Zacatecas. En. II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales (R.M.D. Amador, R.L. Gutiérrez, M.A.O. Flores y A.P. Serna, ed.), Zacatecas, México. pp. 98-197.
- Saravia, B. 1964. Los agostaderos mancomunados. *México Ganadero* 7(8): 8.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT. 2004. Presión. Ganadería y agricultura. pp. 158-160. <http://www.paot.org.mx/centro/ine-semarnat/geo2004/11.pdf> (Consulta: 1.2.2011).
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2011a. Curso de manejo de pastizales y planeación ambiental. <http://elearning.semarnat.gob.mx/cte/MATERIALESAPOYO/manejo%20de%20recursos%20naturales%20y%20planeaci%C3%B3n%20ambiental/BASICO/3.html> (Consulta: 16.2.2011).
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) 2011b. Los suelos de México. [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_resumen/03\\_suelos/cap3.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen/03_suelos/cap3.html) (Consulta: 25.2.2011).
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario del estado de Zacatecas (SEDAGRO). 2004. Plan ganadero del estado de Zacatecas. Gobierno del estado de Zacatecas, México. 114 pp.
- Serna, P.A. y F.G. Echavarría Ch. 2002a. Caracterización hidrológica de un agostadero comunal excluido al pastoreo en Zacatecas, México. I. Pérdida de suelo. *Técnica Pecuaria en México* 40(1): 37-53.
- Serna, P.A. y F.G. Echavarría Ch. 2002b. Caracterización hidrológica de un agostadero comunal excluido al pastoreo en Zacatecas, México. II. Esgurrimiento superficial. *Técnica Pecuaria en México* 40(1): 55-69.
- USDA-NRSC. 1999. Soil Taxonomy A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. 2<sup>nd</sup> Edition. Agriculture Handbook. No. 436. 871 pp.



# Capítulo 4

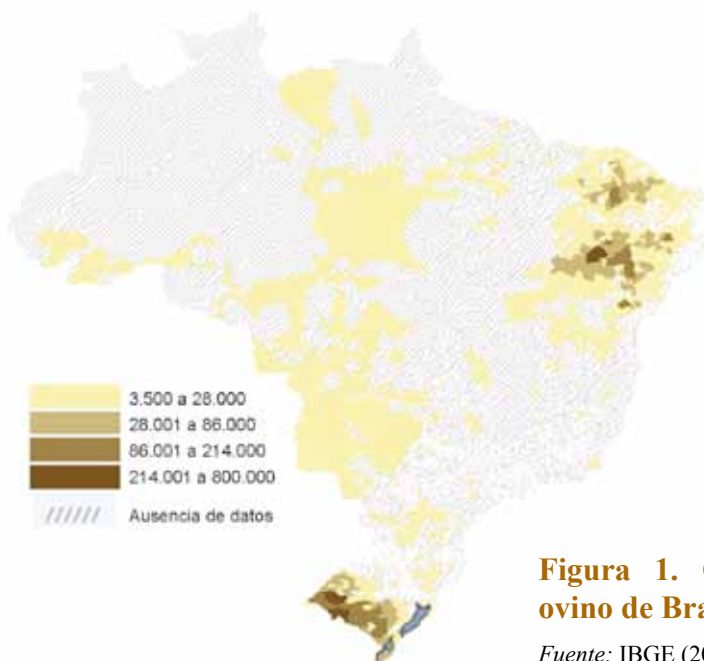
## Los Sistemas de Producción de Rumiantes Menores en el Semiárido Brasileño y sus Limitantes Productivas

Evandro Vasconcelos Holanda Júnior, Vinícius Pereira Guimarães  
y Juan Diego Ferelli de Souza

*Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria (Embrapa),  
Embrapa Caprinos y Ovinos, Sobral, Ceará, Brazil*

### Introducción

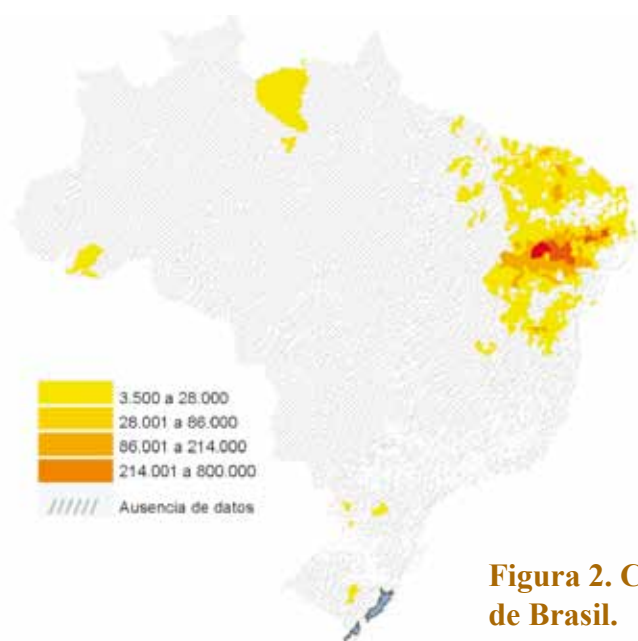
Brasil cuenta con una población de 16,8 millones de ovinos y 9,1 millones de caprinos (IBGE, 2009). Las Figuras 1 y 2 muestran la concentración de estos rumiantes en el país. Mientras que una proporción superior a 90% de los caprinos del país se concentra en la región nordeste, la mayor concentración de ovinos se distribuye entre las regiones nordeste y sur con proporciones iguales a 57% y 28,6%, respectivamente, del rebaño ovino nacional. En la región nordeste se crían ovinos de pelo destinados a la producción de carne y piel para el mercado local y autoconsumo. En el sur, se crían ovinos lanares destinados a la producción de lana para el mercado internacional y carne para el autoconsumo.



**Figura 1. Concentración del rebaño ovino de Brasil.**

*Fuente: IBGE (2009).*





**Figura 2. Concentración del rebaño caprino de Brasil.**

*Fuente:* IBGE (2009).

En el período 1990-2009 la población ovina se mantuvo estable, aunque se observaron disminuciones en cinco estados brasileños: Río Grande do Sul, Bahía, Santa Catarina, Sergipe y Amapá. En el mismo periodo, la población caprina registró una reducción neta en todos los estados, a excepción de Río Grande do Norte, Paraíba, Mato Grosso, Amazonas, Acre y Pernambuco (Tabla 1).

El crecimiento del rebaño ovino en relación al caprino en la mayoría de los estados del nordeste de Brasil, fue influenciado, entre otros factores, por la reducción de los espacios de pastoreo colectivo y el consecuente aumento de las áreas con forrajeras cultivadas. Los ovinos, aunque más exigentes en cuanto a pasturas y manejo que los caprinos, son más eficientes para ganar peso y producir carcasas más gordas y de mejor rendimiento carne/hueso. La tradición local asegura que la carne ovina es más fácil para asar y posee un sabor menos pronunciado que la carne caprina, lo que determina que su demanda sea mayor en los restaurantes regionales. Además, la piel ovina se vende a un valor 20% a 35% más alto que la piel caprina.

Los caprinos, aunque más adaptados al déficit forrajero de la estación seca y más demandados en los mercados tradicionales, son más difíciles de manejar en áreas pequeñas y presentan ganancia de peso más lenta, lo cual determina que sean faenados a mayor edad. Además, las carcasas caprinas poseen menos grasa intramuscular y superficial, y tienen menor rendimiento carne/hueso que las carcasas de los ovinos, una razón por la que no son consideradas apropiadas para asar. Estas características que han obstaculizado el flujo de venta de caprinos hacia los restaurantes regionales,

**Tabla 1. Poblaciones ovinas y caprinas por estado en 2009, participación de la población de cada estado en el rebaño nacional y cambios en la población entre 1990 y 2009.**

Región/Estado	Caprinos			Ovinos		
	Cabezas	(%)	% de Cambio <sup>(1)</sup>	Cabezas	(%)	% de Cambio <sup>(1)</sup>
Norte	177.377	1,94	-26,5	547.146	3,25	116,4
Rondônia	15.224	0,17	-41,5	127.995	0,76	442,8
Acre	19.494	0,21	426,4	86.084	0,51	298,5
Amazonas	16.381	0,18	33,9	43.808	0,26	76,8
Roraima	9.080	0,10	nd	nd	nd	nd
Pará	91.230	1,00	-41,1	197.739	1,18	43,2
Amapá	2.501	0,03	48,4	2.255	0,01	49,4
Tocantins	23.467	0,26	-44,8	89.265	0,53	105,9
Nordeste	8.302.817	90,61	-22,2	9.566.968	56,91	24,2
Maranhão	385.649	4,21	-28,7	232.307	1,38	19,2
Piauí	1.389.384	15,16	-30,6	1.387.279	8,25	14,5
Ceará	1.015.927	11,09	-8,9	2.071.098	12,32	40,8
Río Grande do Norte	398.679	4,35	43,8	570.302	3,39	71,4
Paraíba	624.205	6,81	22,5	434.225	2,58	14,0
Pernambuco	1.638.514	17,88	14,4	1.487.228	8,85	120,1
Alagoas	62.530	0,68	-12,8	193.877	1,15	36,4
Sergipe	19.643	0,21	-37,0	162.145	0,96	-19,5
Bahía	2.768.286	30,21	-41,0	3.028.507	18,01	-1,9
Sudeste	231.781	2,53	-35,9	762.133	4,53	88,0
Minas Gerais	119.766	1,31	-31,7	223.434	1,33	84,0
Espírito Santo	18.116	0,20	-28,4	36.134	0,21	52,0
Río de Janeiro	31.463	0,34	-39,0	50.284	0,30	135,3
São Paulo	62.436	0,68	-43,0	452.281	2,69	89,4
Sur	335.720	3,66	-26,2	4.807.596	28,60	-57,3
Paraná	179.896	1,96	-32,3	599.925	3,57	55,7
Santa Catarina	54.404	0,59	-33,2	261.322	1,55	12,8
Río Grande do Sul	101.420	1,11	-5,8	3.946.349	23,47	-62,9
Centro-Oeste	115.865	1,26	-27,1	1.127.878	6,71	187,1
Mato Grosso do Sul	32.453	0,35	-17,1	477.732	2,84	104,7
Mato Grosso	39.958	0,44	61,7	442.682	2,63	558,0
Goiás	41.674	0,45	-54,5	186.464	1,11	107,9
Distrito Federal	1.780	0,02	-49,1	21.000	0,12	740,0

Fuente: IBGE (2009).

Notas: <sup>(1)</sup> Cambios en la población entre 1990 y 2009 (en porcentaje); nd = Dato no disponible.

alertan sobre la necesidad de ejecutar esfuerzos en mejoramiento animal y el desarrollo de sistemas de cría que mejoren el rendimiento en carcasa y permitan reducir la edad de faenar como forma de viabilizar el potencial de mercado para la carne caprina.

En las demás regiones, el crecimiento de los rebaños y del número de criadores de ovinos está relacionado con varios factores, entre los cuales se pueden mencionar: la necesidad económica de diversificar o modificar los sistemas productivos; las nuevas inversiones de residentes urbanos interesados en nuevas alternativas económicas o en cambiar el estilo de vida; y las nuevas oportunidades de mercado para los productos de la cría de ovinos. En estas regiones, comienzan también a ser aplicados mecanismos regulatorios que buscan organizar la cadena productiva para proveer cortes homogéneos, inspeccionados y empaquetados para restaurantes y consumidores de alto ingreso.

En el nordeste el rebaño caprino comparado con el rebaño ovino creció sólo en los estados de Río Grande do Norte y Paraíba. Es posible que este crecimiento fuera inducido como consecuencia de las políticas y programas de los gobiernos locales que decidieron comprar leche de cabra de pequeños productores con fines de fortalecer la merienda escolar.

Debido a la importancia de la ganadería caprina y ovina en el nordeste de Brasil, en 1975 el gobierno brasileño determinó crear una unidad dependiente de Embrapa con el denominativo de Embrapa Caprinos y Ovinos, localizada en la ciudad de Sobral en el estado de Ceará, y el objetivo de enfocar sus actividades de investigación en la cría de caprinos y ovinos con un mandato nacional. Además de este centro especializado, otra unidad de Embrapa, Embrapa Semiárido, localizada en la ciudad de Petrolina en el estado de Pernambuco, también realiza estudios complementarios en producción caprina y ovina en coordinación con Embrapa Caprinos y Ovinos.

En este capítulo se describen los sistemas de producción más importantes de la región nordeste de Brasil, enfocando los sistemas de pequeños productores. Se describen también los sistemas de acuerdo con sus orientaciones productivas (carne y leche) y la naturaleza del contexto productivo y técnico en que se estos sistemas se desenvuelven.

## **Comercialización de Productos**

La comercialización de productos de caprinos y ovinos en el nordeste brasileño, ocurre en zonas rurales o pequeñas ciudades del interior y cuenta con canales de comercialización cortos y con mínima participación de plantas lácteas y mataderos industriales. Este hecho inhibe el consumo de los productos de caprinos y ovinos en las regiones distantes de las principales zonas de producción. En el caso de las carnes, el consumo promedio en esas regiones distantes se aproxima al promedio nacional de 0,677 g/habitante/año. Este valor fue estimado por los autores, utilizando la cantidad

aparente de carne comercializada cada año presentada por Couto (2003) y el tamaño de la población brasileña en cada año (IBGE, 2005).

En las proximidades de las principales zonas de producción, el consumo es mayor. En las microrregiones geográficas de Juazeiro, Euclides da Cunha y Senhor do Bonfim, en el estado de Bahía, una zona importante de producción, Holanda Júnior y Nogueira (2004) estimaron que en 2002 se faenaron 781.235 caprinos y ovinos, correspondiendo a un consumo de 9,0 kg/habitante/año. En las regiones del sur del país, donde se concentra una alta producción ovina, el consumo de carne de ovinos se estima en 15 kg/habitante/año (Clara Marinelli, Embrapa Pecuaria Sur, comunicación personal).

## Sistemas de Producción

Aunque resulta complejo lograr una categorización de sistemas que pueda agrupar los distintos tipos de sistemas de producción existentes en la región nordeste de Brasil, es posible clasificarlos de un modo general en: 1) sistemas agrícola-ganaderos extensivos y de subsistencia, 2) sistemas agrícola-ganaderos extensivos con cierto grado de integración al mercado, 3) sistemas agrícola-ganaderos semiextensivos con grado más avanzado de integración a los mercados y uso conspicuo de forrajeras cultivadas, y 4) sistemas comerciales y empresariales más intensivos. Es importante contar con una clasificación generalizada, sin embargo, se ha visto que para poder brindar insumos importantes para la investigación y el desarrollo es preciso que los análisis de sistemas sean más pertinentes a una microrregión.

Holanda Júnior (2004) identificó seis tipos de familias que criaban caprinos y ovinos en 12 municipios del sertón (Sertão) bahiano del valle de San Francisco (Tabla 2), que muestra la diversidad de sistemas en el estado que contiene 21,8% del rebaño caprino y ovino del nordeste brasileño. Las variables que permitieron diferenciar estos seis tipos fueron: tamaño de rebaño caprino y ovino; tenencia y uso de la tierra tomando en cuenta áreas con vegetación nativa (Caatinga), áreas con cultivo de cactus (palma forrajera) y áreas sembradas con forrajes; naturaleza de la propiedad, considerando: agricultura de subsistencia e integración de la cría caprino-ovina a sistemas de cultivo; integración con el mercado y especialización de la unidad productiva para la cría de caprinos y ovinos; y la participación de mano de obra familiar en la actividad agropecuaria.

El ingreso mensual de las familias (no presentado en la Tabla 2) varió de 1,68 (tipo II) a 6,94 salarios mínimos (tipo V). Los datos analizados mostraron que el ingreso obtenido fuera de la propiedad en esos sistemas (p. ej. por venta de mano de obra, jubilación, donaciones, prestaciones de servicios en actividades no agrícolas y subsidios del Gobierno federal) representaba 19% en el tipo más capitalizado (tipo V), y 52% en el tipo menos capitalizado (Tipo I). También se encontró que los ingresos por venta de productos caprinos y ovinos, en relación con el ingreso total, representaban 5% en el tipo I y 32% en el tipo IV (más especializado en la actividad de

**Tabla 2. Características de los criadores de caprinos y ovinos en el sertón de Bahía por tipos familias (n = 549).**

Naturaleza de la cría de ovinos y caprinos	Tipos de familias					
	I	II	III	IV	V	VI
	Para consumo familiar	Especializada en sistema diversificado	Complementaria a la agricultura	Especializada en sistema diversificado	Complementaria a la cría de bovinos	Extensiva
Familias						
Número	215	227	39	39	17	12
Porcentaje	39	41	7	7	3	2
Área de uso exclusivo de la familia (ha)	19	27	57	65	139	224
Uso de área de pastoreo colectivo (% de familias)	80	78	92	82	65	100
Inversiones en equipamientos y mejoras (R\$)	1.038	1.076	2.580	3.325	6.239	3.605
Uso de la tierra (% del área total)						
Área con vegetación nativa (Caatinga y/o <i>Capoeira</i> <sup>(1)</sup> )	54	56	44	60	81	84
Área cultivada con forrajeras	21	27	16	36	10	7
Área con cultivos agrícolas	26	16	40	4	8	10
Proporción de caprinos y ovinos del rebaño total <sup>(2)</sup> (%)	82	83	81	80	50	83
Especialización en la cría caprino-ovina <sup>(3)</sup> (%)	16	41	30	47	37	38
Integración de la cría caprino-ovina al mercado <sup>(4)</sup> (%)	22	71	64	71	72	63
Cantidad y tipo de mano de obra						
Mano de obra permanente total (hombres-día)	4	4	5	4	4	3
Mano de obra familiar/mano de obra total (%)	97	96	97	95	79	79

Fuente: Holanda Júnior (2004).

Notas: <sup>(1)</sup> *Capoeira* es una vegetación secundaria compuesta por gramíneas y arbustos dispersos. El término es de origen tupi-Guaraní, y designa la vegetación que nace sobre una vegetación cortada; <sup>(2)</sup> El rebaño total incluye caprinos, ovinos y bovinos; <sup>(3)</sup> Especialización en la cría caprino-ovina = 100 x (Renta Total de la cría caprino-ovina)/(Renta Total de la Propiedad). Donde: Renta Total de la cría caprino-ovina = renta monetaria anual obtenida por la venta de productos caprinos y ovinos + Renta del Autoconsumo de productos caprinos y ovinos; Renta Total de la Propiedad = renta monetaria anual de todas las ventas de productos producidos por las actividades agropecuarias y extractivas + Renta del Autoconsumo de productos caprinos y ovinos + valor anual del alquiler de tierras y animales; Renta del Autoconsumo de productos caprinos y ovinos = Ingreso bruto anual que habría sido obtenido si los productos caprinos y ovinos consumidos en las propiedades hubiesen sido vendidos; <sup>(4)</sup> Integración de la cría caprino-ovina al mercado = (Renta del autoconsumo de productos caprinos y ovinos) x 100/(Renta Total de la cría caprino-ovina); R\$ = Real Brasileño (Tasa de cambio US\$ 1,00 = R\$ 2,80).

producción caprino-ovina), reflejando las variaciones entre sistemas y las estrategias que determinan sus medios de vida.

Otra variación de sistemas de producción es presentada por Almeida (2004) al estudiar sistemas de producción de caprinos y ovinos en Cariri, estado de Paraíba. Este investigador pudo diferenciar 5 tipos de sistemas de acuerdo con tamaño y uso de la tierra, tamaño de rebaño y detalles más específicos sobre los ingresos de los productores. En estos sistemas el ingreso anual de los productores de caprinos y ovinos variaba entre 8.792 y 44.034 Reales Brasileños, siendo menor en los tipos menos capitalizados y mayor en los más capitalizados (Tabla 3). El ingreso de la cría caprino-ovina y el ingreso obtenido fuera de la propiedad representaron, respectivamente, entre 28% y 42% del ingreso total en los tipos menos capitalizados; y entre 49% y 26%, en los tipos más capitalizados.

La anterior información destaca la importancia de la jubilación y de otras rentas familiares (donaciones, prestaciones de servicios en actividades no agrícolas, transferencias del Gobierno federal, entre otras) como complemento vital de la renta de esas familias. Una condición similar fue mencionada por Abramovay *et al.* (2003) al analizar familias rurales con baja renta monetaria en la actividad agropecuaria y que residían en ambientes sociales con pocas oportunidades para conseguir trabajos no agrícolas. Es innegable la necesidad de mantener esta renta complementaria que al auxiliar a los productores induce a conservar y hacer crecer el patrimonio de las familias productoras de caprinos y ovinos del nordeste. El futuro de esos sistemas productivos dependerá, de acuerdo con Caron (2003), del capital agrario y de la estructura de las unidades productivas. Existe, de acuerdo con este autor, un nivel de autosubsistencia, por debajo del cual la acumulación de recursos financieros y de ahorro es poco probable. Para esos productores de subsistencia, un año de sequía puede provocar la migración de las familias, y para los que están por encima de ese nivel, años sucesivos de sequía pueden disminuir las condiciones que permiten la acumulación de los medios de producción.

La jubilación es importante no sólo para la economía de las familias, sino también para el comercio y los servicios de las economías de las ciudades de la región. El comercio de carnes caprina y ovina, por ejemplo, es más intenso en los primeros días de los meses en que se realiza el pago de las jubilaciones.

## **Sistemas de Producción y Comercialización de Leche de Cabra**

Según el censo agropecuario realizado en 2006 por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE, 2009) se producen en Brasil 35,7 millones de litros de leche de cabra. De este total, 75% es producido en el nordeste, 17% en el sudeste

**Tabla 3. Características de los productores caprinos y ovinos del Cariri de Paraíba, Brasil.**

Características	Nivel tecnológico bajo y no especializado				
	I	II	III	IV	V
Grupos					
Productores					
Número	72	34	28	13	5
%	47	22	18	9	4
Tamaño de la propiedades (ha)	57	116	314	407	1.141
Uso de la tierra (% del área total)					
Área con cultivo	6	4	2	4	4
Área con pecuaria	94	96	98	96	96
Mano de obra familiar (%)	84	65	64	51	34
Mano de obra contratada (hombres)	0	1	1	1	2
Número de caprinos (cabezas)	59	88	208	202	432
Número de ovinos (cabezas)	26	64	50	216	86
Total caprinos y ovinos (cabezas)	85	152	258	418	518
Renta bruta (R\$/año)					
Caprinos	2.060	3.657	7.335	7.117	12.234
Ovinos	369	1.496	679	5.979	1.370
Bovinos	2.699	3.037	5.607	5.821	5.610
Estiércol y/o leña	14	7	0	800	2.740
Fuera de la propiedad <sup>(1)</sup>	3.650	3.955	11.300	6.777	22.080
Total	8.792	12.152	24.921	26.494	44.034

Fuente: Almeida (2004).

Notas: <sup>(1)</sup> Actividades fuera de la propiedad (p.e. prestación de servicios en la pecuaria, prestación de servicio en otras actividades, y jubilación); R\$ = Real Brasileño (Tasa de cambio US\$ 1,00 = R\$ 2,80).

y 4% en el sur del país. Se estima que sólo 24% de esa producción es enviada a las industrias especializadas en el procesamiento de leche de cabra.

Desde mediados de los años 90, diversas entidades públicas y asociaciones de productores vienen promoviendo la producción de leche de cabra en el nordeste. La inclusión de la leche de cabra en el Programa de Leche (Programa do Leite)<sup>1</sup>a partir de 1998 en Río Grande do Norte y luego en Paraíba dio lugar a la expansión de la producción de leche en estos estados. Entre 1990 y 2003, estas políticas impactaron el crecimiento de la producción de leche así como de la población caprina, en particular en Río Grande do Norte, Paraíba y Pernambuco: en 2003 los rebaños de Pernambuco, Río Grande do Norte y Paraíba resultaron ser 6%, 47% y 32% mayores a los de 1990 (IBGE, 20094). En otros estados del nordeste donde no se aplicaron políticas ni incentivos de promoción la población declinó en el mismo periodo (IBGE, 2009).

## Los Aspectos Técnicos y Económicos de la Producción de Leche de Cabra

La producción comercial de leche en el Brasil, se localiza principalmente en el sudeste y sur del país, incluyendo los estados de Minas Gerais, Río de Janeiro, São Paulo, Espírito Santo, y Río Grande do Sul, donde es posible encontrar sistemas especializados en esta producción. En Minas Gerais y Río de Janeiro, los sistemas de producción de caprinos para leche son intensivos y semiintensivos, localizados, en su gran mayoría, en pequeñas áreas próximas a las regiones metropolitanas y centros urbanos (Cordeiro, 2004).

La viabilidad económica de los sistemas especializados en la producción de leche de cabra en un escenario de precios bajos es un gran desafío para los productores e instituciones de investigación. Para esto, según Wander y Martins (2004), la producción por cabra en los sistemas intensivos confinados debe ser superior a 750 litros/año, mientras que en los sistemas pastoriles superior a 550 litros/cabra/año. Con base en 2.832 lactaciones de cabras pertenecientes a 27 rebaños de diferentes estados del país y criadas de acuerdo con recomendaciones técnicas para sistemas en confinamiento, Zacharias (2001) estimó un promedio de producción de 494,2 litros/cabra/lactación, con una duración media de 280 días (Tabla 4). Esta producción es equivalente a 644,2 litros/cabra/año, menor al límite propuesto por Wander y Martins (2004). La Tabla 4 también muestra la gran variabilidad reflejada en los coeficientes de variación que denota una heterogeneidad en estos sistemas, aun cuando siguen normas rigurosas de manejo y producción.

---

<sup>1</sup> A partir de 2003 el Programa de Leche es una modalidad del Programa de Adquisición de Alimentos (PAA), el cual es un instrumento de política pública del Gobierno federal. El PAA/Convenio de Compra Local fue direccionado a los productores de agricultura familiar del semiárido tal que sus productos son adquiridos a través de convenios con los gobiernos estatales ([www.mds.gov.br](http://www.mds.gov.br)).



**Tabla 4. Variables productivas importantes en la producción lechera en sistemas de producción de leche de cabra en diferentes estados brasileños.**

Variable	n	Promedio	CV (%)
Tamaño de rebaño, cabezas	27	115,5	133
Edad al primer parto, días	5.382	521,4	27
Intervalo entre partos, días	1.762	385,7	39
Hembras paridas/hembras expuestas <sup>(1)</sup> , %	697	78,7	27
Tamaño de camada, crías/parto	10.054	1,5	40
Producción de leche por lactación, kg/cabra	2.832	494,2	76
Duración de la lactación, días	3.987	280,0	57
Período seco (de no lactancia), días	1.209	129,8	95

Fuente: Zacharias (2001).

Notas: <sup>(1)</sup> Datos obtenidos de tres criadores; CV = Coeficiente de variación.

En los últimos años estos sistemas han logrado desarrollar planes de mejoramiento genético en colaboración con Embrapa Caprinos y Ovinos, que además motivan la necesidad de adopción de tecnologías mejoradas para elevar los índices productivos (Facó *et al.*, 2011). En las explotaciones con animales puros, la venta de animales para reproducción constituye una importante fuente de ingreso. Zacharias (2001) presenta una planilla de costos de producción en la cual la venta de animales corresponde a 29,5% de los costos totales de la actividad.

En el nordeste existen también sistemas orientados a la producción comercial de leche de cabra, utilizando tecnologías recomendadas, en aquellas regiones donde hay una demanda concreta por este producto y mercados dinámicos que lo comercializan. Zacharias (2001) realizó entrevistas a 24 productores localizados a menos de 300 km de Salvador, Bahía, y encontró que la mayoría de los productores producía hasta 60 litros/día, usaba sistemas semiintensivos o intensivos, animales de razas *Saanen*, ordeña manual, y vendía la producción directamente a los consumidores. Los animales eran alimentados con gramíneas, leguminosas y suplementación concentrada.

En la región semiárida del nordeste, la comercialización de leche de cabra tiene poca importancia para la renta de los agricultores. Las cabras se crían casi libres en la Caatinga y con mínima inversión en tecnologías, lo cual determina baja productividad de leche, en particular durante la época seca. En el sertón de Bahía del valle del río San Francisco, Holanda Júnior (2004) analizando la situación de 549 productores encontró que 34,5% de ellos ordeñaban las cabras pero sólo 4,4% vendían su producción. La producción diaria promedio por cabra ordeñada fue tan baja como 0,33 litros/día y la producción diaria por familia no superó 0,44 litros/día (Tabla 5).

**Tabla 5. Promedios de indicadores productivos relacionados con la producción de leche de cabras en los estados de Bahía y Río Grande do Norte.**

Indicadores	Bahía			Río grande do Norte <sup>(4)</sup>
	Sertón de São Francisco <sup>(1)</sup>	Jussara <sup>(2)</sup>	Valente <sup>(3)</sup>	
Total de entrevistados	549	62	32	nd
Productores que ordeñan (%)	34,5	45,2	56,3	100,0
Total madres (cabezas por rebaño)	41,0	20,0	17,0	57,0
Cabras ordeñadas (cabezas/día)	1,3	9,0	12,5	nd
Producción diaria				
por propiedad (L)	0,4	7,8	9,7	17,4
por cabra ordeñada (L)	0,3	0,9	0,8	1,4
Período de producción (meses)	4,9	7,5	8,1	7,3
Leche vendida/leche producida (%)	4,0	63,0	82,1	73,0
Leche para consumo familiar (L/día)	0,4	2,9	1,7	4,7

*Fuentes:* <sup>(1)</sup> Productores de 12 municipios de Bahía (Holanda Júnior, 2004); <sup>(2)</sup> Productores de la Asociación de Criadores de Caprinos y Ovinos de Jussara (Embrapa, datos no publicados); <sup>(3)</sup> Productores de la Asociación de los Pequeños Agricultores del estado de Bahía – Valente (Embrapa, datos no publicados); <sup>(4)</sup> SEBRAE/RN (2001).

*Nota:* nd = Dato no disponible.

Algunas organizaciones de productores de Bahía han intentado estimular la producción de leche de cabra por medio de la instalación de plantas de procesamiento lechero y de la compra de leche, como, por ejemplo, en Valente y Jussara (Tabla 5). Estos incentivos incrementaron el porcentaje de productores que ordeñan las cabras, el número de cabras ordeñadas y por lo tanto la producción por propiedad y por animal. También las políticas gubernamentales de compra de leche crean incentivos que permiten una producción con productividad mejorada. Por ejemplo, en Valente, Jussara, el periodo de producción fuertemente influenciado por la estacionalidad es casi dos meses más extendido, y de mejor nivel de producción por propiedad y por cabra que en el sertón de São Francisco como resultado de la aplicación de tecnología adecuada (Tabla 5). Estos índices de productividad son aún más elevados y contrastantes en Río Grande do Norte por la influencia positiva de las políticas gubernamentales (Tabla 5).

Un desafío importante para la consolidación de la producción de leche de cabra en el nordeste semiárido consiste en viabilizar la producción a bajo costo. Con esta finalidad, los productores miembros de la Asociación de Criadores de Caprinos y Ovinos de Jussara (ACOJUS) están realizando innovaciones en sus sistemas de producción dirigidos a mejorar la productividad y la reducción de la estacionalidad de sus producciones lecheras con el uso de pasturas irrigadas y forrajeras resistentes a la sequía.

## Sistemas de Producción de Carne Caprina y Ovina

La producción de ovinos de corte se concentra en los estados del sur y nordeste del Brasil. Los sistemas de pequeños productores de ovinos de corte del nordeste comparten similares características con los sistemas caprinos de corte que se discutirán con detalle.

La producción de caprinos de corte está restringida en gran parte al nordeste del Brasil y a sistemas de producción ganaderos mixtos dependientes de la utilización de la vegetación nativa (Caatinga). La ganadería mixta incluye la cría simultánea de caprinos, ovinos y bovinos (Tabla 6). Estos sistemas están influenciados por una serie de factores climáticos, de manejo y de mercado que incluyen: drásticas fluctuaciones del clima que caracterizan al semiárido brasileño, con un régimen pluviométrico que limita la producción forrajera; inadecuado manejo nutricional, reproductivo y sanitario de los rebaños, con ausencia de control contable y ausencia de registros de producción; y pronunciada estacionalidad en la oferta, falta de estandarización de los productos y en muchos casos injusta intermediación. Aparte de los factores señalados, la región ha registrado un pobre desarrollo económico, sin políticas e inversiones adecuadas que efectivamente condicionen cambios tecnológicos y productivos. Como consecuencia de ello la productividad de los sistemas es pobre y con bajos niveles de extracción.

**Tabla 6. Porcentajes de diferentes especies de rumiantes o combinaciones de especies que conforman los sistemas de producción en Piauí, en el sertón de San Francisco, Bahía y en Cariri, Paraíba.**

Especies	Piauí <sup>(1)</sup> (n = 118)	Bahía <sup>(2)(3)</sup> (n = 549)	Paraíba <sup>(3)(4)</sup> (n = 152)
Caprinos	2	13	11
Caprinos y ovinos	8	10	11
Caprinos y bovinos	19	37	10
Caprinos, ovinos y bovinos	57	32	63
Ovinos y bovinos	6	3	4
Ovinos	0	5	1
Bovinos	8	0	0

Fuentes: <sup>(1)</sup>Souza Neto *et al.* (1995); <sup>(2)</sup>Holanda Júnior (2004); <sup>(3)</sup>Almeida (2004); <sup>(4)</sup>Se entrevistaron sólo familias con caprinos y ovinos.

El rebaño representa la principal forma de ahorro disponible para los productores y constituye un factor de seguridad indispensable para la sobrevivencia de la población. Los caprinos son las unidades más importantes por su adaptabilidad a las condiciones de cría del semiárido y por su facilidad de movilización en relación con el bovino.

Esto es válido para la compra-venta y para el sacrificio de animales para consumo. Las razones que explican esta facilidad de movilización se relacionan con el menor precio de un caprino por lo cual las transacciones de su venta se concretan más rápidamente y por su menor tamaño que facilita su transporte o conservación para consumo familiar. En comparación, los ovinos reciben ciertos cuidados adicionales en su cría, con una condición intermedia entre caprinos y bovinos, en cuanto a la movilización para comercialización y consumo familiar.

Casi todos los sistemas de producción ganaderos del semiárido brasileño dan prelación a las inversiones en la propiedad para asegurar vivienda y agua, construir cercas y chiqueros para control de los animales y preservarlos de pérdidas y/o robos, así como evitar que éstos destruyan las áreas con cultivos. En los tipos de familias con sistemas de producción más especializados en caprinos y ovinos, se presta atención especial a las inversiones para la producción de forrajeras cultivadas (SEBRAE/RN, 2001; SEBRAE/PI, 2003; Holanda Júnior, 2004).

## Comercialización

Las transacciones entre los ejes de la cadena de producción de la cría caprino-ovina son en gran parte desarrolladas con carácter informal. Esta informalidad se refleja en una cadena productiva con elevada desarticulación entre los ejes de producción, sacrificio y distribución.

El productor es el eje más numeroso, disperso y desorganizado. Existen diferentes tipos de productores, que se diferencian en cuanto a nivel de capitalización (tamaño de los rebaños caprino y bovino y de la propiedad), área sembrada con cactus (*Opuntia ficus*) y a diferentes niveles de integración con el mercado. Los productores predominantes son los de subsistencia y con mínimo nivel de integración al mercado, los cuales sacrifican sus animales por la vía informal y los comercializan directamente a intermediarios o en ferias libres. Otros productores de naturaleza más empresarial son menos numerosos, utilizan canales formales para el sacrificio de sus animales pudiendo comercializar sus productos en pequeñas carnicerías y supermercados. Aunque los sistemas se localicen en las vecindades de ciudades con mayor densidad demográfica y actividad económica, la región nordeste de Brasil no cuenta aún con un comercio regional dinámico, capaz de inducir la especialización masiva de la producción y la comercialización mediante incentivos y precios diferenciados atractivos.

Los circuitos de comercialización de carnes caprinas y ovinas son cortos y orientados a abastecer el mercado de pequeñas ciudades y poblados cercanos a las zonas de producción. Los comerciantes mueven volúmenes reducidos, se abastecen de los productores e intermediarios de la propia región y de las ventas realizadas en los mercados públicos, ferias libres y carnicerías. En general el sacrificio sigue canales informales, de pequeña escala y con condiciones tecnológicas e higiénico-sanitarias

pobres. Los mataderos-frigoríficos especializados en caprinos y ovinos en general trabajan con elevada ociosidad.

En la actualidad, la capacidad de sacrificio de caprinos en mataderos-frigoríficos del nordeste es superior a 4.060 cabezas/día, estimándose que sólo 46% de esta capacidad es utilizada. En general, los mataderos-frigoríficos instalados en un estado determinado del nordeste, atienden apenas al mercado de ese estado porque no funcionan de acuerdo con las normas y exigencias del Servicio de Inspección Federal que reglamenta y autoriza la comercialización interestatal.

De acuerdo con el número de pieles procesadas por las curtiembres, en el nordeste se sacrificarían 7.200.000 animales/año, siendo según Coelho (2003), un valor constituido por 47% de pieles de caprinos y 53% de pieles de ovinos. Con base en esa información y el tamaño de los rebaños caprinos (8.790.419 cabezas) y ovinos (8.012.030 cabezas) del nordeste en 2002 (IBGE, 2005), las tasas anuales calculadas de sacrificio de caprinos y ovinos representaron, 38% y 47%, respectivamente. También se constató que 97% de los animales faenados en mataderos-frigoríficos fueron realizados sin ningún tipo de inspección sanitaria.

La baja o inexistente participación de los mataderos-frigoríficos y organizaciones comerciales de más envergadura dificulta que los productores y agentes de comercialización entreguen sus productos en mercados más distantes.

En la comercialización tradicional de los animales es característica la falta de pesaje y de adopción de otros criterios que evalúen la calidad y condición cárnica de los animales. Los productores pueden vender el animal vivo o faenado. En las ventas de animales vivos el peso es estimado visualmente por personas entrenadas y, basándose en un rendimiento de carcasa de 50%, la transacción es concluida. En tales casos el comprador no paga por las vísceras y la piel, quedándose con ellas luego de la transacción. En el caso de la venta de animales sacrificados, el productor vende la piel y retiene las vísceras para su alimentación.

Según Tonneau *et al.* (2003), las reglamentaciones de venta y los precios por kg de carne se determinan en el propio mercado bajo el control de negociantes y grandes propietarios sin que los beneficios que ellos perciben así como los percibidos por los productores puedan incrementar. Estas condiciones sin incentivos determinan también que la producción no sea mejorada. Sin incentivos atractivos, los sistemas de manejo no aplican avances tecnológicos, las fluctuaciones en la disponibilidad de alimentos no son controladas, y los lotes de animales para venta son heterogéneos en peso y en edad. Por consiguiente, es claro que las condiciones del mercado requieren de reformas profundas de manera que se pueda lograr una integración eficiente entre la cadena productiva y de comercialización. Los efectos estacionales del clima agravan esta situación, puesto que la oferta disminuye en el segundo semestre del año que

coincide con la época seca, dando lugar a variación en los precios y en la calidad de los productos.

El sector de culinaria y restaurantes muestra dinamismo, con avances notables en servicios a los consumidores tradicionales de estas carnes, aunque beneficia predominantemente a la comercialización de ovinos, mientras que las carnes caprinas que tienen una demanda sobresaliente son menos comercializadas debido a que la oferta incluye animales de edad y condición cárnica inaceptable.

Lo anterior muestra la necesidad de promover programas de desarrollo integrados que enfoquen tanto el mejoramiento de los sistema de alimentación, el manejo adecuado reproductivo y de salud de los rebaños, la ampliación de la base forrajera y una adecuada utilización de la Caatinga, como el mejoramiento de los mecanismos de comercialización, precios diferenciados por calidad de productos y por sobre todo políticas que promuevan la dotación de recursos de largo plazo para consolidar la activación económica de estas regiones deprimidas y marginalizadas.

## **Los Aspectos Técnicos y Económicos de la Producción de Carne Caprina y Ovina en el Semiárido del Nordeste**

### **Manejo del pastoreo y de la alimentación**

En el sertón pernambucano, y bahiano del valle del río San Francisco, los productores de ganado en su generalidad no disponen de cercas divisorias para la contención de los animales, siendo los animales criados en áreas de pastoreo comunitario o colectivo, que en Bahía son llamados Fundo de pasto<sup>2</sup>. Bahía posee el rebaño caprino y el segundo rebaño ovino más grande del Brasil. Aproximadamente 61% del rebaño caprino y 41% del rebaño ovino de este estado se localiza en 25 municipios, donde predominan las áreas colectivas de pastoreo. Según un levantamiento de la Articulación Estatal de las Asociaciones de las Áreas Colectivas de Pastoreo de Bahía, se estima que más de 18.490 familias están involucradas en este tipo de manejo de la vegetación nativa, existiendo cerca de 300 asociaciones comunitarias agropastoriles reconocidas. El número de familias involucradas debe ser aún más alto, pues el levantamiento realizado no incluyó los sistemas que usan áreas colectivas de pastoreo en los municipios de Macururé, Chorrochó, Buritirama y Juazeiro. Sólo en este último municipio, Embrapa Semiárido identificó que 95% de los productores de caprinos y ovinos utilizan áreas colectivas de pastoreo (Holanda Júnior, 2004).

La utilización de áreas de pastoreo colectivo fue identificada también en la región de Cariri, Paraíba, por Almeida (2004). Tourrand *et al.* (1993) afirmaban que

---

<sup>2</sup> Fundo de pasto: áreas de uso colectivo, utilizadas por un grupo de produtores para el pastoreo de sus animales.

los sistemas agropecuarios en el nordeste utilizan espacios abiertos sin cercarse para el uso colectivo y espacios cercados para el uso individual. En las regiones donde predominan espacios de uso colectivo, se nota la predominancia de los caprinos sobre los ovinos y bovinos y, en los espacios de uso individual, la predominancia de ovino y/o bovino sobre el caprino. La existencia de sistemas que incluyen un manejo colectivo dificulta las prácticas de manejo reproductivo y sanitario de manera individual, exigiendo organización de los productores y la búsqueda de innovaciones tecnológicas que consideren esta modalidad de manejo. Además, las áreas colectivas en general no son atendidas por ninguno de los productores y el pastoreo se realiza sin observar la capacidad receptiva de la vegetación nativa lo cual determina una condición de sobrepastoreo que degrada la vegetación y el suelo.

En el sertón bahiano del valle del río San Francisco, además de los espacios colectivos, los productores utilizan áreas individuales para alimentar sus rebaños. En estas áreas, el porcentaje de área con gramíneas, cactus y otras forrajeras cultivadas promedia 6,89 ha (Tabla 7). La tenencia promedio de los productores es de 10-12 ha, donde se cultiva principalmente (74% de los productores) pasto *buffel* (*Cenchrus ciliaris*) y en menor extensión pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) (8% de los productores).

**Tabla 7. Áreas y forrajeras cultivadas por productores caprinos y ovinos en el sertón de Bahía (n = 549).**

Tipo de forrajera	Área (ha)	% área Cultivada
Gramíneas	5,14	74
Cactus ( <i>Opuntia ficus-indica</i> Mill)	1,35	20
Otras forrajeras <sup>(1)</sup>	0,40	6
Total cultivado	6,89	100

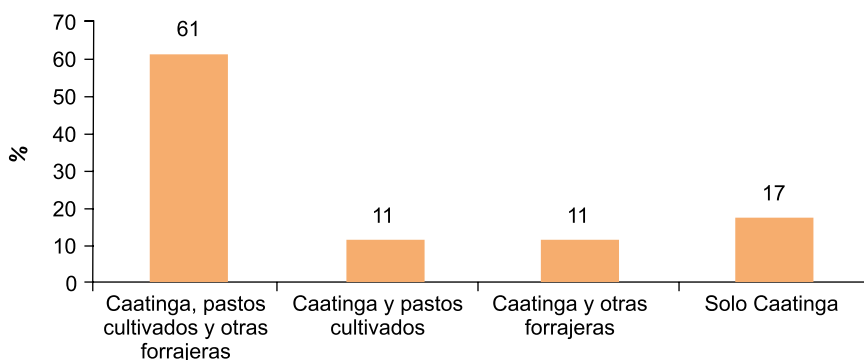
Fuente: Holanda Júnior (2004).

Notas: <sup>(1)</sup> Principalmente leucaena (*Leucaena leucocephala*), sorgo (*Sorghum* sp.), maíz en granos para alimentación animal, maíz para ensilaje y algarrobo (*Prosopis juliflora*).

En el sertón bahiano del valle del río San Francisco, la alimentación de los animales se basa en el uso de la Caatinga, estimándose que aproximadamente 17% de los productores utilizan de manera exclusiva esta fuente de forraje para criar sus animales. Una gran parte de los productores (83%) utiliza combinaciones de Caatinga con pastos cultivados y otras forrajeras no convencionales (Figura 3).

En Río Grande do Norte, en las regiones con clima semiárido o de transición (Agreste, central y oeste), un estudio, en el que se entrevistaron 265 productores, determinó que la superficie promedio de los establecimientos con pastos cultivados era

de 8,7 ha y representaba 4,3% del área total con pasturas. En esas tres regiones, 14,5 y 13,7% de los entrevistados usaba heno y ensilaje, respectivamente (SEBRAE/RN, 2001). Además, se encontró que la suplementación forrajera voluminosa en la época seca era practicada por 72,6% de los productores de caprinos de leche, mientras que en la cría de caprinos y ovinos de carne esa forma de suplementación era practicada por sólo 52,9% y 47,5% de los productores, respectivamente.



**Figura 3. Frecuencia de productores según el tipo de sistema de alimentación en el sertón bahiano del valle del río San Francisco, Bahía, 2002.**

Fuente: Holanda Júnior (2004).

Notas: Otras forrajeras incluyen cactus, leucaena, sorgo, maíz en grano para alimentación animal, maíz para ensilaje y algarrobo; Pastos cultivados incluye en particular el pasto *buffel* (*Cenchrus Ciliaris*).

La disponibilidad de pasturas en las diferentes regiones del semiárido son variables, por lo tanto los sistemas de alimentación que esta condición determina son heterogéneos. Para poner de relieve esta variación, en Río Grande do Norte los productores de la región conocida como Agreste (área de transición entre una región de clima semiárido y el bosque atlántico, con precipitación media de 750 mm) disponen de 23 ha con pasturas cultivadas que representan 15,7% del área total para pastoreo. En contraste, los productores de la región central (con un clima semiárido y menor precipitación que el promedio de 400 mm del estado), cuentan con una superficie con pasturas cultivadas menor, 4,0 ha, que representa 1,30% del área que el productor dispone para pastoreo (SEBRAE/RN, 2001).

La conservación de forrajes para alimentar a los animales durante la época seca es poco utilizada por los productores. En el Cariri de Paraíba, pese a los esfuerzos de transferencia de estrategias mejoradas para la alimentación animal, Almeida (2004) encontró que apenas 14,5% de los productores hacían heno y 6,6% hacían ensilaje, mientras que 29,6% usaban concentrado. En época seca, aproximadamente 70,8% de los productores vende sus animales (Tabla 8). Esta medida permite una cierta reducción



del sobrepastoreo así como obtener dinero para comprar alimentos para los animales remanentes.

**Tabla 8. Prácticas alimenticias y estrategias usadas por los productores del Cariri de Paraíba en la época seca (n = 152).**

Ítems	% de productores
Prácticas alimenticias	
Elaboración de heno	14,5
Elaboración de ensilaje	6,6
Uso de concentrado	29,6
Estrategias de manejo en los períodos secos	
Sin una estrategia definida	18,4
Venta de animales	20,3
Venta de animales y provisión de <i>Mandacarú</i> <sup>(1)</sup>	15,7
Venta de animales y compra de alimentos	7,8
Combinación de las diferentes estrategias	26,6
Compra de alimentos	1,3
Uso de <i>Mandacarú</i> <sup>(1)</sup>	3,3
Compra de alimentos y uso de <i>Mandacarú</i> <sup>(1)</sup>	6,6

Fuente: Almeida (2004).

Nota: <sup>(1)</sup> *Cereus jamacaru*, planta de la familia de las cactáceas.

Un trabajo de investigación participativa iniciado en 2007 por Embrapa, ICARDA y el Proyecto de desarrollo Dom Helder Camara, logró con éxito la masificación tecnológica de métodos de producción y conservación de forraje. Por su pertinencia para el semiárido y la existencia de un ambiente facilitador para la adopción (el proyecto de desarrollo), las tecnologías propuestas fueron adoptadas e integradas en las estrategias de manejo ganadero de manera masiva en diferentes regiones de los estados de Pernambuco, Paraíba y Sergipe. A fines de 2009 los beneficiarios sumaban a más de 1.000 familias productoras de caprinos y ovinos.

En general, el sistema de alimentación de los rumiantes en el semiárido tiene las siguientes características: en época lluviosa y mientras existen alimentos en la Caatinga, todos los animales se alimentan de la vegetación alimenticia que ésta contiene. Cuando los alimentos de la Caatinga comienzan a ser insuficientes, se ofrece suplementación de forraje voluminoso. Los bovinos son los primeros que reciben esa suplementación, luego los ovinos y finalmente, cuando la carencia de alimentos en la Caatinga se torna crítica, los caprinos.

Independientemente de la especie animal, las categorías que tienen preferencia para recibir suplementación incluyen madres en lactación, animales no destetados y animales en precario estado nutricional o debilitados por problemas de salud. Las hembras no lactantes, animales jóvenes destetados y sanos son liberados en la Caatinga para encontrar los pocos alimentos remanentes.

El suministro de sal mineral es común, habiéndose encontrado que 86% de los entrevistados en Piauí realiza esta práctica. Sin embargo, el suministro de este componente no es constante. La suministración de sal incluye sal común yodada, ocasionalmente conteniendo microelementos minerales (SEBRAE/PI, 2003). Esta práctica fue también observada en Bahía (Holanda Júnior, 2004).

Algunos empresarios de otros segmentos de la economía o del sector agropecuario realizaron inversiones en la producción de carne caprina u ovina en el nordeste. Los sistemas correspondientes usan pastoreo rotacional, con cría en condiciones de secano y engorde en área irrigada, siguiendo recomendaciones técnicas en materia de manejo y uso de germoplasma apropiado. Estos sistemas tecnológicos fueron descritos por Farias (2003), Rocha (2003) y Ataíde Júnior (2004).

## **Razas predominantes en la producción de rumiantes menores en el semiárido**

En estudios realizados por SEBRAE en los estados de Río Grande do Norte (SEBRAE/RN, 2001) y de Piauí (SEBRAE/PI, 2003), casi todos los productores entrevistados informaron que sus rebaños caprinos y ovinos estaban compuestos por hembras criollas, con marcada participación de las razas Anglo-Nubia en el caso de rebaños caprinos y Santa Inés en el caso de rebaños ovinos.

En Río Grande do Norte, se notó también la gran participación de hembras mestizas, con predominio de la raza Anglo-Nubia, en los criaderos orientados a la producción de carne, y de las razas *Saanen* y Alpina en los criaderos orientados a la producción de leche (SEBRAE/RN, 2001).

Según la Asociación de Criadores de Ovinos y Caprinos de Río Grande do Norte (ANCOC), existían en este estado 63 productores que criaban animales para la venta como reproductores y madres. En una muestra de 14 de estos productores que disponían de terrenos más extensos y mejores condiciones productivas que los productores comerciales se evidenció que la mitad (54,5%) criaba razas de tipo cárnico y la otra mitad (45,5%) razas de tipo lechero (SEBRAE/RN, 2001).

Con relación a los caprinos, las razas registradas en la ANCOC incluían ya sea la raza Murciana (37,3%) o la Alpina (34,4%). El remanente de razas incluía la raza *Boer* (8,1%), *Moxotó* (7,5%), *Saanen* (6,4%) y *Canindé* (6,0%). Fue citada también la existencia de criadores de animales de raza Anglo-Nubia, que vendían reproductores

y madres. En el caso de los ovinos, los registros de la ANCOC incluían animales de la raza Santa Inés (82,1%), Morada Nova (11,2%), Somalí Brasileña (4,6%), *Cariri* (1,6%) y Rabo Largo (0,5%).

También en Piauí, en entrevistas realizadas con nueve productores miembros de la Asociación de Criadores de Caprinos y Ovinos de Piauí (APICCOVI), se constató que para vender reproductores y madres, los criadores de caprinos y ovinos utilizaban sistemas con mejor tecnología para la producción de alimentos y con prácticas mejoradas de manejo sanitario y reproductivo. De los entrevistados, 70% afirmó que la raza Anglo-Nubia era predominante, mientras que pequeños criaderos de raza *Boer* estaban presentes en 33% de los entrevistados. En cuanto a los ovinos, los entrevistados criaban animales de la raza Santa Inés, con 10% de los entrevistados que disponen también de la raza Somalí Brasileña (SEBRAE/PI, 2003).

### Prácticas sanitarias

Gouveia (2003) analizó el manejo de la salud animal en el estado de Ceará y en la región semiárida de Minas Gerais, encontrado que las principales enfermedades y alteraciones clínicas observadas por los criadores en los rebaños caprinos y ovinos incluían: diarreas frecuentes, anemia y edema facial; abscesos debidos a linfadenitis caseosa; aborto; alteraciones debidas a ectoparásitos; pododermatitis; ectima contagioso; alteraciones mamarias y mastitis; neumonía; sintomatología nerviosa; y alteraciones articulares (artritis).

Las causas citadas para la diseminación de las enfermedades en los rebaños caprinos y ovinos, dentro y entre las regiones, fueron: falta de áreas de aislamiento y cuarentena en las haciendas, y el tránsito de animales sin control sanitario.

Las prácticas sanitarias más comunes incluían desparasitación y corte y cura del ombligo. Sin embargo, ante la alta frecuencia de diarreas y de otras señales clínicas de endoparasitosis, Gouveia (2003) afirma que los métodos de desparasitación pueden no estar controlando las infecciones y que es posible que ocurra un aumento de la resistencia de los endoparásitos a las drogas utilizadas.

La frecuencia de enfermedades y las prácticas sanitarias adoptadas guardan semejanza con las encontradas en Río Grande do Norte y Piauí, en años recientes (SEBRAE/RN, 2001; SEBRAE/PI, 2003), pero también con resultados de trabajos más antiguos citados por Gouveia (2003).

### Manejo reproductivo

En general, los sistemas tradicionales usan la monta natural continua como modalidad de reproducción en sus rebaños. En esta modalidad los machos se crían junto con las hembras durante todo el año, dando lugar como consecuencia a nacimientos en

todas las épocas inclusive en épocas de escasez de forrajeras, una condición que afecta el desempeño productivo de madres y crías. La monta natural continuaba siendo adoptada por 90% de los entrevistados en Piauí (SEBRAE/PI, 2003) y más del 95% de los criadores de caprinos y ovinos con orientación para carne en Río Grande do Norte (SEBRAE/RN, 2001). En este último estado, considerando los rebaños caprinos con orientación para la producción de leche, la monta natural era practicada por 72% de los entrevistados.

Analizando el manejo de la reproducción del rebaño en 130 sistemas de producción de Piauí (SEBRAE/PI, 2003), se descubrió que 87% de los productores utilizaban la castración de los machos. En general, los animales son castrados con edad superior a los seis meses, cuando muchos ya están aptos para la reproducción.

En Río Grande do Norte la primera monta de las hembras se producía alrededor de los 10 meses, con peso medio entre 23 y 24 kilos. El intervalo medio entre partos fue cercano a ocho meses (SEBRAE/RN, 2001).

Holanda Júnior (2004) encontró que las tasas de descarte de cabras madres variaban entre 7% y 15%, y de ovejas madres entre 3% y 13%; y que las tasas de usufructo (porcentaje de animales para carne, engorde, cría y reproducción) variaban entre 18% y 32% en caprinos, y entre 17% y 26% en ovinos.

En 2003, investigadores de Embrapa Semiárido obtuvieron información en torno a la producción de 62 familias participantes de la Asociación de Criadores de Caprinos y Ovinos de Jussara y de 32 familias participantes del programa de asistencia técnica de la Asociación de Pequeños Productores de Bahía – Valente (APAEB). La información obtenida muestra que a tiempo de vender, los productores (75% en el caso de caprinos y 68% de ovinos) escogen las hembras de descarte o aquellas en peor estado nutricional. Además que la mayoría de productores (67%) realizaba las ventas para atender las necesidades de la familia con relación a artículos no producidos en la propiedad (remedios, alimentos y ropa, entre otros), 9% para pagar préstamos bancarios, y 2% para comprar alimentos que permitan mantener al resto de los animales durante la época seca.

## Conclusión

Los sistemas de Producción de rumiantes menores en Brasil observan cambios indicativos de un proceso de modernización promovidos principalmente por las políticas gubernamentales de apoyo al arranque productivo e inserción de los productos en el mercado, con importantes beneficios económicos y sociales. Sin embargo, estos sistemas continúan rezagados en relación con otros sistemas en áreas no marginales como los del sur del país. Se debe ello a insuficiente desarrollo, pobre inversión en infraestructura productiva, falta de un marco de políticas y legislación que apoyen la producción y de estrategias e incentivos para que los productores puedan aplicar

medidas de manejo sostenible de los recursos naturales. Es posible también que la investigación no haya tenido una aproximación adecuada y por tanto no haya causado impactos sustantivos en la adopción; en este particular la documentación de los procesos asociados con experiencias negativas y positivas en cuanto a adopción de tecnología se refiere, es pobre. Lo importante es que a pesar de tener una productividad marginal, los sistemas de producción de rumiantes menores contribuyen de manera importante a las economías rurales del nordeste del Brasil y constituyen un sector con grandes perspectivas de aporte a la transformación productiva de esta región.

Contrasta esta situación de estancamiento con las grandes oportunidades para los productos de rumiantes menores derivadas de la alta demanda de mercado por esos productos, la cual intuitivamente supone una directa conexión entre demanda y producción, con beneficio directo para el productor. Lamentablemente, esa conexión no ocurre automáticamente (Iñiguez, 2011). El camino para encontrar soluciones no es sencillo pero tampoco infranqueable por cuanto muchos sistemas ya han logrado emerger en una integración saludable con el mercado, ofreciendo una experiencia que debe ser capitalizada. Los programas de compra de productos del Gobierno han sido trascendentales y han servido como instrumento de arranque en este contexto.

Los sistemas de producción están sujetos a una gran dinámica de los factores que determinan su existencia y éxito. Existen cambios en el mercado y en los marcos de políticas que ocurren muy rápidamente y frecuentemente a un ritmo que no es captado por la investigación que evalúa tendencias. La actual categorización de sistemas de producción es *ad hoc* y sujeta a un cambio permanente lo cual determina establecer mecanismos para un monitoreo más eficiente y rápido de los sistemas de producción y de los cambios que ocurren. La seriedad y sensibilidad con la cual se conduzca este monitoreo puede aportar con información importante en cuanto a los procesos de intensificación de la producción y deterioro o mejora de la condición de los recursos naturales. Lo anterior resalta la importancia de conocer el saber local y su relevancia en estos procesos. Este monitoreo podrá también ayudar a identificar avenidas de solución tecnológica importantes. Es igualmente importante contar con elementos de evaluación de impacto de acciones e intervenciones en la comunidad de productores y en el ambiente de producción. Casi en su generalidad estas evaluaciones son pobres y no están muy bien documentadas.

No puede ignorarse que la región semiárida, la principal región productora de ovinos de pelo y caprinos en Brasil, integra la lista mundial de regiones más afectadas por el cambio climático (Assad y Pinto, 2008). Para el Instituto Nacional del Semiárido (INSA) la sostenibilidad de la región puede lograrse mediante el aprovechamiento de los forrajes y las razas autóctonas; la explotación de cultivos de plantas xerófitas; captura, almacenamiento y uso sostenible del agua de lluvia; y el turismo científico (INSA, 2007). Los retos más importantes incluyen el desarrollo y la adopción de métodos de producción que mitiguen los impactos del calentamiento global, reduzcan

la relación de emisión de metano por producto producido, sean eficientes en el uso del agua y el suelo y utilicen de manera sustentable la biodiversidad de los biomas. Las tecnologías para la producción en los ambientes semiáridos y áridos serán en el futuro de gran importancia en especial para regiones donde la disminución de lluvias altere la condición climática (cambio), determinando que estas regiones pasen a convivir con un déficit hídrico progresivo.

El Plan de Desarrollo de la Producción Caprina y Ovina, propuesto por las organizaciones representativas de diferentes sectores de la Cámara Sectorial de la Cadena Productiva de Ovinos y Caprinos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento, con carácter de urgencia para los próximos años, da prelación a las siguientes acciones: ejecución del Programa Nacional de Sanidad de Ovinos y Caprinos; aplicación del Programa Nacional de Mejoramiento Genético y de acciones de investigación y desarrollo orientadas a producir tecnologías adecuadas a la producción de carne, leche, pieles y lana de calidad; desarrollo de estudios relacionados con el agronegocio de la producción ovina y caprina en el país; y la creación de un programa nacional de capacitación continua para los técnicos, productores y trabajadores rurales ligados a la producción ovina y caprina. El manejo de la información sobre sistemas de producción y sus limitantes será muy importante para la concreción de estas acciones.

## Literatura Citada

- Abramovay, R., S. Saes e M.C. Souza. 2003. Mercado do empreendedorismo de pequeno porte no Brasil. CEPAL/DFID, Brasília, DF., Brasil. 311 pp.
- Almeida, C.C. 2004. Caracterização técnica do sistema de produção pecuário da Microregião do Cariri da Paraíba. Dissertação Mestrado em Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB)– CCA, João Pessoa, Paraíba, Brasil. 149 pp.
- Assad, E. e H.S. Pinto (Coord.). 2008. Aquecimento Global e a Nova Geografia da Produção Agrícola no Brasil. Embrapa/Unicamp, São Paulo, Brasil. 82 pp.
- Ataide Júnior, J. 2004. Produção de Caprinos. In: Anais do XIV Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2004, Brasília. Brasília: ABZ/AZOO-DF, Faculdade UPIS (União Pioneira de Integração Social). 1: 447-454.
- Caron, P. 2003. Diversidade e trajetórias de evolução das unidades produtivas. In: Camponeses do Sertão: Mutações das Agriculturas Familiares no Nordeste do Brasil (P. Caron e E. Sabourin, ed.). Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF., Brasil. pp. 83-102.
- Coelho, R.A. 2003. Políticas públicas e desempenho da cadeia produtiva das peles caprina e ovina. In: Anais do II Simpósio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de Corte, 2, Simpósio Internacional sobre o Agronegócio da Caprinocultura Leiteira, 2003, João Pessoa, Paraíba. Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA), João Pessoa, Paraíba, Brasil. 1: 21-23.
- Cordeiro, P.R.C. 2004. Produção, processamento e comercialização de leite e derivados. In: Anais da IV Semana da Caprinocultura e Ovinocultura Brasileiras, 20-24 de Setembro de 2004, Sobral, Ceará. Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará, Brasil. (CD-ROM)
- Couto, F.A.A. 2003. Dimensionamento do mercado de carne ovina e caprina no Brasil. In: Anais do II Simpósio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de Corte, 2003, João Pessoa, Paraíba. Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA), João Pessoa, Paraíba, Brasil. 1: 71-81.

- Facó, O., R. Nonato Braga Lôbo, A.M. Guimarães Gouveia, M.P.S.L. Mattos de Paiva Guimarães, J. Ferreira Fonseca, T. Nogueira Maciel dos Santos, M. Andrade Alves da Silva and L.C. Vasques Villela. 2011. Breeding plan for commercial dairy goat production systems in southern Brazil. *Small Ruminant Research* 98: 164-169.
- Farias, C.G.C. 2003. Produção de ovinos em sistema complementar: cria no sequeiro, acabamento em área irrigada. In: Anais do II Simpósio Internacional Sobre Caprinos e Ovinos de Corte, 2003, João Pessoa, Paraíba. Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA), João Pessoa, Paraíba, Brasil. 1: 195-198.
- Gouveia, A.M.G. 2003. Aspectos sanitários da caprino-ovinocultura no Brasil. In: Anais do II Simpósio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de Corte, 2003, João Pessoa, Paraíba. Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA), João Pessoa, Paraíba, Brasil. pp. 115-131.
- Holanda Júnior, E. V. 2004. Produção e comercialização de produtos caprinos e ovinos por agricultores familiares dos “sertões” baiano do São Francisco. Tese Doutorado em Ciência Animal, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – Escola de Veterinária, Belo Horizonte, Brasil. 117 pp.
- Holanda Júnior, E. V. e D.M. Nogueira. 2004. Estimativa dos recursos financeiros movimentados, dos animais comercializados e do consumo de carnes de caprinos e ovinos em três microrregiões da Bahia. In: Anais do III Congresso Nordestino de Produção Animal, Sociedade Nordestina de Produção Animal, Campina Grande-Paraíba, 29 novembro-3 dezembro 2004. Campina Grande, Paraíba, Brasil. 4 pp. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/CPATSA/30290/1/OPB852.pdf> (Consulta: 1.4.2011).
- IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas). 2005. Sistema IBGE de Recuperação Automática. <http://www.sidra.ibge.gov.br/> (Consulta: 1.6.2005).
- IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas). 2009. Investigação Pecuária Municipal. Sistema IBGE de Recuperação Automática. <http://www.sidra.ibge.gov.br/> (Consulta: 10.7.2010).
- INSA (Instituto Nacional do Semi-Árido). 2007. Plano Diretor do INSA 2008-2011: Planejamento Estratégico do INSA. Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, DF, Brasil. 70 pp.
- Iñiguez, L. 2011. The challenges of research and development of small ruminant production in dry areas. *Small Ruminant Research* 98: 12–20.
- Rocha, G.A. 2003. Empreendendo a caprino-ovinocultura de corte – um modelo empresarial. In: Anais do II Simpósio Internacional Sobre Caprinos e Ovinos De Corte, 2003, João Pessoa - Paraíba. Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA), João Pessoa, Paraíba, Brasil. pp. 199-202.
- SEBRAE/PI (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Estado do Piauí). 2003. Diagnóstico da cadeia produtiva da ovinocaprinocultura piauiense. SEBRAE/PI, Teresina, Piauí, Brasil. 114 pp.
- SEBRAE/RN (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Estado do Rio Grande do Norte). 2001. Diagnóstico da cadeia produtiva agroindustrial da caprino-ovinocultura do Rio Grande do Norte: comportamento da cadeia produtiva agroindustrial da caprinocultura do Rio Grande do Norte. SEBRAE/SINTEC, v. 3. Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. 145 pp.
- Souza Neto, J., G.A. Baker e F.B. Sousa. 1995. Análise socioeconômica da exploração de caprinos e ovinos no Estado do Piauí. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30(8): 1017-1030.
- Tonneau, J. P., Y. Clouet e P. Caron. 2003. Organização do espaço regional e agricultura familiar. In: Camponeses do sertão: mutação das agriculturas familiares no Nordeste do Brasil (P. Caron e E. Sabourin, ed.). Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF, Brasil. pp. 47-63.
- Tourrand, J.F., P. Caron e P.H. Bonnal. 1993. Pesquisa sobre sistemas de produção no semi-árido: o caso dos municípios de Tauá - Ceará. Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará, Brasil. 99 pp.
- Wander, A.E. e E.C. Martins. 2004. Viabilidade Econômica da Caprinocultura Leiteira. In: Anais do IV Semana da Caprinocultura e Ovinocultura Brasileiras, 20-24 de Setembro de 2004, Sobral, Ceará. Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará, Brasil. (CD-ROM) <http://www.freewebs.com/awander/WanderAE.pdf> (Consulta: 1.4.2011).
- Zacharias, F. 2001. Caprinocultura leiteira: mercado e orientação de manejo. Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), Salvador, Bahia, Brasil. 80 pp.

# Capítulo 5

## Los Sistemas de Producción de Rumiantes Menores en México y sus Limitantes Productivas

Francisco Echavarría Cháirez<sup>1</sup> y Walter Gómez Ruiz

*<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP),  
Campo Experimental Zacatecas, Zacatecas, México*

*<sup>2</sup>Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí,  
San Luis Potosí, México*

### Introducción

La región árida y semiárida de México ha sido utilizada para la explotación ganadera desde los tiempos de la colonia española. La región central fue primero utilizada para el pastoreo de rumiantes mayores, sin embargo, a partir de 1545 (Esparza, 1988), hubo necesidad de transferir esos animales hacia zonas menos habitadas en los llanos del norte. Debido a las condiciones climáticas adversas y menor disponibilidad de vegetación nativa de las zonas áridas, el ganado menor fue ocupando los sitios que el ganado vacuno abandonaba y en 1857 el ganado caprino y ovino alcanzó una gran expansión; por ejemplo, en los estados de Nuevo León y Zacatecas habían 1.400.000 de cabezas de ambas especies y siete haciendas que contaban con 60.000 ovinos cada una (Esparza, 1988).

Los sistemas de producción de rumiantes menores de México, siguen siendo de gran importancia para la economía y supervivencia de los habitantes de sus zonas áridas. Contribuyen con carácter substancial a los medios de vida de los productores rurales, una mayoría de los cuales se debate en condiciones de alto riesgo, afectadas por prolongadas sequías, utilizando una base productiva degradada que afecta tanto al componente de producción agrícola como al ganadero. Gran parte de estos sistemas son propiedad de pequeños productores de bajos recursos con una pobre inserción a un mercado donde la demanda por productos de rumiantes menores es alta y continúa en franca expansión. En estas zonas es posible también encontrar sistemas productivos más desarrollados y comerciales, debido a que el mercado, en particular la demanda generada por la industria, facilita oportunidades para una integración de la cadena productiva con la de comercialización; por ejemplo en el caso de la producción caprina de la Comarca Lagunera en el estado de Coahuila. La gran demanda por los productos de estas especies incluye tres productos principales: carne ovina y caprina, leche caprina y cabritos.

En este capítulo se describirán los diferentes sistemas de producción de rumiantes menores en México, resaltando sus características y limitantes principales.



## Población de Rumiantes Menores y Regiones de Mayor Producción en México

De acuerdo con la SAGARPA (2009), la población de caprinos en México en 2008 totalizó 8.952.144 de cabezas, con mayor concentración poblacional en los estados de Puebla, Oaxaca, Guerrero, Coahuila, San Luís Potosí y Zacatecas, que en su conjunto contienen 57% del inventario nacional de caprinos (Tabla 1). En el periodo 1980-2008, la población caprina de México disminuyó en 8,9%, de 9,7 a 8,95 millones de cabezas (Tabla 1). De acuerdo también con la SAGARPA (2009), en 2008 la producción de carne caprina fue de 43.127 ton y la de leche caprina de 165.196 ton. En el mismo año los animales caprinos vivos se comercializaron a razón de 19,06 pesos mexicanos (MXN)/kg vivo y a 39,18 pesos MXN/kg de carne en canal, mientras que la leche caprina se vendió a razón de 5,51 pesos MXN/L (tasa de cambio en 2008: 1 US\$=12,50 Pesos MXN). Con base en estos precios el valor de la producción caprina nacional en 2008 fue de 1.625.931 pesos MXN en animales en pie, 1.689.931 pesos MXN en producción de carne en canal y 910.024 pesos MXN en producción láctea (SAGARPA, 2009).

Los datos de la SAGARPA (2009) registran que la población ovina en México totalizó 7.757.267 cabezas en 2008 (Tabla 2). Contrastando con lo ocurrido en la población caprina en el periodo 1980-2008, los ovinos incrementaron en 16,4% en relación con 1980 lo cual refleja una mayor demanda por la carne ovina y precios atractivos que se pagan por ella en los mercados locales. Hidalgo, México, Oaxaca, Veracruz, San Luís Potosí, Puebla y Zacatecas son los estados productores de ovinos más importantes que en conjunto contienen 61% del inventario nacional de ovinos. La producción de carne ovina en 2008 fue de 51.274 ton y la de lana de 4.509 ton. La producción de este último producto declinó en 31% en relación con 1980, cuando la producción era de 6.554 toneladas. En 2008 los ovinos se comercializaron a un precio

**Tabla 1. Inventario de caprinos en los principales estados productores de México.**

Estados principales y población nacional	Inventario de caprinos	
	1980	2008
Estados		
Puebla	646.827	1.438.577
Oaxaca	878.585	1.186.789
Guerrero	556.416	676.613
Coahuila	948.524	656.555
San Luís Potosí	937.473	610.334
Zacatecas	804.845	562.744
Total nacional	9.757.267	8.952.144

Fuente: SAGARPA (2009).

**Tabla 2. Inventario de ovinos en los principales estados productores de México.**

Estados principales y población nacional	Inventario de ovinos	
	1980	2008
Estados		
Hidalgo	594.031	1.484.488
México	732.816	1.005.466
Oaxaca	480.847	565.112
Veracruz	296.137	462.902
San Luís Potosí	418.477	452.167
Puebla	423.768	440.393
Zacatecas	692.747	339.830
Total nacional	6.482.200	7.757.267

Fuente: SAGARPA (2009).

de 21,39 pesos MXN/kg en pie y su carne alcanzó un valor de 43,47 pesos MXN/kg, mientras que la lana se vendió a 3,42 pesos MXN/kg. No obstante de que el país cuenta con una población caprina más numerosa que la ovina, la producción de carne ovina excede la caprina en 8.147 ton.

En cuanto a los propósitos productivos de cada especie, los ovinos son dedicados a la producción de carne y los caprinos, cada vez y en mayor número, a la producción de leche.

## Sistemas de Producción de Rumiantes Menores en México

### Sistemas de acuerdo con las fuentes y sistemas de alimentación de los rebaños

Existen tres sistemas de producción de rumiantes menores en México en relación con las fuentes y sistemas de alimentación de los rebaños que son descritos en esta sección.

#### *Sistemas extensivos*

Incluyen aquellos sistemas donde los rumiantes menores obtienen su alimento en áreas de pasturas naturales (en México conocidas como agostaderos) de gran extensión para lo cual deben recorrer grandes distancias por día. Se ha sugerido que cuando la condición ecológica es benigna y existe diversidad en la composición botánica, la dieta de estos animales es balanceada y su costo es mínimo. Sin embargo, estudios realizados en la dieta consumida por ovinos y caprinos en Zacatecas, México (Echavarría *et al.*, 2006a) fueron concluyentes en determinar que la selectividad

de los rumiantes menores, además de la condición ecológica, eran cruciales para el mantenimiento de un balance y contenido proteico deseables en la dieta. El estudio mencionado también confirmó diferencias estacionales reportadas anteriormente por González *et al.* (1989) en el altiplano zacatecano, evidenciando valores de proteína en la dieta ingerida mayores en el verano – coincidente con el periodo lluvioso (12,1 y 10,6% para cabras y ovinos, respectivamente) y menores en el invierno (5,7 y 6,2% para cabras y ovinos, respectivamente), lo cual refleja un notable déficit proteico en esta estación. Asimismo, se observó que en condiciones de pasturas con diferente composición botánica, evaluada en dos sitios de estudio, la variación en el contenido proteico de la ingesta no fue diferente, lo que sugiere que la capacidad selectiva de los rumiantes menores es un aspecto importante que debe tomarse en cuenta, en particular cuando se considere mejorar los sistemas de alimentación de cría extensiva.

Durante el invierno los animales de producción extensiva utilizan residuos de cosecha (rastros) en combinación con pastoreo de la vegetación nativa de invierno y materia seca de pastizal del verano anterior. El sistema de pastoreo es continuo con cargas animales no controladas y en general excesivas en relación con la capacidad productiva de las praderas nativas, lo cual irremediablemente causa un incremento sistemático del sobrepastoreo y de la degradación del suelo. Los sistemas descritos hacen uso de animales criollos o producto de cruzamientos indiscriminados entre éstos con razas mejoradas, además son influenciados por la estacionalidad asociada con variaciones en el fotoperiodo y clima, en particular en lo concerniente al régimen pluviométrico, crítico para la producción de pastos y matorral. En general la baja disponibilidad de forraje y el precario nivel de tecnología de estos sistemas tradicionales se traducen en baja productividad (de carne, leche o lana) por rebaño, una condición que afecta también los precarios ingresos de los productores acentuando su marginalización. Otra característica que contribuye a complicar la disminución de la productividad de las praderas naturales, es el régimen de propiedad ejidal (ver Capítulo 11, pie de página 1, en relación con la definición de ejido), el cual permite el acceso irrestricto de los rebaños de los productores a grandes áreas comunales con fines de pastoreo (generalmente continuo), sin control de la carga animal y sin tomar en cuenta las variaciones estacionales y la disminución natural en la disponibilidad de forrajes.

La movilidad de los rebaños de tipo extensivo, es un criterio para una subsecuente clasificación de estos sistemas de producción. Los sistemas así clasificados se denominan sedentarios, nómadas y trashumantes. Sin embargo, en el caso de México y dada la distribución de la tierra que se realizó a principios del siglo XX, tal como indica Esparza (1988), la ganadería nómada y trashumante perdió importancia al acentuarse el latifundismo, el cual impuso limitantes serias para la movilidad de este tipo de pastoreo. Estas limitaciones dieron lugar a una gradual transformación de estos sistemas nómadas y trashumantes en sistemas sedentarios y semisedentarios, en general extensivos.

Los sistemas extensivos se localizan en las zonas áridas del país, en los estados dedicados a la producción de carne de caprinos y ovinos como son los estados de México, Hidalgo, Puebla, Oaxaca, Zacatecas y San Luis Potosí, y se asocian en gran parte con productores pobres con alto grado de marginalización y menor incorporación de tecnologías para la mejora de la productividad.

### *Sistemas semiintensivos*

Los sistemas semiintensivos se distribuyen tanto en regiones semiáridas como en regiones con condiciones ecológicas más benignas, con mayor precipitación que las primeras lo cual permite una mejor disponibilidad de forraje. En ambos casos, estos sistemas combinan el uso de la pradera nativa con el uso de residuos de cosecha, a través de una intensa interacción con áreas de cultivo y pueden también alimentar los animales con dietas concentradas en periodos críticos del año y de la producción animal. Obviamente estos sistemas tienen menor movilidad en relación con los sistemas extensivos. Otra característica importante de estos sistemas es su integración comercial con el mercado y la industria, como en el caso de la Comarca Lagunera de los estados de Coahuila y Durango, donde se registran 9.000 sistemas productivos semiintensivos de pequeños productores de leche caprina (Escareño, 2010). Por su mayor capacidad de inversión que los sistemas extensivos, los sistemas semiintensivos cuentan además con condiciones que coadyuvan a la aplicación y adopción de tecnología apropiada, provisto que sus conexiones con la industria y el mercado sean propicias y justas.

Aparte de los sistemas semiintensivos de caprinos de la Comarca Lagunera, estos sistemas no son muy comunes en la cría de caprinos, mientras que en la cría de ovinos se registran tendencias hacia su incremento, en particular en los estados de México (Martínez y Gutiérrez, 2010) y Zacatecas (Ramón Gutiérrez, Campo Experimental Zacatecas-INIFAP, información no publicada). Este cambio se asocia con productores de tipo empresarial que hacen uso de tecnología de punta y cuentan con excelentes conexiones con el mercado.

### *Sistemas intensivos*

Este grupo incluye sistemas intensivos de tipo pastoril y sistemas intensivos de manejo estabulado sin pastoreo. El sistema intensivo pastoril se asocia con el pastoreo en praderas artificiales de alta calidad forrajera para cuyo manejo se requiere de conocimientos tecnológicos en cuanto a rotaciones y cargas animales adecuadas, de acuerdo con el rendimiento de la pastura. Las inversiones requeridas son mayores en relación con necesidades específicas para establecer y manejar la pradera (p. ej. preparación de suelos para la siembra, siembra, e irrigación y fertilización de praderas), además de infraestructura (p. ej. provisión de cercos, comederos, aguadas y sombras). Estudios realizados en las condiciones semiáridas del estado de Michoacán (García *et al.*, 1991) afirman que con un manejo tecnificado las praderas irrigadas

en pastoreo podrían llegar a sostener hasta 60 corderos por ha/año. Aunque no muy comunes en México, pero sí en franco desarrollo, los sistemas intensivos combinan con las actividades agrícolas las cuales dan lugar a una reducción de costos al permitir una complementación beneficiosa a través del pastoreo de rastrojos o el consumo de granos.

En los sistemas intensivos estabulados los animales son alimentados con dietas balanceadas. Por su alto costo estos sistemas son especializados, ya sea en la producción de leche de cabra o en el engorde de corderos para la producción de carne, y por tanto asociados con razas especializadas y mejoradas. Estos sistemas son en general eficientes y con rendimientos altos lo cual permite retornos que cubren las inversiones en manejo tecnificado, además, tienen una tendencia a incluir la transformación y comercialización directa de productos, para lograr mayor valor agregado y margen en la comercialización. La Comarca Lagunera en el estado de Coahuila y el estado de Guanajuato son regiones importantes para estos sistemas productivos intensivos, en su totalidad en manos de productores con recursos financieros suficientes.

### **Sistemas de acuerdo con propósitos y capacidades productivas**

Los propósitos productivos de cada sistema de producción han sido utilizados para clasificarlos. De acuerdo con Salinas (1995), en el semidesierto del nordeste de México se presentan tres sistemas de producción caprinos involucrados en producción de leche y de cabrito, producción de carne de adultos y producción de cabrito. Las características de los agroecosistemas se presentan en la Tabla 3. El agroecosistema con condiciones ecológicas más óptimas, y por lo tanto con mayor disponibilidad de alimento, se asocia con la producción de leche. En el sistema intermedio, en el cual la disponibilidad de alimento es menor, el propósito productivo es la carne de animales adultos y en el agroecosistema con mayor escasez de alimento, el propósito productivo es el cabrito vendido antes del destete.

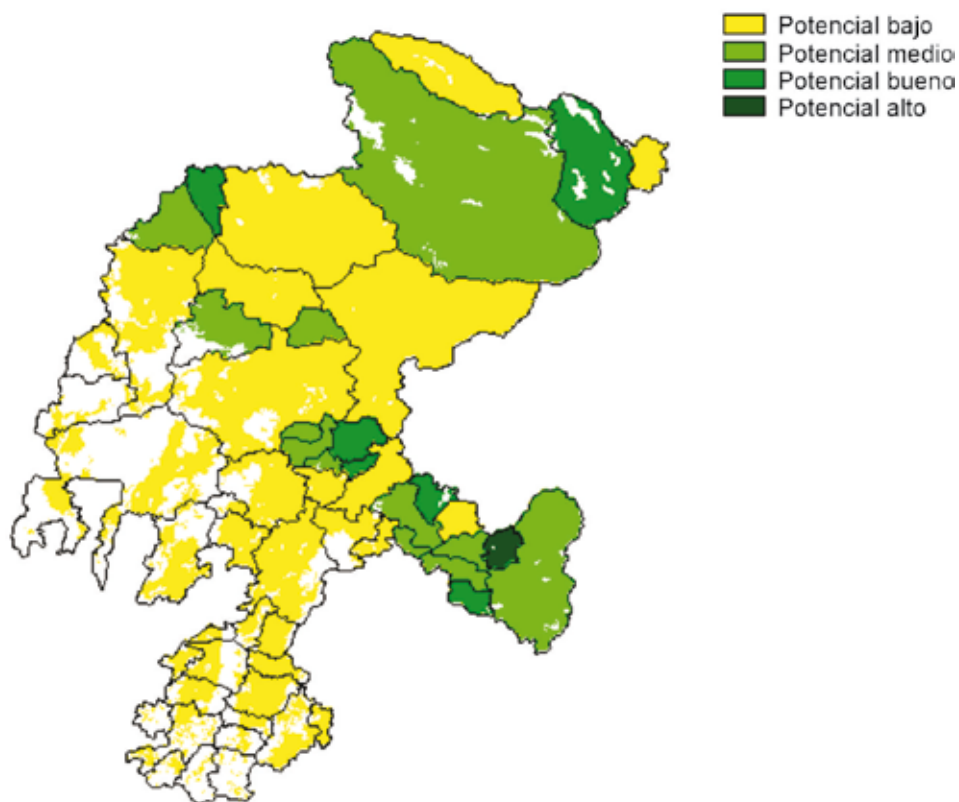
La posibilidad de acceso a los residuos de cosecha tiene una función importante en los tres sistemas de producción y guarda una relación con la concentración de la actividad caprina y ovina alrededor de áreas agrícolas, sean éstas últimas de temporal o de riego (Salinas, 1995). Por esta razón, la cabra en Zacatecas es considerada como un animal que ramonea matorrales bajos, consume pastos y es capaz de utilizar residuos de cosecha (Salinas *et al.*, 2004). Los sitios donde se presentó la combinación de estas tres condiciones se asumieron como lo más apropiados para el desarrollo caprino. La localización de estos sitios puede ser facilitada por el uso de sistemas de información geográfica (SIG). La Figura 1 presenta la ubicación de los sitios con mejor capacidad productiva y potencial para el desarrollo de caprinos en Zacatecas, con base en dos sistemas de producción, el que se dedica a la producción de cabra adulta para carne, en el centro del estado, y el dedicado a la producción de cabrito en el norte del estado (Salinas *et al.*, 2004).

**Tabla 3. Características de los sistemas de producción caprina en el noroeste de México.**

Sistema de producción	Agroecosistema	Función objetivo	Principales limitantes
Leche-Cabrito	Óptimo: Precipitación 200–600 mm. Uso de la vegetación natural y uso de residuos de cultivo de riego y/o temporal	Venta de leche (para liquidez), venta de cabrito (para caja de ahorro, y venta de adultos (para liquidez inmediata)	Alimento escaso (desde febrero a abril), época inadecuada de partos, índices elevados de parasitosis y precios bajos de cabrito
Carne-Adulto	Intermedio: Precipitación 350-450 mm. Uso de la vegetación natural y uso de residuos de cultivo de temporal	Venta de adultos para caja de ahorro y liquidez	Alimento escaso (desde febrero a mayo), calidad genética animal inadecuada y elevada parasitosis
Cabrito	Marginal: Precipitación 180-300 mm. Uso de vegetación natural y uso de escasos residuos de cultivos de temporal	Venta de cabritos para caja de ahorro y venta de adultos para gastos imprevistos	Alimento escaso (desde diciembre a mayo) y sobrepastoreo, desnutrición preparto, e incidencia de abortos

Fuente: Salinas (1995).

De acuerdo con Salinas *et al.* (2004), el mapa temático representado en la Figura 1, fue desarrollado para determinar la factibilidad ambiental de la producción caprina en el estado de Zacatecas, tomando en cuenta la capacidad de la tierra para satisfacer las necesidades nutritivas de esta especie; la distribución de cabras en el estado y por municipalidades; y el tipo de vegetación y disponibilidad de residuos que dieran lugar a que se den todas las condiciones o condiciones parciales de los hábitos alimenticios de las cabras (ramoneo de matorrales bajos, consumo de pastos y consumo de residuos de cosecha). La densidad de cabras en las diferentes municipalidades del estado se obtuvo dividiendo, por municipio, el número de cabras por la superficie del municipio. Posteriormente, la disponibilidad de forraje fue mapeada, teniendo en cuenta de que las cabras pastan diferentes tipos de praderas y vegetación nativa durante el año y, con frecuencia, los rastrojos de los campos agrícolas durante la estación seca. Esto ayudó a definir categorías asociadas con concentraciones de cabras, de acuerdo con los potenciales de la vegetación y la tierra para la producción de forraje. El mapeo utilizó datos de la vegetación nativa del Inventario Forestal Nacional (UNAM, 1993), además de imágenes de las áreas dedicadas a la agricultura (de temporal y de regadío), y pastizales naturales (incluyendo vegetación arbustiva



**Figura 1. Potencial productivo de caprinos en el estado de Zacatecas.**

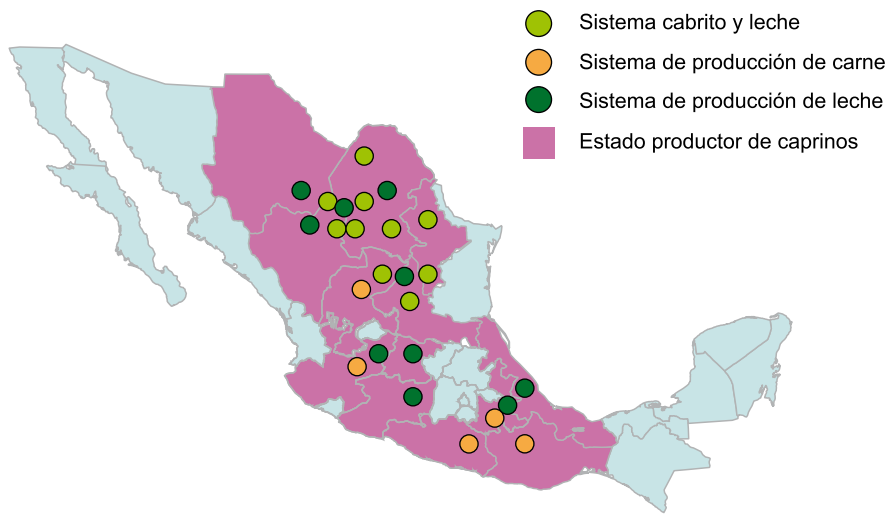
*Fuente:* Salinas *et al.* (2004).

y herbácea). Los mapas, cada uno dividido en categorías, fueron luego superpuestos con el programa SIG IDRISI (Eastman, 1995). El producto final fue un mapa que muestra una clasificación de sitios que reflejan las zonas con diferentes capacidades de suministro de alimento para las cabras. Este estudio abarca todo el Estado de Zacatecas y sus resultados son aplicables a nivel municipal.

## **Distribución y Características Productivas de los Sistemas de Producción de Rumiantes Menores en México**

### **Sistemas de producción caprina**

La distribución de los sistemas de producción caprina en México, con base en los propósitos productivos, se presenta en la Figura 2 (FIRA, 1999). Los principales productos incluyen leche, cabrito y carne.



**Figura 2. Distribución de los sistemas de producción caprina en México.**

Fuente: FIRA, 1999.

### **Producción de leche**

Los sistemas dedicados a la producción de leche como principal objetivo productivo se diferencian por su mayor capacidad de inversión económica y uso de tecnología. Estos sistemas incluyen tanto el manejo intensivo como semiintensivo y su distribución se asocia con áreas de mejor productividad para el pastoreo, así como con áreas de producción agrícola que pueden aportar con residuos de cosecha (p. ej. paja de frijol), y forrajes.

La mayoría de los sistemas intensivos se desarrollan en áreas de riego y los sistemas semiintensivos en áreas cuya producción depende del régimen de lluvias. Aproximadamente 71% de la producción láctea del país se concentra en los estados de Coahuila, Durango y Guanajuato (Tabla 4). En esta tabla destaca Coahuila, con la correspondencia más alta entre producción láctea y producción de carne. En los demás estados la correspondencia entre estas producciones es menor: como ocurre en estados con alta producción de carne (p. ej. Guerrero y Oaxaca), donde la producción láctea es prácticamente nula o en estados con alta producción de leche (p. ej. Durango y Guanajuato), donde la producción de carne es mínima.

Los tamaños de rebaños en sistemas semiintensivos varían desde 14 a 190 (Escareño, 2010), mientras que en los sistemas intensivos desde 100 hasta 3.000 vientres. Las principales razas utilizadas en la producción lechera intensiva son la Alpina francesa, *Saanen* y *Toggenburg*, y, aunque en menor escala, Granadina. Los sistemas semiintensivos cuentan con animales criollos y animales cruzados



**Tabla 4. Principales estados productores de leche y carne caprina en México y total Nacional en el año 2007.**

Estados	Producción de leche (millones de litros)	Producción de carne (miles de toneladas)
Coahuila	56,70	5,12
Durango	40,29	1,70
Guanajuato	24,10	1,98
Chihuahua	10,50	1,40
Jalisco	6,30	2,18
Zacatecas	5,00	3,30
Veracruz	2,00	0,64
Nuevo León	5,13	1,52
San Luis Potosí	3,80	2,75
Guerrero	0,00	3,34
Oaxaca	0,00	4,38
Puebla	1,40	3,54
Total	167,42	42,87

Fuente: SAGARPA (2008).

indiscriminadamente con las razas especializadas explotadas en los sistemas intensivos (FIRA, 1999).

En la Comarca Lagunera el número promedio de miembros en las familias de productores fue de 5,1 miembros. La mayoría de los jefes de familia fueron hombres, aunque se notó menor proporción de hombres que mujeres debido a la migración. El grado educacional de los productores fue pobre. En la mayoría de los predios la mano de obra familiar fue importante, con mínima contratación de personal para las tareas del ciclo anual de producción. Se estimó que la producción de leche diaria en promedio equivaldría a 4,9 salarios mínimos por día, de allí su importancia como generadora de ingresos (Escareño, 2010).

La productividad de los sistemas es contrastante. Los sistemas intensivos cuentan con los mejores índices productivos: 80% de fertilidad, 1,7 crías por parto de prolificidad y 90% de sobrevivencia de crías hasta el destete, con una tasa de procreo de 120% [valor calculado como (tasa de fertilidad- tasa de mortalidad) x tasa de prolificidad]. Los sistemas semiintensivos siguen en productividad a los anteriores con una eficiencia variable en sus tasas productivas: 70% de fertilidad, 1,5 crías por parto de prolificidad y 80% de sobrevivencia de crías hasta el destete, rindiendo tasas de procreo que fluctúan entre 75 y 90% (FIRA, 1999). La duración de la lactancia y producción de leche diaria en sistemas semiintensivos es de 9 meses y de 1,5 L (Escareño, 2010) a 1,8 L, respectivamente, contrastando con sistemas intensivos

donde los valores correspondientes alcanzan los 10 meses de producción y 4 L, respectivamente. En los sistemas semiintensivos, los animales de descarte en cada año incluyen hasta 10% del inventario de vientres y 25% del inventario de sementales, con una mortalidad de 15% incluyendo crías hasta el destete y adultos. En los sistemas intensivos los descartes en cada año son mayores: 15% del inventario de vientres y 30% del inventario de sementales, con una mortalidades de 4% en adultos y 8% en crías (FIRA, 1999)

De acuerdo con los grados de inversión la infraestructura es variable, existiendo explotaciones que cuentan desde corrales simples de traspatio, con un cobertizo simple para sombra (Escareño 2010) en los sistemas semiintensivos, hasta instalaciones con sala de ordeño, parición, lactancia, equipo de enfriamiento y almacenamiento de leche y áreas agrícolas para la producción de forrajes, en los sistemas intensivos.

Las limitaciones para la producción en el caso de los sistemas semiintensivos se relacionan con los costos de insumos y material genético, mercados fluctuantes y deterioro de los recursos naturales.

### **Producción de carne**

Este sistema se dedica a engordar y vender machos castrados y hembras, incluyendo hembras que no serán destinadas al reemplazo de vientres y hembras de descarte después de que hayan cumplido con su función productiva en el rebaño. La carne de las hembras de descarte es utilizada para la elaboración de platillos tradicionales como *birria* en Zacatecas o *barbacoa* en la Mixteca Oaxaqueña (Silva y Mora, 1989). Este sistema también combina con actividades agrícolas, cuyos residuos sirven de suplemento alimenticio. En la Figura 2 se presentan cinco estados productores de carne caprina: Zacatecas, Jalisco, Guerrero, Puebla y Oaxaca (Mixteca). Aunque el estado de Coahuila es uno de los más importantes en cuanto a producción de carne de cabra, la producción de cabrito es de mayor importancia que la de cabra de desecho y chivo cebado. Es de destacar que los seis estados en conjunto concentran 50% de la producción nacional de cabras.

De acuerdo con Salinas *et al.* (1991), en Zacatecas la superficie destinada a labores agrícolas por productor es de 4,2 ha en el caso de maíz y 4,3 ha en el caso de frijol. El tamaño de rebaño en este estado fluctúa entre 53 a 64 cabras, el cual se sitúa dentro de los límites del tamaño de rebaño de los sistemas de carne nacional (20 y 250 cabezas). La fertilidad caprina en Zacatecas fue de 56,9%, con una relación macho-hembra de 1:25 (Salinas *et al.*, 1991). Existen dos épocas de partos la primera y más importante entre diciembre y enero (época seca) y la segunda de menor incidencia entre julio y agosto (época de lluvia). El porcentaje de abortos asociados con subalimentación se estimó en 19%. La mortalidad de crías hasta el destete del rebaño varió entre 14,1 y 19,6% y la prolificidad fue de 1,39 crías por parto, lo cual rinde una tasa de procreo entre 51,8 y 59,5%, la menor entre todos los sistemas (Salinas *et*

*al.*, 1991). Valores reportados después de una intervención tecnológica (Echavarría *et al.*, 1992) en el mismo sistema de carne en Zacatecas reflejaron mejor fertilidad (63%) y menor porcentaje de abortos (7,5%); sin embargo, la mortalidad fue un poco mayor (22,9%). Un estudio posterior (Celaya *et al.*, 1995), demostró también que a través del cambio tecnológico es posible incrementar la fertilidad a valores de 82% de fertilidad, reducir la tasa de abortos a 9,2%, y reducir la mortalidad de cabritos y adultos a valores de 4,5% y 0,6%, respectivamente.

Los mayores problemas productivos confrontados por este sistema se deben a la escasez de alimento, la insuficiencia de sementales que afecta la fertilidad de rebaño, parasitosis interna y externa y una alta tasa de abortos, también asociada con deficiencias alimenticias. Entre los problemas económicos importantes se incluye a dificultades inherentes a la comercialización de la carne. En un estudio realizado en torno a la comercialización de carne caprina en Zacatecas (Falcón *et al.*, 1994), se evidenció que el productor caprino recibe sólo 42% del precio final del producto comercializado.

En los sistemas de producción de carne en el estado de Guerrero, aproximadamente 67,4% de los productores posee casa de adobe y teja, 17,4% de estas viviendas sólo cuentan con una habitación y 41,3% con dos habitaciones, mientras que 64% de las familias son numerosas (5 a más de 11 miembros) (Mireles, 1995). En las comunidades de Pánuco y Casa de Cerros, Zacatecas, situadas en el centro del estado, con un sistema de producción similar al de Guerrero, aproximadamente 8% y 3,8% de los productores de Pánuco y Casa de Cerros, respectivamente, poseen una habitación por casa, mientras que los promedios de tamaño familiar correspondientes a las dos localidades son menores (4,27 y 4,2 personas, respectivamente) (INEGI, 2000, 2004). Estas diferencias se deben a diferencias en tasas migratorias, en especial hacia los Estados Unidos de Norteamérica, un factor que afecta la estructura social y económica de las poblaciones rurales de México. En el caso de Zacatecas las poblaciones con una mayor tasa migratoria precisamente caracterizan una población rural disminuida que contrasta con la de Guerrero.

En una clasificación realizada por Silva y Mora (1989), usando una tipificación estandarizada y aplicada a productores caprinos de la Mixteca Oaxaqueña, se encontró que 83% de los productores corresponden a grupos campesinos de infrasubsistencia, 6% a grupos de subsistencia y 11% a grupos de campesinos estacionarios y excedentarios.

El sector de producción de carne se asocia en gran parte con sistemas extensivos aunque no enteramente dependientes de la pradera nativa por cuanto hacen uso de residuos de cosecha en diferentes formas. Estos sistemas acusan baja adopción de tecnologías orientadas a mejorar la productividad. Hay varias razones para ello, entre ellas precios no diferenciados por el tipo de producto y una comercialización injusta en relación con los márgenes que recibe el productor como resultado de la venta de

sus productos, lo cual no justifica una inversión en mejorar el sistema determinando que la producción quede sumida en la condición de subsistencia. Las actividades del proyecto de colaboración entre el INIFAP e ICARDA, observaron que las acciones de investigación con tecnologías adecuadas para mejorar los sistemas productivos tienen impacto sólo en pequeños grupos de productores que incluyen un plan piloto de investigación con acción participativa. Fue clara la ausencia de políticas adecuadas y planes de desarrollo que consideren todos los frentes de producción que deben desarrollarse de manera que el potencial productivo de estos sistemas se maximice en beneficio de los productores, y que permitan el escalamiento de estas tecnologías con cambios necesarios en las transacciones de comercialización (ICARDA, 2009).

### **Producción de cabrito**

Este sistema tiene como objetivo principal la venta temprana de crías machos y algunas crías hembras. Los cabritos se venden cuando alcanzan entre 8 y 40 días de edad. Luego del destete y venta del cabrito, las madres se ordeñan hasta que se secan al finalizar la lactación. Los sistemas de producción de cabrito ocupan zonas áridas y semiáridas del centro y norte del país, en particular los estados de Coahuila, San Luis Potosí, Nuevo León y Zacatecas (norte) (Figura 2).

Las razas explotadas en la producción de cabrito incluyen la Anglo-Nubia, Granadina y razas lecheras. Recientemente se incluyó la raza *Boer* (FIRA, 1999), notable por su tamaño y peso corporal. Diferentes estudios demostraron que en condiciones extensivas y semiintensivas, la mayor sobrevivencia de cabritos fue registrada en cabritos de madres Granadina y las menores sobrevivencias en cabritos de madres *Toggenburg* (Pérez *et al.*, 1995).

La productividad de estos sistemas es variable. La tasa de fertilidad es baja (39% a 56%), la cual es afectada por una alta incidencia de abortos, desde 27% (Salinas *et al.*, 1991) hasta 45%. Con una menor prolificidad (1,2 crías/parto) y una sobrevivencia de crías hasta el destete inferior a 92%, las tasas de procreo estimadas son bajas entre 35 y 55%. La edad al primer servicio fluctúa entre 12 y 18 meses y el tamaño de rebaño entre 20 a 250 vientres. El pastoreo dura entre 8 y 10 horas por día con recorridos de 10 km o mayores (López, 1983; Mayen, 1989).

En evaluaciones realizadas en Zacatecas en los sistemas de producción de cabrito, Salinas *et al.* (1991) encontraron un sistema que combina las actividades agrícolas, las cuales dependen de un temporal menos benigno con alto riesgo de sequías, con la recolección de plantas silvestres para la extracción de fibra o cera. En este sistema los rebaños, con un promedio de 90 cabras, son manejados con mano de obra familiar y bajos índices reproductivos (44,9% fertilidad y 1:40 relación macho-hembra); y la venta de cabritos ocurre en edades que fluctúan entre 20 y 30 días, de acuerdo con las exigencias del mercado y dos partos anuales, el primero entre diciembre y enero (periodo seco) y el segundo entre mayo y julio (periodo de lluvia). Se

encontraron también altas tasas de aborto (27%), con una mayor incidencia entre noviembre y mayo debido a la falta de alimento, y mortalidad de adultos (17,2%). Otro estudio realizado en cinco municipios del estado de San Luis Potosí (Castillo *et al.*, 1989) caracterizó un sistema de producción con base en pastoreo extensivo complementado con esquilmos, semejante al del norte de Zacatecas, produciendo cabrito como primer producto y leche como segundo producto. La mayor parte de los animales (71%) en este sistema eran criollos con diferentes grados de encaste con cabras Anglo-Nubia, con un empadre en enero y un segundo empadre entre mayo y julio. El destete en este grupo se practica a las tres semanas en machos y hasta los siete meses en hembras.

Un estudio conducido en el norte de Zacatecas en 2004 (Echavarría *et al.*, 2006b), evidenció que el cabrito producido en esta región del estado es clasificado como excelente debido a que cumple con características deseables de edad y peso a la venta, es decir con una calificación de calidad suprema. Los precios por cabrito fluctuaron entre 278 y 352 pesos MXN (tasa de cambio promedio en 2004: 1 US\$=11,2 Pesos Mexicanos) y fueron similares a los de la Comarca Lagunera, los cuales fluctuaron entre 255 y 350 pesos MXN por pieza durante la temporada invernal (Olhagaray, 2004). La característica principal para que un cabrito sea clasificado como excelente o supremo, es que tenga una edad entre 30 y 40 días y un peso en pie de 6 a 12 kg (FIRA, 1999). Es probable que el precio por cabrito en el norte de Zacatecas se deba a la cercanía de los municipios productores con los principales centros de consumo de cabrito: la ciudad de Monterrey en el estado de Nuevo León y la ciudad de Saltillo en el estado de Coahuila, lo cual sugiere que la demanda de cabrito en estos centros de consumo sea también cubierta por esta región del país durante la temporada navideña, una de las más importantes ventanas de mercadeo de cabrito durante el año.

## Sistemas de producción ovina

Los ovinos en México son en general explotados para producir carne. En general la producción láctea proveniente de ovinos es mínima y no existen reportes oficiales de su producción o transformación.

La producción de ovinos productores de carne se concentra en los estados que rodean al Distrito Federal: México, Hidalgo, Puebla, Guanajuato, Veracruz y Tlaxcala, que en su conjunto contienen 50% de la población ovina del país. Al norte, los estados con una población importante de ovinos incluyen Zacatecas, San Luis Potosí, Durango, Coahuila, Tamaulipas y Nuevo León. Estos estados en conjunto contienen 16,3% de la población ovina de México. San Luis Potosí y Zacatecas son estados importantes en cuanto a población ovina se refiere (conteniendo 5,8 y 4,3% de la población nacional

ovina, respectivamente), mientras que en el sur Oaxaca y Chiapas concentran 10,7% de la población (SAGARPA, 2009).

### *Norte de México*

Los sistemas de producción que predominan son extensivos con dos grandes tipos de productores. El primer tipo incluye a pequeños propietarios que cuentan con buen nivel educacional y económico, y proclives a intervenciones tecnológicas. Estos sistemas incluyen los rebaños ovinos mayores del país utilizando razas mejoradas, entre las que destaca la *Rambouillet* americana, para producir corderos y lana fina. La producción de lana sucia en promedio fluctúa entre 4 y 5 kg/animal/año, aunque con rendimientos bajos (de 47 a 48%) en lana limpia. Esta raza tiene una tasa reproductiva deseable con fertilidades y destetes de aproximadamente 80%.

Otro grupo numeroso de productores incluye a criadores seminómadas, que pastorean sus animales alrededor de sus poblaciones o comunidades, en ejidos o áreas comunales. Este grupo se caracteriza por su marginación, altos índices de analfabetismo, en algunos lugares superiores a 21%, problemas de tenencia de tierra y baja aplicación de tecnología (De Lucas y Arbiza, 2000).

### *México central*

En la zona central, el sistema de producción prevalente es el de encierre nocturno con pastoreo diurno por 6 a 10 horas, en áreas comunales, valles altos o bosques, caminos y rastrojos en campos agrícolas. Los rebaños son pequeños y el objetivo principal del sistema es ahorro y autoconsumo. Algunos rebaños grandes en esta categoría tienen fines comerciales.

En esta zona predominan animales influenciados por ovinos cara negra como *Suffolk* y *Hampshire*. Existen animales con alto grado de encaste con estas razas que son vendidos con facilidad como pie de cría debido a su popularidad en cuanto a producción de carne se refiere. En menor número también se encuentran otras razas como *Columbia* (en el estado de Tlaxcala), *Dorset* y razas de pelo como *Pelibuey* y *Blackbelly*.

Los sistemas de producción en esta zona incluyen sistemas tradicionales y con alta tecnificación. Los primeros no usan tecnología mejorada y enfocan el ahorro y autoconsumo como objetivo principal. La producción en estos sistemas no es diferenciada en tipos específicos de animales y la venta de animales ocurre de acuerdo con las necesidades del productor, sin discriminar estado de terminación, edad o sexo. En contraste, los sistemas con alta tecnificación enfocan la producción de pie de cría o el engorde, utilizan razas mejoradas (algunas nuevas como *Wiltshire* y *Texel*, además de la *Dorset*) y aplican programas adecuados de manejo reproductivo, sanitario, nutricional y genético (Carrera *et al.*, 2010).

### *Sur de México*

Los sistemas del Sur de México presentan las mayores deficiencias alimenticias y los mayores problemas productivos. En la cría predominan animales criollos con presencia mínima de razas mejoradas. Se asume que los sistemas tienen niveles de consanguinidad acrecentados. Los niveles productivos en estos sistemas son bajos. El objetivo principal es la producción de lana para confección de ropa y artesanías. Los rebaños son muy reducidos (10 animales en promedio) (FIRA, 1999).

## **Conclusiones**

Los sistemas de producción de rumiantes menores de México, siguen siendo de gran importancia para la economía y supervivencia de los habitantes de sus zonas áridas. Su caracterización y definición de propósitos contribuye a definir acciones tecnológicas diferenciadas. Estos sistemas están sujetos a los cambios en la demanda y otros aspectos del contexto productivo, p. ej. el cambio climático y la condición de los recursos naturales, por tanto su caracterización y monitoreo permanente son importantes y deberían ser parte integral de los planes de investigación y desarrollo. La aplicación de herramientas que definen el potencial productivo (como la que se describe en este capítulo) puede contribuir al ordenamiento del uso, a delinear intervenciones tecnológicas dirigidas, a evaluaciones de impacto y en particular al desarrollo. Su aplicación es simple, requiriendo de bases de datos actualizadas del inventario animal a nivel municipal, de los recursos disponibles (vegetación nativa diferenciada) y producción de forraje, y de indicadores productivos económicos, cuya disponibilidad en sistemas extensivos es limitada.

Los sistemas extensivos son los más abundantes, se asocian con el sector rural de alta marginación y se caracterizan por aplicar el pastoreo continuo con cargas animales no controladas y en general excesivas en relación con la capacidad productiva de las praderas nativas, lo cual irremediablemente conlleva a un incremento sistemático del sobrepastoreo y de la degradación del suelo. Los sistemas semiintensivos e intensivos muestran mayor uso de tecnología mejorada y por lo tanto cuentan con mejor capacidad productiva, persiguen valor agregado a través de la transformación y causan menor impacto ambiental. Los procesos de intensificación de la producción se acrecientan, en particular si el sistema productivo interactúa con el mercado o la industria con mutuos beneficios (p.e. en el caso de la Comarca Lagunera), y pueden llegar a ser una solución al tema del sobrepastoreo irrestricto de áreas comunales, aunque para ello es necesario contar con condiciones facilitadoras derivadas de una intervención seria y coordinada entre el Gobierno nacional y los gobiernos estatales. En los procesos de intensificación se nota que los productores caprinos se rezagaron en relación con los productores ovinos que muestran mayor capacidad de inversión y producción.

La mayoría de los sistemas de producción de rumiante menores en México tiene baja productividad, la cual puede ser mejorada tecnológicamente. El mejoramiento de la productividad de los sistemas, en particular de pequeños productores, debe ser conceptualizado en el contexto de un manejo equilibrado y racional de los recursos naturales, en particular de la pradera nativa. Son necesarias políticas adecuadas y planes de desarrollo que consideren todos los frentes de producción con cambios necesarios en las transacciones de comercialización. Estas condiciones aplicadas con una proyección de largo plazo harán posible el escalamiento de tecnologías disponibles para revertir no sólo los índices de pobreza rural sino que también la degradación de los recursos naturales asociados con la producción de rumiantes menores.

## Literatura Citada

- Carrera C.H., J.M., J.J. Sánchez S., F. Echavarría Ch. y B. Carrera Ch. 2010. Evaluación del comportamiento productivo e impacto económico de las cruces F1 con Dorper, Polipay y Rambouillet en sistemas de producción de Zacatecas. En: Los grandes retos para la ganadería: hambre, pobreza y crisis ambiental (V. Cavalloti B., C. F. Marcof A. y B. Ramírez V., ed.). Memoria del 11 Congreso Nacional sobre Investigación Socioeconómica y Ambiental de la Producción Pecuaria. Universidad Autónoma Chapingo. pp. 397-403.
- Castillo, C.M., G.E. Aparicio, M.J. Urrutia y D.C.A. García. 1989. Caracterización de la caprinocultura en cinco ejidos del municipio de Venados, S.L.P. En: Memoria de la V Reunión Nacional sobre Caprinocultura, Universidad de Zacatecas, Facultad de Medicina y Zootecnia, 24-27 de octubre de 1989. Universidad de Zacatecas, México. pp. 28-31.
- Celaya G., G., H. Salinas G. y J. Zegbe D. 1995. Evaluación del impacto de la tecnología por componentes principales a través de índices zootécnicos en Pánuco, Zacatecas. En: Memorias del Congreso Internacional en Producción Caprina. Universidad Autónoma de Zacatecas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 17-20 de octubre de 1995, Zacatecas, México. Asociación Mexicana de Producción Caprina, A.C. pp. 228-230.
- De Lucas, T.J. y A.S. Arbiza. 2000. Producción ovina en el mundo y México. Editores Mexicanos Unidos. S.A. México, D.F. 142 pp.
- Eastman, R.J. 1995. IDRISI for Windows: User's guide (Ver 1.0). Clark University.
- Echavarría Ch., F.G., H. Salinas G., A. Falcón R., R.T. Flores R. y F.A. Rubio A. 1992. Evaluación intermedia del impacto de la intervención tecnológica en unidades agropecuarias. *Turrialba* 42(1): 73-78.
- Echavarría Ch., F.G., R. Gutiérrez L., R.I. Ledezma R., R. Bañuelos V., J.I. Aguilera S. y A. Serna P. 2006a. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano: I Vegetación nativa. *Técnica Pecuaria en México* 44(2): 203-217.
- Echavarría C., F.G., M.J. Flores N., R. Gutiérrez L., M.A. Flores O., H. Salinas G. y J.I. Ruíz R. 2006b. Caracterización del ambiente físico, ecológico y socioeconómico del sistema de producción caprino: el caso de Pánuco, Zacatecas. Folleto Científico No 7, Campo Experimental Zacatecas (CEZAC), Centro de Investigación Regional Norte Centro (CIRNOC), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Zacatecas, México. 62 pp.
- Escareño, L. 2010. Design and Implementation of a community-based goat breeding program for smallholders in the North of Mexico. PhD thesis. University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria.
- Esparza S., C. 1988. Historia de la Ganadería en Zacatecas (1531–1911). Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), Zacatecas, México. 171 pp.



- Falcón, J.A., F.G. Echavarría, H. Salinas, G. Hoyos y R.T. Flores. 1994. Comercialización de carne de caprinos en el estado de Zacatecas, México. *Turrialba* 44(4): 266-271.
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). 1999. Boletín Informativo. Oportunidades de desarrollo de la industria de la leche y carne de cabra en México. No. 213. Volumen XXXII. Noviembre de 1999. 109 pp.
- García D.C., C. Sánchez B. y S. Hernández J. 1991. Determinación de la carga animal de corderos en praderas irrigadas de ballico perenne (*Lolium perenne* L.). Folleto de Investigación No. 72, Centro de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (CIFAP) Michoacán, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH)-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Michoacán, México. 36 pp.
- González S., P.A., A.J. Ortiz, J.W. Bermúdez E. y J.A. González O. 1989. Valor nutritivo de la dieta de cabras en pastoreo en dos tipos vegetativos del altiplano Potosino-Zacatecano. En: Memoria de la V Reunión Nacional sobre Caprinocultura, Facultad de Medicina y Zootecnia, Universidad de Zacatecas, 24-27 de octubre de 1989. Universidad de Zacatecas, México. pp. 144-147.
- ICARDA. 2009. Strengthening Institutional Capacity to Improve Marketing of Small Ruminant Products and Income Generation in Dry areas of Latin America. Final Project Report 2003-2008. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Syria. 101 pp.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2000. Anuario estadístico del estado de Zacatecas. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México, D.F.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2004. Información Referenciada geoespacialmente integrada en un sistema (IRIS) v. 3.0. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Aguascalientes, México.
- López, T.Q. 1983. Estudio de cinco explotaciones caprinas en agostaderos del altiplano potosino. Tesis de Licenciatura, Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Chapingo, Mexico.
- Martínez T., G. y R. Gutiérrez L. 2010. Aplicación de tecnologías y realización de actividades por integrantes del sistema producto ovinos en el estado de México. En: Los grandes retos para la ganadería: hambre, pobreza y crisis ambiental (V. Cavalloti B., C.F. Marcof A. y B. Ramírez V., ed.). Memoria del 11 Congreso Nacional sobre Investigación Socioeconómica y Ambiental de la Producción Pecuaria. Universidad Autónoma Chapingo. pp. 405-415.
- Mayén, M.J. 1989. Explotación caprina, 1st ed. Editorial Trillas, México City, México.
- Mireles M., E. 1995. Características socioeconómicas de los caprinocultores en la región de tierra caliente. En: Memorias del Congreso Internacional en Producción Caprina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas, 17-20 de octubre de 1995, Zacatecas, México. Asociación Mexicana de Producción Caprina, A.C. pp. 225-227.
- Olhagaray, R. 2004. Comercialización de subproductos caprinos en el Grupo Ganadero para la Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT)-INIFAP Juan E. García, Durango, México. En: Memorias de la XIX Reunión Nacional sobre Caprinocultura, 13 a 15 de Octubre de 2004. Asociación Mexicana de Producción Caprina A. C. Acapulco, Guerrero, México. pp. 397-402.
- Pérez R., M.A., F. Sánchez y C. Meza. 1995. Factores que afectan la sobrevivencia de cabritos de cinco razas caprinas. En: Memorias del Congreso Internacional en Producción Caprina, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas, 17-20 de octubre de 1995, Zacatecas, México, Asociación Mexicana de Producción Caprina, A.C. pp. 241-244.
- Salinas, H., J.L. Ávila, A. Falcón, R. Flores. 1991. Factores limitantes en el sistema de producción de caprinos en Zacatecas, México. *Turrialba* 41(1):47-52.
- Salinas G., H. 1995. Análisis de sistemas de producción agropecuarios e intervención tecnológica. Tesis doctoral, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México. 162 pp.

Salinas G., H., F. Echavarría Ch. y G. Medina G. 2004. Sistemas de producción caprina y su potencial productivo. En: Memoria de la XVI Semana Internacional de Agronomía (J.J. Martínez R., S. Berúmen P., J. Martínez T. y A. Martínez R., ed.), Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ), Universidad Juárez del estado de Durango (UJED), 8-10 de septiembre de 2004, Gómez Palacio, Durango, México. FAZ-UJED. pp. 41-47.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2008. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Centro de estadística agropecuaria. Sistema de información agropecuaria de consulta 1980-2008. (SIACON). Versión 1.1. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), México, DF.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2009. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Centro de estadística agropecuaria. Sistema de información agropecuaria de consulta 1980-2008. (SIACON). Versión 1.1. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), México, DF.

Silva P., T. y P.M.M. Mora. 1989. Producción caprina tradicional en la Mixteca alta Oaxaqueña. En: Memoria de la V Reunión Nacional sobre Caprinocultura, Facultad de Medicina y Zootecnia, Universidad de Zacatecas, 24-27 de octubre de 1989. Universidad de Zacatecas, México. pp. 32-35.

UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). 1993. Cartas del inventario forestal: Escala 1:250,000. UNAM. México, D.F.



# Capítulo 6

## Mercados y Oportunidades para los Sistemas de Producción de Rumiantes Menores en el Semiárido Brasileño

Evandro Vasconcelos Holanda Júnior, Vinícius Pereira Guimarães  
y Juan Diego Ferelli de Souza

*Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria (Embrapa)  
Embrapa Caprinos y Ovinos, Sobral, Ceará, Brasil*

### Introducción

La producción de caprinos y ovinos viene consolidándose en un subsector competitivo y creciente de la economía brasileña, contribuyendo a la producción de carne, leche y derivados y a la sobrevivencia de pequeños productores de escasos recursos, quienes, principalmente localizados en la región nordeste, constituyen la mayoría de los productores caprinos y ovinos del país.

En 2009 las poblaciones de caprinos y ovinos del Brasil totalizaban 9,1 y 16,8 millones de cabezas respectivamente. Entre 1990 y 2009 estas poblaciones registraron una contracción de 22,6% en el caso de caprinos y de 16,1% en el caso de ovinos. A nivel mundial, en el mismo periodo se registró un aumento de 46,8% en la población de caprinos y una reducción de 11,3% en la población de ovinos (IBGE, 2009).

La Tabla 1 muestra la población de caprinos y ovinos de Brasil por regiones y la participación de cada región en el rebaño nacional. Aunque los caprinos están distribuidos en todas las regiones de Brasil, como se observa en la Tabla 1, su población es mayor en la región nordeste (90,6% del rebaño nacional). Con similar distribución

**Tabla 1. Poblaciones caprinas y ovinas en Brasil por regiones y sus participaciones en el rebaño nacional, 2009.**

Región	Caprinos (cabezas)	Participación (%)	Ovinos (cabezas)	Participación (%)
Nordeste	8.302.817	90,6	9.566.968	56,9
Sur	335.720	3,7	4.807.596	28,6
Sureste	231.781	2,5	762.133	4,5
Norte	177.377	1,9	547.146	3,3
Centro Oeste	115.865	1,3	1.127.878	6,7
Brasil	9.163.560	100,0	16.811.721	100,0

*Fuente:* IBGE (2009).

territorial, la población ovina también está concentrada en la región nordeste (56,9% del rebaño nacional; IBGE, 2009).

Los diez mayores estados productores de caprinos y ovinos de Brasil contienen en conjunto 94,08% y 86,03 % del rebaño brasileño de caprinos y ovinos, respectivamente (IBGE, 2009). Seis de los diez estados de mayor producción caprina, se encuentran en la región nordeste (Tabla 2).

**Tabla 2. Los diez estados con mayor concentración de caprinos y ovinos en Brasil y su participación en el rebaño nacional caprino y ovino respectivamente, 2009.**

Estado	Caprinos (cabezas)	Participación (%)	Estado	Ovinos (cabezas)	Participación (%)
Bahía	2.768.286	30,2	Río Grande do Sul	3.946.349	23,5
Pernambuco	1.638.514	17,9	Bahía	3.028.507	18,0
Piauí	1.389.384	15,2	Ceará	2.071.098	12,3
Ceará	1.015.927	11,1	Pernambuco	1.487.228	8,8
Paraíba	624.205	6,8	Piauí	1.387.279	8,3
Río Grande do Norte	398.679	4,4	Paraná	599.925	3,6
Maranhão	385.649	4,2	Río Grande do Norte	570.302	3,4
Paraná	179.896	2,0	Mato Grosso do Sul	477.732	2,8
Minas Gerais	119.766	1,3	São Paulo	452.281	2,7
Río Grande do Sul	101.420	1,1	Mato Grosso	442.682	2,6
Total 10 estados	8.621.726	94,1	Total 10 estados	14.463.383	86,0

Fuente: IBGE (2009).

Los mayores rebaños de ovinos en Brasil se encuentran en Río Grande do Sul, en Bahía, Ceará, Pernambuco, Piauí, Paraná y Río Grande do Norte. Estos siete estados poseen juntos 77,9% del rebaño brasileño de ovinos. (IBGE, 2009). Como ocurre en el caso de caprinos, cinco de los siete mayores estados productores de ovinos en Brasil están también ubicados en la región nordeste. En los estados del nordeste la producción ovina está dirigida a la producción de carne y piel. Río Grande do Sul es el estado productor más importante de ovinos en Brasil con una población ovina que representa 23,5% del rebaño ovino brasileño. En este estado la orientación principal es la producción de lana, mientras que la producción de carne tiene una orientación secundaria. La producción de leche caprina ocurre en los estados del sur y también en algunos estados del nordeste con incrementos importantes que la sitúan como una actividad próspera que fue beneficiada por políticas sociales del Estado brasileño.

Las características edafoclimáticas de la región nordeste del Brasil, la irregularidad en la distribución temporal y espacial de las lluvias, el extenso período seco a lo largo del año, y, en particular, el precario desarrollo de la ganadería de rumiantes menores,

son obstáculos para que la producción de caprinos y ovinos del nordeste semiárido pueda satisfacer la demanda del mercado interno. Como consecuencia, además de existir una escasez acentuada la oferta de productos es irregular y la calidad deficiente (tamaño inadecuado de carcasas con distribución no uniforme de grasa, textura y coloración inadecuadas, y presencia de olores desagradables). La oferta irregular, causada por sistemas de explotación con baja productividad, manejo inadecuado de razas, insuficiente asistencia técnica y bajo nivel de capacitación de los productores, ha contribuido a generar desventajas competitivas y comerciales. Además, la organización de la producción, del procesamiento y de la distribución de productos al mercado, ya sea de forma individual o asociada, es incipiente. En Brasil existen pocos productores especializados que se dediquen por ejemplo sólo a la cría o al terminado (engorde) de animales.

Por las limitaciones anotadas, para satisfacer la demanda interna de carne de rumiantes menores, el país ha recurrido a sendas importaciones de otros países. Según datos de la FAO (2010), en 2009 Brasil sacrificó 2.600.000 caprinos y 5.000.000 ovinos, lo que resultó en 41,6 millones y 80,0 millones de toneladas de carne caprina y ovina, respectivamente. En 2010 Brasil no exportó carne caprina y ovina, e importó 6.365 ton de carne ovina del Uruguay, Argentina y Chile, para abastecer el mercado interno. Además, en 2010 el país importó 4.670 ovinos vivos de Uruguay, particularmente para ser faenados. Se estima que la demanda en expansión ofrece una oportunidad para una producción incrementada. Contándose con políticas gubernamentales adecuadas, acompañadas por inversiones y asistencia técnica también adecuadas, esta oportunidad beneficiaría al pequeño productor del nordeste de Brasil y contribuiría a mejorar sus magros medios de vida.

En este capítulo se describirán características del mercado de productos de rumiantes menores, algunas tecnologías que están orientadas al mercado y algunos ejemplos sobre organización de productores, destacando las limitaciones que existen para una mejor inserción de los productores a los mercados.

## **Descripción de los Mercados en Relación con los Productos Comercializados por los Productores**

### **Mercado de carne**

Contrariamente a lo que ocurre con la producción de bovinos, cerdos y aves, la producción caprina y ovina no está integrada a procesos de terminado (engorde) con la participación directa de la industria. Esto genera una oferta de carne de calidad inferior, con apariencia, olor y aceptabilidad desagradables, lo cual provoca una imagen negativa del producto entre los consumidores. Además, la proporción de animales

viejos, no castrados y flacos que se sacrifican es aún alta. Sin embargo, a pesar de estas restricciones, la población brasileña está superando su antigua resistencia a las carnes caprina y ovina, antes calificadas como alimentos inferiores, lo cual contribuye a una demanda en expansión.

Más de 90% del sacrificio de caprinos y ovinos en Brasil es clandestino. Según Silva (2002), sin que la situación descrita por este autor haya cambiado hasta 2010, se estima que 96,7% y 95,6% de los animales sacrificados en Juazeiro y Petrolina, en los estados de Bahía y Pernambuco, respectivamente, no son inspeccionados en el local de venta de los animales; una situación que caracteriza casi todas las regiones de producción del nordeste. La mayoría (70%) de las empresas frigoríficas pequeñas y medianas en la región nordeste brasileña no cuenta con servicios de inspección federal, teniendo a lo sumo el servicio de inspección estatal, una condición que las descalifica para exportar sus productos a otros estados. Además, la generalidad de los mataderos municipales sólo posee servicio de inspección municipal y ocasionalmente servicio de inspección estatal. Con esta estructura de control no regularizado, es difícil estimar el número de animales sacrificados.

En el pasado el mayor consumo de carne caprina y ovina involucró las zonas rurales y las pequeñas ciudades del interior del nordeste del Brasil. Sin embargo, esta realidad empezó a cambiar con las importaciones, en gran parte de origen uruguayo, y con la instalación de mataderos especializados que producen cortes diferenciados, con buena logística para la distribución del producto a los grandes restaurantes y las redes principales de supermercados de ciudades medianas y grandes. Como consecuencia, algunas unidades productivas más estructuradas ya practican el sacrificio de animales más jóvenes, con buen estado de carnes, generando cortes pequeños que valorizan el producto. También se empiezan a usar embalajes higiénicos y congelamiento en plástico, lo que hace que el producto sea más atractivo para un consumidor cada vez más exigente quien puede pagar un precio que justifique la adopción de mejoras por parte del productor. De cualquier manera la integración de la cadena productiva y la de comercialización es aún incipiente y requiere de mejoras y cambios substanciales.

El consumo brasileño anual de carne caprina y ovina aún es bajo: 0,6 kg per cápita. En la región nordeste, el consumo promedio anual es un poco más elevado: 1,5 kg per cápita, aunque en algunas localidades del nordeste el patrón de consumo es superior a la media nacional, p. ej. en las ciudades de Petrolina y Juazeiro, ambas ubicadas en el nordeste del Brasil, donde el consumo anual promedia 11,7 y 10,8 kg per cápita, respectivamente. El volumen de producción de carne y de otros productos derivados de la producción caprina y ovina se presenta en la Tabla 3. Se puede percibir que a lo largo de los últimos 15 años no hubo un aumento substancial en los volúmenes de carne producidos.

La ampliación del mercado de consumo de carne caprina y ovina del Brasil está ligada a la garantía de regularidad de la oferta de productos saludables y seguros para

el consumo. En este contexto, los productores rurales y demás participantes de las cadenas productivas del Brasil en algunas regiones han empezado a realizar esfuerzos de coordinación y organización de sistemas agroindustriales. Sin embargo, el mercado de carnes ovina y caprina del Brasil es aún suplido por productos importados. No obstante de esta última condición, las perspectivas para organizar las cadenas productivas y de ampliación de la producción de carne de mejor calidad son promisorias, en tanto los productos brasileños logren competitividad y la participación del producto producido en el Brasil tenga un impacto en la dieta del consumidor local.

**Tabla 3. Volumen de producción (en toneladas) de los productos principales de origen caprino y ovino en Brasil (1990-2008).**

Producto	Producción por año (ton)				
	1990	1995	2000	2005	2008
Carne caprina	34.200	48.300	29.300	29.400	29.450
Carne ovina	77.600	86.000	71.500	76.000	79.300
Leche de cabra	142.500	141.000	147.000	135.000	136.500
Piel caprina fresca	6.000	8.400	5.100	5.106	5.140
Piel ovina fresca	13.600	15.200	15.200	18.500	19.300

Fuente: FAO (2010).

Batalha y Silva (2007) explican que las cadenas de producción pueden ser divididas en tres macrosegmentos para orientar la formulación de políticas que estimulen su desarrollo: a) la comercialización (que está en contacto con el productor y los otros clientes eslabones de la cadena); b) agroindustrialización (transformación de materias primas en productos finales); y c) producción de materias primas (por productores rurales). Para incentivar las transformaciones de las cadenas productivas de caprinos y ovinos, son necesarias políticas serias de inversión en los 3 macrosegmentos que componen este sistema agroindustrial. Con relación al macrosegmento de comercialización, se requieren políticas de apoyo que garanticen una comercialización justa que derive en incentivos atractivos para los productores, quienes aplicarían el cambio tecnológico requerido para producir de acuerdo con las exigencias de calidad y regularidad, acompañadas con campañas publicitarias y otras metodologías para la difusión de productos entre los consumidores. Desde la perspectiva del macrosegmento de agroindustrialización, las políticas de crédito son requeridas para fomentar la creación de industrias en áreas estratégicas (industrias de la asociación de productores o de otras industrias ya establecidas en la región), en áreas circunvecinas a los centros de producción de materia prima y centros consumidores. En el macrosegmento de la producción primaria se debe contar con políticas de apoyo directo a la producción, que se traduzcan en inversiones públicas en infraestructura productiva (p.ej. la construcción de sistemas de captación de agua y de riego conservativo para producir forrajes, establos para ordeño y sistemas de conservación de leche) educación y mejoramiento



técnico de la producción, así como mejoramiento de la capacidad negociadora de los productores para lograr que las transacciones entre productores rurales, intermediarios y el mercado dejen de ser injustas con una distribución equitativa de márgenes.

## **Mercado de la leche**

Se estima que en Brasil la mitad (50,62%) del rebaño caprino produce leche en escala comercial o de subsistencia. Sin embargo, una buena parte de estos animales no se especializan en la producción lechera, sino que son de doble o triple finalidad, en especial en la región semiárida del nordeste.

En 2008 la producción de leche fue de 136.500 toneladas, manteniéndose sin variación, aunque con una leve reducción de 4,2% en los últimos dieciocho años (Tabla 3). En 2008 la producción de leche de cabra en Brasil representó menos de 1% de la producción mundial de leche caprina. La producción diaria de leche de cabra en Brasil es de 373.972 litros (FAO, 2010). No obstante concentrar la casi totalidad del rebaño nacional, el nordeste sólo participa con aproximadamente 26% de la producción nacional de leche de cabra, y con 17% del total comercializado. La explotación caprina lechera ha recibido merecida atención sólo en la últimas tres décadas, en particular en la región sureste. Sin embargo, en la última década se desarrollaron experiencias exitosas en la producción de leche de cabra en escala comercial en la región nordeste, aunque en cantidades aún pequeñas en relación con el mercado potencial. Los estados del nordeste de Brasil que destacan en esta producción incluyen Río Grande do Norte y Paraíba, con producciones de 11.000 litros/día y 6.000 litros/día, respectivamente, promovidas por subsidios gubernamentales que se comentarán en detalle más adelante. En el estado de Ceará, la producción diaria de leche de cabra es estimada en cerca de 1.000 litros (Wander y Martins, 2004).

Los nichos de mercado para los productos caprinos lácteos en Brasil revelan que 95% de la leche de cabra producida es consumida como leche fluida. El remanente de esta producción se utiliza en la fabricación de varios tipos de queso, leche en polvo, ricota, yogurt, dulce, helados, pan de leche y en la industria de cosméticos. El mercado para estos productos aún ofrece espacio para el crecimiento de la producción, con oportunidades de agregación de valor con una implicación positiva para la renta de los productores rurales.

La experiencia de compras gubernamentales del Programa Nacional de Alimentación Escolar en la región de Cariri en el estado de Paraíba demostró ser una medida eficaz de apertura de mercado para los productos caprinos lácteos. Este tipo de medida puede dar curso a una activación económica rápida y a iniciativas de comercialización que los propios productores empiezan a desarrollar. Por ejemplo, no obstante que la producción de leche de cabras de la región es destinada a las compras gubernamentales, los productores rurales ya emiten señales de que pueden aumentar

su producción de leche motivados por otras oportunidades de venta. En efecto, por intermedio de una cooperativa de productores instalada en la región, los productores rurales esperan producir más leche, ampliar las cuotas de compras gubernamentales, y también incursionar en nuevos mercados regionales.

De manera similar a los sistemas agroindustriales de carne de caprinos y ovinos, los sistemas agroindustriales de leche caprina demandan políticas estratégicas de inversión, en la esfera pública y privada, que tomen en cuenta las necesidades específicas en cada uno de los tres macrosegmentos componentes de la cadena de producción agroindustrial que se quiera desarrollar. Cabe notar aquí que los subsidios son de suma importancia para el arranque de una actividad, mientras ella alcance los niveles de competitividad. Es también posible que los subsidios sean necesarios aun cuando la actividad haya despegado. Los altos subsidios que pagan los países desarrollados para mantener estable un sector de producción rural y las experiencias de otros países en desarrollo muestran que esta condición debe ser asumida por los gobiernos, analizando diferentes formas de apoyo a la población y producción rural, para evitar la migración rural cuyos costos sociales son de trascendencia y mantener una actividad económica en áreas marginales que genere renta y empleo, reduzca las dependencias de importaciones y supla la creciente demanda.

## **Mercado de pieles**

La industria brasileña de pieles siempre encontró problemas de ociosidad de su capacidad operacional instalada, debido al bajo índice de aprovechamiento de pieles con buena clasificación y por contar con unidades de procesamiento sobredimensionadas. Un problema inhibitor en la producción de pieles es la escala de producción, puesto que el productor sacrifica anualmente un número reducido de animales tal que el volumen de pieles comercializado no tiene una incidencia fundamental en sus ingresos. Por su parte, la industria sostiene que la calidad de las pieles es mala, reflejando una desarticulación y falta de continuidad en la cadena productiva.

Las características del mercado comprador de pieles y cueros están sujetas a gran variación. Son pocas las empresas que procesan pieles de caprinos y ovinos, hecho que facilita la manipulación de los precios que serán pagados a los productores. En 2011, el precio pagado por los intermediarios a los productores de piel de caprinos (tasa de cambio en 2011: US\$ 1=R\$ 1,70) varió de R\$ 2,00 a R\$ 3,00 mientras los intermediarios venden a curtiembre en R\$ 4,50 a R\$ 5,00 por piel. En el caso de los ovinos el precio de compra a los productores es de R\$ 2,00 a R\$ 3,00 por piel y el precio de venta a curtiembre, también por intermediarios, de R\$ 5,50 a R\$ 6,00 por piel. Sin explicación alguna y sin haber ocurrido ninguna caída significativa en los precios internacionales, estos valores son muy diferentes que en 2004 cuando la piel se vendía aproximadamente a R\$ 15,00 por unidad.

La Tabla 3 también revela que los cambios en volúmenes de producción de pieles en los últimos 15 años no cambiaron de manera substancial y es posible que no cambien en el futuro dada la magnitud de los precios de compra y venta.

## **El Mercado en la Óptica de los Productores**

El consumo de productos obtenidos de caprinos y ovinos es grande en comunidades rurales, ciudades del interior y, más recientemente, en las grandes capitales. En el ciclo de sacrificio y comercialización de caprinos y ovinos destacan varios actores: el productor, que comercializa sus animales aún vivos, sacrificando una pequeña parte en la finca o vendiéndolos en ferias de ciudades pequeñas y medianas; los intermediarios carniceros, responsables de proveer carne en las ferias; los intermediarios rescatistas, que reúnen, compran y distribuyen los animales en los centros urbanos más distantes; y los minoristas (rescatistas), responsables por la venta al consumidor en ferias, carnicerías y mercados públicos. También existen los agentes de compra, los camioneros y los frigoríficos que compran animales para el sacrificio en sus unidades, directamente del productor, del intermediario rescatista, de otros agentes de compra o de los camioneros.

Los productores de caprinos y ovinos en el nordeste brasileño están desasociados y dispersos en un área muy extensa. Casi todos ellos venden sus animales vivos en sus propiedades o en ciudades pequeñas, por carecer de medios de transporte para acceder a centros de alto consumo y demanda. Además, los productores no tienen poder de regateo, puesto que sus volúmenes de venta son mínimos y como resultado de una urgente necesidad de la familia de contar con efectivo. Por lo general, son pocos los productores que negocian directamente con los frigoríficos. En general, las relaciones comerciales entre productores y frigoríficos, son realizadas por terceros: agentes de compra y rescatistas, o por venta directa. Los agentes anuncian los precios a los productores y éstos toman la decisión de efectuar o no la venta.

En comparación con otras actividades agropecuarias tales como la producción bovina, los productores ovinos y caprinos venden sus animales a plazos, los cuales varían entre 15 y 60 días. Este factor agrega riesgo a la actividad y genera un clima de desconfianza, llevando al productor a aceptar la compra de sus animales a un precio menor y/o a un plazo mayor, ofrecido por agentes de mayor confianza y frigoríficos o rescatistas capitalizados con buena reputación en lo que concierne al cumplimiento de sus compromisos.

Una práctica común en la comercialización de carne caprina y ovina es la venta de partes del animal sin seguir cortes estandarizados. La carcasa es dispuesta en bandas y clasificada simplemente como parte trasera y delantera. La utilización de vitrinas refrigeradas no es común, excepto en supermercados y casas especializadas en la venta de carnes. Esto ocurre debido a la tradición del consumidor del nordeste

brasileño, quien prefiere observar la carne expuesta (colgada) y tocar el producto para comprobar la calidad (olor, consistencia y color). Cuando el producto es expuesto en vitrinas refrigeradas o es envasado al vacío, el consumidor tiene la sensación de que está tratando con una carne vieja. En consecuencia hay una necesidad de educación al consumidor en procesos de venta de un producto con calidad mejorada.

Los precios recibidos por los productores de caprinos y ovinos en puerta de propiedad fluctuaron en 2011 entre R\$ 4,00 a R\$ 6,00 por kilo vivo, de acuerdo con la localización de la propiedad. En promedio, el kilo de carne caprina/ovina se vende desde R\$ 8,00 a R\$10,00 en las carnicerías y ferias libres de ciudades pequeñas y medianas del nordeste brasileño. En los supermercados y casas especializadas de venta de carne, los precios son aún más altos. En las grandes ciudades, el precio sufre variaciones significativas dado que algunos frigoríficos, supermercados y casas especializadas de venta de carne comercializan carne (principalmente de ovinos) en cortes estandarizados y empaquetados, agregando valor al producto final. Algunas características de la producción caprina y ovina brasileña ocasionan problemas de mercado. La producción caprina y ovina es bastante dispersa, practicada por un gran número de productores de diferentes tamaños y productividad, con un fuerte predominio de pequeños y medianos productores en la producción de caprinos, y leve predominio de medianos y grandes productores en la cría de ovinos. Este hecho dificulta el proceso de coordinación de la producción, estandarización y regularidad de la oferta. Además, el manejo en los sistemas de producción y el extenso período anual de sequía en la región nordeste de Brasil, determinan una estacionalidad de la producción que obstaculiza obtener productos de calidad a lo largo del año. Como resultado de ello, mientras en la época de lluvias los productores disponen de animales más gordos para el mercado, en la época seca la oferta incluye animales flacos. Esta condición impacta negativamente en el precio final que recibe el productor por sus productos.

En la relación entre productores y frigoríficos, la principal fuente de conflictos deriva de la necesidad de producir una carcasa de alta calidad. Sin embargo, los frigoríficos no tienen una política de remuneración por el rendimiento en carcasa de sus animales y no incentivan al productor de caprinos y ovinos a producir animales jóvenes. Esto determinó por ejemplo que al final de la década de 1990 y hasta el presente el nordeste brasileño sea invadido por carne ovina uruguaya más competitiva que la brasileña (Silva, 2002).

Algunos frigoríficos localizados en la región sur de Brasil comenzaron a exigir atributos de calidad, prefiriendo carcasas menos gordas y de animales más jóvenes. En paralelo, los compradores de pieles también dan algunas señales entregando sal a los pequeños productores para que éstos conserven mejor las pieles hasta el momento de recogerlas (Silva, 2002).

A pesar de todas las dificultades confrontadas, ya sea en la producción o en la comercialización, los criadores de caprinos y ovinos de la región nordeste brasileña

tienen una visión de futuro sobre la actividad. Por ejemplo, en una investigación realizada por el Servicio Brasileño de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas (SEBRAE) sobre las tendencias de los productores en relación con el mantenimiento o ampliación de la producción caprina y ovina en el estado de Piauí, se verificó que es elevado el porcentaje de productores entrevistados (75,4%) que pretenden ampliar la producción de caprinos y ovinos, evidenciando la credibilidad y confianza de los productores en el desarrollo y fortalecimiento de esta producción en la región (Tabla 4) (SEBRAE, 2003).

En general las transacciones de venta de animales se realizan estimando el peso animal a ojo, sin intervención de pesajes. Esta modalidad incrementa las posibilidades para una intermediación injusta en la cual el productor siempre pierde.

**Tabla 4. Tendencias en la percepción de los productores en relación con la producción caprina y ovina.**

Tendencias	Porcentaje
Ampliar	75,4
Mantener los niveles actuales	20,0
Reducir	3,8
No respondió	0,8

*Fuente:* SEBRAE (2003).

Las alternativas para el mejoramiento del sistema de comercialización serían la creación y fortalecimiento de entidades asociativas (asociaciones y cooperativas) y la construcción de mataderos pequeños y medianos en regiones polos, buscando una producción más integrada como la que ocurre con cerdos y aves. En el nordeste de Brasil, estas acciones son aún incipientes y localizadas. Sin embargo, en los últimos años algunos criadores de las regiones más productoras están organizándose en asociaciones y/o cooperativas con el objetivo de una comercialización más eficiente. Además, emergen nuevas iniciativas del Gobierno (federal, estatal o municipal) que estimulan el consumo y garantizan la compra de productos directamente de los criadores. Un ejemplo importante es el programa de adquisición de leche de cabra para la merienda escolar del Gobierno del estado de Río Grande do Norte que compra el producto de pequeños productores.

## El Mercado en la Óptica de los Intermediarios

La presencia de intermediarios en la comercialización de animales vivos y de pieles se debe a la falta de una buena articulación de la cadena productiva agravada

por la dispersión geográfica de los sistemas de producción, la irregularidad de la producción, el bajo acceso a información de mercado por los productores y su baja capacidad negociadora. Esta situación se mantiene sin cambios y sin la práctica de arreglos contractuales con incentivos para la producción de animales y pieles clasificados de acuerdo con la calidad requerida por los mercados y la agroindustria.

De acuerdo con una investigación realizada por el SEBRAE (2003) en el estado de Piauí, los intermediarios involucrados en la comercialización de caprinos y ovinos indicaron que la compra de animales se dificulta por la considerable proporción ofertada de animales flacos (calidad); frecuente escasez en la oferta de animales (cantidad) y capital de trabajo insuficiente. Aproximadamente 80% de estos intermediarios sugirió mejorar la calidad del rebaño como factor central en la mejora de la comercialización.

## **Tecnologías Orientadas al Mercado**

La producción animal en el nordeste de Brasil es en general de subsistencia, adolece de una serie de deficiencias tecnológicas y tiene una pobre orientación hacia el mercado. Por otra parte, en respuesta a las grandes oportunidades de mercado existentes, en la región gradualmente emergen nuevos productores de caprinos y ovinos con sistemas productivos orientados a la demanda, aunque gran parte de este grupo está constituido por productores de la iniciativa privada con recursos financieros suficientes y que utiliza los conocimientos generados por la investigación ya sea por la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (vía Embrapa Caprinos y Ovinos), empresas estatales de investigación o universidades.

Los productores pobres también demandan por encontrar una salida a su baja productividad y lograr una inserción al mercado. Según Corrêa (2006), los sistemas productivos del nordeste de Brasil necesitan incorporar tecnologías para tal fin con las siguientes características: bajo impacto ambiental y que mantengan las características de los agroecosistemas de manera sostenible; que impliquen mínimo uso de recursos externos y el uso de energías renovables; que eviten pérdidas de suelo y agua; que acumulen agua, alimentos, forrajes, semillas y capital para el período seco; que contribuyan a la inserción social y la preservación de la cultura, paisajes y biodiversidad; que sean económicamente viables; que promuevan la autonomía política de los productores; que promuevan la economía regional y no exclusivamente la economía privada y que ofrezcan a la población alimentos de calidad nutricional e higiénico-sanitaria. Es obvio que debe añadirse a este listado la condición central para toda tecnología de estar orientada hacia el mercado. Por cierto que la tarea planteada no resulta ser sencilla.

A continuación, con una breve descripción, se presenta un portafolio de tecnologías con una orientación al mercado que están a la disposición de los productores y técnicos,

con la posibilidad de contribuir a la mejora de productividad y comercialización de productos de origen caprino y ovino en Brasil.

### **Manipulación de la vegetación nativa**

La manipulación de la vegetación nativa de la Caatinga en el nordeste brasileño es un proceso técnico de bajo costo que promueve una expansión de la base forrajera, permitiendo a los caprinos y ovinos acceder a una alimentación mejorada a lo largo del año, con sostenibilidad ambiental. Tres importantes métodos de manejo de la Caatinga que son discutidos en detalle en el Capítulo 12, incluyen: el raleo de la vegetación nativa (control selectivo de especies leñosas con el objetivo de obtener un incremento de la producción de fitomasa del estrato herbáceo, en especial para ovinos); el rebaje de la vegetación nativa (poda de corte raso de especies leñosas, con el objetivo de aumentar el acceso al forraje de árboles y arbustos por los animales, en especial para caprinos); y el enriquecimiento de la vegetación nativa, que puede ser utilizado para las dos especies. Este proceso tecnológico aumenta en 80% la disponibilidad de pasto por área, cuando se lo compara con el sistema tradicional de utilización de la Caatinga, y posibilita al productor ofrecer un animal con más carne y menor edad de sacrificio.

### **Formación y uso del banco de proteínas**

El banco de proteínas permite contar con forrajes de elevada calidad para caprinos y ovinos, y ofrece un suplemento alimenticio en períodos críticos de la producción animal. Es una tecnología versátil, por los diversos tipos o maneras de aprovecharla, de bajo costo de aplicación, de fácil manejo y de extrema importancia en el caso de rebaños caprinos y ovinos en zonas áridas y semiáridas. Es recomendada para todas las regiones que sufren escasez de forraje en las pasturas, y para mejorar la baja calidad de los forrajes. El banco de proteínas consta de un área aislada, cultivada con especies forrajeras ricas en proteínas, de buena palatabilidad, de crecimiento rápido y con alto poder de rebrote. En general, se recomienda el uso de leguminosas como leucaena, clitoria o *cuña* (*Clitoria ternatea* L.), algarrobo y frijol guandul (*Cajanus cajan*).

### **Tecnologías para la ampliación de la base forrajera con base en el uso de forrajes tradicionales y no convencionales**

La producción de forrajes cultivados en los ambientes del semiárido de Brasil no es diversa ni ha sido intensa. En años recientes se está dando un impulso a esta investigación con los conceptos de productividad de agua. El pasto *buffel* (*Cenchrus ciliaris*) ha sido usado profusamente en el mejoramiento de la Caatinga. Existen sin embargo otras opciones competitivas como el uso del *Massai* (*Panicum maximum*). Embrapa ha desarrollado una serie de opciones basadas en el uso de forrajeras no

tradicionales como la *Manisoba*, el *cactus* (palma forrajera) y otras especies con potencial forrajero. Estas tecnologías ligadas a las de conservación de forraje tienen un tremendo potencial como fue demostrado en el proyecto Embrapa-ICARDA (ICARDA, 2009).

## **Estrategia integrada para la producción de carne y piel de caprinos y ovinos**

Esta estrategia incluye la aplicación integrada de prácticas mejoradas en áreas clave de la producción de caprinos y ovinos: alimentación, nutrición, sanidad, reproducción, mejoramiento, instalaciones, razas y manejo. Además su aplicación incluye la orientación de los usuarios hacia el mercado, teniendo en cuenta la gestión y la organización de la actividad. Este conjunto de prácticas y técnicas puede ser utilizado en todo el territorio nacional, siempre que se hagan los debidos ajustes a las condiciones locales. La aplicación de la estrategia mencionada ha demostrado no sólo incrementar la productividad de los rebaños caprinos y ovinos, sino que también la capacidad negociadora del productor.

## **Sistema de producción de cabras para leche**

Este proceso integra prácticas y técnicas de manejo de la alimentación, reproducción y sanidad del rebaño, hacia una producción incrementada y regular de leche, atendiendo de manera especial las fases de cría y de recría. Estas prácticas de fácil aplicación y que determinan retornos productivos tangibles, se recomiendan para rebaños lecheros de la agricultura familiar y de mayor escala de producción, en todo el territorio nacional. El sistema contempla el manejo diario de las hembras, en sus diversas categorías, racionalizando el consumo de insumos, promoviendo la producción higiénica de la leche y estableciendo una producción regular a lo largo del año, aspectos que responden a las demandas específicas del mercado.

## **Terminación de corderos y cabritos en pasturas cultivadas**

Esta tecnología puede ser empleada en todo el territorio nacional. Consiste en el terminado de corderos y cabritos en pasturas cultivadas, con edad precoz, buen tamaño de carcasa y elevada calidad de carne en cuanto a sabor, olor, suavidad y cantidad de grasa. En el nordeste de Brasil, la diversidad y la riqueza de forrajes de la Caatinga en el período lluvioso puede ser utilizada integrándose con el pastoreo de pastos cultivados y así ofrecer una base forrajera incrementada a menor costo. Los resultados de la aplicación de esta tecnología inciden de manera positiva en todos los segmentos de las cadenas productivas de carne y piel de caprinos y ovinos, generando



empleo y renta, prestando mejor atención a las demandas y, sobre todo, favoreciendo al desarrollo del respectivo agronegocio.

### **Terminación de corderos confinados**

Este tipo de sistema de terminación de corderos consiste en el confinamiento de un grupo de corderos homogéneos en peso, edad y raza para luego de 70 días de alimentación controlada conseguir animales con el peso y la conformación deseables para la comercialización. Es un proceso que puede ser empleado en cualquier parte del país, si se dispone de pequeñas áreas, pero con buen potencial para producción de forraje y granos y con acceso a riego si el proceso tiene lugar durante el periodo seco. En la región nordeste de Brasil, el periodo seco está caracterizado por una severa carencia de forraje en la Caatinga que inviabiliza cualquier proceso de producción animal intensivo en pastura nativa. Sin embargo, si los sistemas productivos tienen acceso a riego, el uso de prácticas conservativas de irrigación para producción de forraje puede dar lugar al confinamiento de corderos como una alternativa que acelera el retorno del capital invertido, disminuye las pérdidas por defectos en la piel y elimina la competencia por forraje con otras categorías de animales en proceso productivo, como por ejemplo animales en apareamiento, lactación y gestación. Los resultados de esta práctica permiten ofrecer al mercado animales preparados para el sacrificio, con elevada calidad y en un período en que los ingresos del productor son mínimos.

### **Soluciones tecnológicas para el control de las principales enfermedades de caprinos y ovinos con un enfoque epidemiológico**

En las condiciones de cría del nordeste brasileño se observan grandes pérdidas, por la elevada mortalidad de animales jóvenes, debido a una serie de afecciones que inciden en la salud animal. Las soluciones tecnológicas propuestas reúnen una serie de prácticas destinadas a la prevención, identificación y control de las enfermedades más importantes que atacan a los caprinos y ovinos con una orientación epidemiológica y de protección ambiental, es decir estableciendo prácticas de control/tratamiento en tanto estas enfermedades pongan en riesgo la producción, evitando así el desarrollo de resistencia genética de parásitos al uso indiscriminado de químicos. Estas prácticas que requieren de un entrenamiento adecuado del productor han mostrado resultados positivos indiscutibles en la mejora de la salud animal en particular en relación con: parásitos gastrointestinales, ectima contagioso, eimeriosis, linfadenitis caseosa, pododermatitis, mastitis, encefalitis artrítica caprina (CAE), micoplasmosis, clostridiosis e infecciones pulmonares.

## **Procesamiento agroindustrial de las carnes de caprinos y ovinos**

El procesamiento y la transformación de carnes en otros productos son prácticas realizadas en la transformación y en la industrialización de las principales carnes consumidas en el mundo (bovina, porcina y de aves). El procesamiento de la carne de caprinos y ovinos es un conjunto de prácticas y técnicas recomendadas para la agricultura familiar. Los procesos y prácticas tecnológicas para la industrialización de la carne de caprinos y ovinos, a su vez, vienen garantizando prestigio a estos productos, revolucionando el mercado con una variedad de innovaciones en la presentación, en el empaque y en la forma. Se incluyen aquí técnicas que viabilizan la transformación de la carne, agregando valor y dando más opciones de elección al consumidor sin desnaturalizar la calidad y cualidad del producto, y al mismo tiempo reduciendo los desperdicios y perfeccionando el aprovechamiento. Los productos transformados incluyen jamones, chorizos, salamis, hamburguesas y otros.

## **Cortes estandarizados de carcasas de caprinos y ovinos**

Esta técnica consiste en el proceso de separación en pedazos (piezas) de carcasas de caprinos y ovinos, guardando una estrecha relación entre el peso y la relación carne/hueso de cada pieza. En relación con las exigencias del mercado y la naturaleza de la carcasa de estos rumiantes, los cortes estandarizados conllevan ventajas para los distribuidores y los consumidores, porque evitan el desperdicio natural de las ventas al raleo y ofrecen al consumidor opciones para escoger entre diferentes cortes, por ejemplo pescuezo en rodajas, trasero, paleta, costillar, lomo y pierna. Esta práctica permite también la diferenciación de precios dentro de la misma carcasa, en función de que la pieza sea más o menos noble.

## **Producción higiénica de leche de cabra**

La producción higiénica de leche de cabra es una necesidad básica para la obtención de productos y derivados de la leche de elevada calidad. Este proceso tecnológico consiste en los cuidados que se deben tener desde el ordeño, acondicionamiento, transporte y entrega del producto para su procesamiento. En este sentido, se toman en consideración la higiene del ordeñador; la higiene de los animales, esencialmente de tetas y ubre; la limpieza de equipos y vasijas y, finalmente, el tiempo transcurrido entre la ordeña y el procesamiento. El uso de esta tecnología incide en un rendimiento incrementado de leche y de sus derivados (quesos, yogures y dulces).

## **Derivados de la leche de cabra**

La transformación de la leche de cabra en productos como: quesos, dulces, paté y otros, tiene extrema importancia en la producción, en el consumo de leche y en la

rentabilidad de la actividad, en la medida en que favorece una oferta más diversificada al mercado consumidor, aumenta el tiempo de vida de los derivados mantenidos en anaquel, generando empleo y renta, a tiempo de agregar valor a los productos. Estas tecnologías son de fácil ejecución, baja inversión, y producen resultados rápidos y satisfactorios en cuanto a características de calidad como aroma, color y sabor de los productos. Estas tecnologías son recomendadas al sector agroindustrial y al de productores de leche de cabra próximos a los grandes centros consumidores.

### **Cuidados y tratamiento de la piel de caprinos y ovinos**

Este proceso tecnológico consiste en varias prácticas que evitan desperdicio en todos los eslabones de la cadena productiva de piel de caprinos y ovinos. El desperdicio es el resultado de un manejo inadecuado de las pieles que determinan su descarte por la industria. Las tecnologías recomendadas son simples e inciden en mejor extracción, limpieza de la piel, salazón y almacenaje, hasta su comercialización, evitando defectos irreversibles y una mala clasificación. Se intenta también promover iniciativas de procesamiento, en particular en las etapas iniciales de la curtiembre de la piel de caprinos y ovinos a nivel familiar, por lo menos hasta la etapa de *Wet Blue*, de manera que el productor pueda beneficiarse del valor agregado.

## **Organización de Productores para la Producción y la Comercialización y sus Limitantes**

Existen algunas experiencias exitosas en la organización de productores, para producir y comercializar su producción, que han contribuido al desarrollo de la producción caprina u ovina en diferentes subregiones del semiárido brasileño. En esta sección se describe un par de estas experiencias, la primera derivada de una política del Gobierno federal y la segunda derivada de la iniciativa privada en conjunción con un apoyo municipal.

### **Las políticas gubernamentales en la promoción de la producción de leche: La experiencia de Pacto Novo Cariri en Paraíba**

El *Pacto Novo Cariri* fue una acción de desarrollo territorial que partió de la iniciativa de una comunidad de la región del Cariri de Paraíba frente a los efectos de las sequías que azotan la región. A través de la movilización de la comunidad, se crearon foros y pactos sociales no formales para debatir los problemas y las posibles estrategias de solución que determinen el desarrollo sostenible en la región. Como consecuencia, surgieron nuevos acuerdos productivos locales transformando actividades de poca expresión económica y técnica en emprendimientos territoriales



Fotos: Evandro Vasconcelos Holanda Júnior



**Pacto Nuevo Cariri estímulo a la organización de la cadena de la producción caprina y ovina en un contexto de desarrollo territorial**

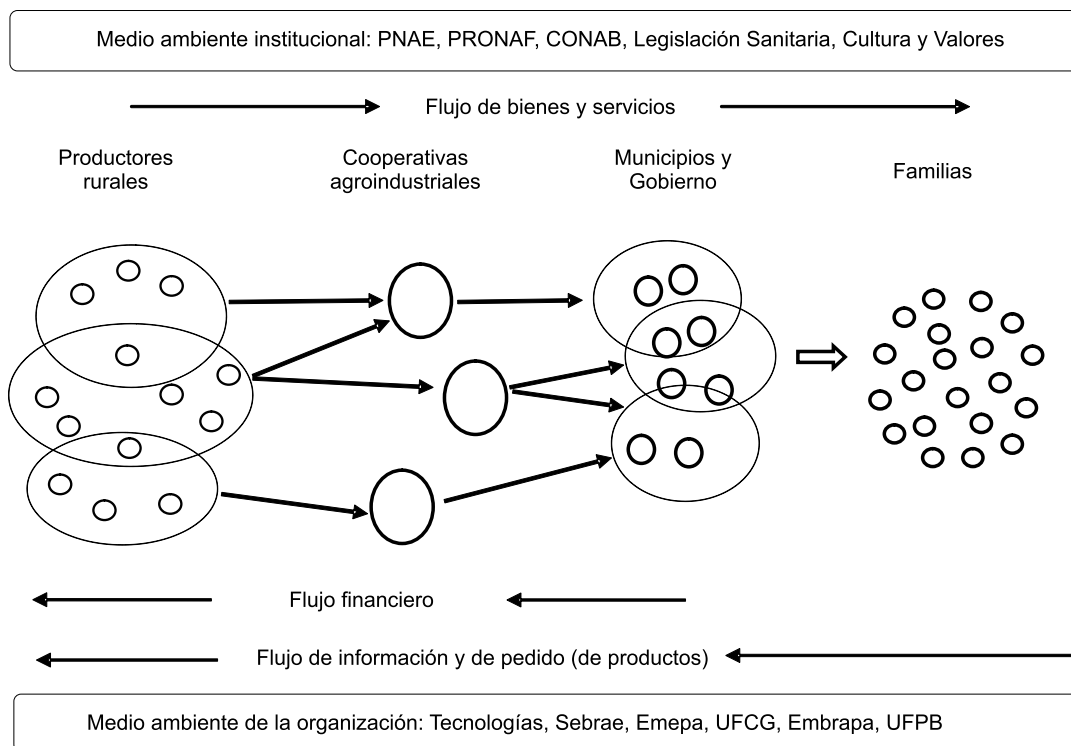
bastante exitoso. Este fue el caso de la producción caprina y ovina, la cual fue definida como prioridad territorial y por tanto se trató de estimular la organización de toda la cadena ligada a las acciones de desarrollo territorial. Como resultado se obtuvo: un aumento del volumen de leche de cabra producido y comercializado de 6.000 litros/día, a 10.000 litros/día en 2004, y a 15.000 litros/día en 2005; el crecimiento de los rebaños caprinos y ovinos de la región en 54% en dos años; y la instalación de siete plantas procesadoras de leche en siete municipios de la región, las cuales procesan 1,5 millones de litros, generando 1.600 empleos directos y 3.000 indirectos. Además, se estimularon algunas actividades culturales con impacto en el sector productivo, tales como la fiesta del chivo rey, que fue incluida en el calendario turístico del municipio de Cabeceiras y el festival gastronómico.

El crecimiento de la producción de leche caprina en el Cariri de Paraíba está directamente relacionado con el Programa Nacional de Alimentación Escolar (PNAE), el cual garantiza la compra de leche producida por agricultores familiares de la región por el Gobierno federal y estatal. El Gobierno federal, por medio del Consejo Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (CONSEA) y del Ministerio de Educación (MEC), determinan las reglas del PNAE. Dentro de esa normativa se establece que al menos 30% del abastecimiento de la Merienda Escolar debe provenir de la producción de la agricultura familiar.

En este sentido el Servicio Brasileño de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas en el estado de Piauí (Sebrae), por intermedio del *Proyecto Aprisco Nordeste*, y la Fundación Banco del Brasil, por medio del *Proyecto Bioma-Caatinga*, unieron esfuerzos para incentivar la estructuración de la base productiva de leche de cabra en algunos territorios del nordeste donde existe una sólida base de agricultores familiares, p. ej. los productores del Cariri de Paraíba. En esta región incluyendo 30 municipios, se concentran los productores y cooperativas que colectan, procesan y distribuyen leche, y otras organizaciones que apoyan las actividades de este sistema agroindustrial.

Los actores de este sistema agroindustrial incluyen: el Gobierno estatal, prefecturas municipios, Gobierno federal, productores ovinos y caprinos, asociaciones de productores ovinos y caprinos, cooperativas/plantas de procesamiento de leche de caprinos y las familias/personas que se benefician de la producción de leche. La Figura 1 ilustra la red de leche de cabras establecida en la región del Cariri de Paraíba.

El proceso de producción y procesamiento de la leche de cabra para suplir al PNAE es viabilizado por las cooperativas de productores rurales, quienes son responsables del sistema de colecta, procesamiento y distribución de la leche. Los productores rurales ordeñan sus animales y transportan la leche a los puntos de colecta



**Figura 1. Red de producción de leche de cabras en la región de Cariri de Paraíba.**

*Fuente:* Elaborado por los autores.

*Notas:* PNAE = Programa Nacional de Alimentación Escolar); PRONAF = Programa Nacional de Fortalecimiento de la Agricultura Familiar; CONAB = Compañía Nacional de Abastecimiento; Sebrae = Servicio Brasileño de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas; Emepa = Compañía Estatal de Investigación Agrícola de Paraíba; Embrapa = Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria; UFPB = Universidad Federal de Paraíba.

donde fueron instalados los tanques de enfriamiento. En estos puntos de colecta la leche es registrada y el productor rural recibe un recibo de movimiento diario.

La cooperativa realiza la colecta de la leche 2-3 veces por semana y la transporta a su sede donde está instalada la estructura de almacenaje y procesamiento de leche de cabra y vacuna. El pago a los productores es efectuado quincenalmente por el Gobierno federal, por medio de la Compañía Nacional de Abastecimiento (CONAB), depositándose en la cuenta corriente del productor. Para cada productor rural fue establecida una cuota de 20 litros de leche de cabra por día.

El éxito obtenido por las compras gubernamentales ha motivado a que los productores vislumbren nuevas alternativas de mercado para la leche excedente que producen. Con la ampliación de la base de productores y la mejora de los índices de productividad, existe la perspectiva de que estas cooperativas desarrollen una

capacidad de agregado de valor a los productos para atender a mercados más distantes y exigentes en cuanto a regularidad de oferta de productos de calidad.

### **Culinaria y restaurantes en la promoción de la producción de carne: Experiencia en el bodódromo en Petrolina, Pernambuco**

En la década de 1980, aproximadamente seis pequeños comerciantes comenzaron a vender aguardiente y brochetas de carne de caprino y ovino como entremés en el barrio Arena Blanca de la ciudad de Petrolina. El éxito inicial alcanzado en este negocio determinó que la venta se ampliara a mantas (carcasa entera abierta) de carnero con una guarnición tradicional del nordeste de Brasil consistente de arroz, farofa (harina de yuca), yuca, fríjol y pirao (caldo de carne con harina de yuca). Para incentivar este negocio exitoso, en el año 2000 la prefectura municipal de Petrolina donó un terreno y la infraestructura externa para la instalación de un centro gastronómico (bodódromo) dedicado a la carne de bode (chivo), nombre que define la crianza de caprinos y ovinos en la región. En la actualidad existen seis restaurantes especializados en el centro gastronómico, los cuales han diversificado los platos ofrecidos a los consumidores: por ejemplo, carnero al vino, carnero a la menta, entre otros; y que generan más de 100 empleos directos. En el bodódromo se consumen 15.000 kilos de carne de caprinos y ovinos por mes que son ofrecidos por cerca de 70 productores de la región circunvecina a Petrolina. Este centro gastronómico tiene el potencial de incrementar sus ventas por la demanda creciente y canalizar la comercialización de carne especializada de caprinos y ovinos producidos en la región. Con el objetivo de lograr una diversificación del consumo, ampliando la demanda de caprinos, el proyecto Embrapa-ICARDA (ICARDA, 2009) apoyó el entrenamiento de uno de los propietarios de los puestos de venta del bodódromo, en la tecnología del procesamiento de cabritos en México. Aunque el consumo de cabritos no es una tradición en Brasil, existen grandes perspectivas para la comercialización de caprinos menores al año en este centro gastronómico, requiriéndose para ello viabilizar las tecnologías señaladas anteriormente.

### **Conclusión**

La producción caprina y ovina tiene oportunidades de mercado promisorias en el Brasil y ofrece un ingrediente importante para la integración económica y el mejoramiento de las condiciones de vida de los sistemas de pequeños productores en la región nordeste. La producción de carne y piel ovina es insuficiente para satisfacer la creciente demanda por estos productos en el mercado interno, dejando un gap que irremediablemente debe ser cubierto en gran parte por la importación. La carne y leche caprina observan también insuficiente producción para satisfacer la creciente demanda interna, en particular en el caso de la carne caprina. Además, las características

nutricionales de los productos caprinos confieren un potencial adicional de mercado debido al crecimiento del consumo de alimentos saludables y funcionales. Para que el pequeño productor de escasos recursos pueda captar estas oportunidades se requieren un tratamiento especial y acciones no necesariamente similares a las del desarrollo del sector productivo con mayores recursos. En este contexto será imprescindible contar con políticas adecuadas, inversiones suficientes y el apoyo continuo al sector productivo, en una proyección a largo plazo, integrada en un ambiente facilitador para el cambio tecnológico. Se espera que ese cambio permita que el sector productivo supere las limitaciones asociadas con el manejo inadecuado de la nutrición, sanidad y reproducción animal; la producción irregular y de deficiente calidad; y el manejo no sostenible de los recursos naturales. En paralelo, se requerirá la articulación de la cadena productiva, asegurando que se eliminen las desventajas que confronta el productor al comercializar sus productos, creando los incentivos necesarios para que adopte opciones mejoradas para la producción.

Por lo tanto, los grandes desafíos para lograr la integración económica y el mejoramiento de los ingresos del pequeño productor incluyen la integración de las cadenas de producción, la reducción de costos de producción considerando un tratamiento especial de aranceles y otorgación de subsidios (p.ej. pago por servicios ambientales), la organización de los sistemas de producción para lograr una oferta regular de productos y un mayor poder de comercialización, la mejora de la calidad del producto para satisfacer las demandas del mercado consumidor, la diversificación con nuevos productos y su inserción a nuevos mercados, y la continuidad de políticas de arranque como p. ej. los programas de compras gubernamentales que han resultado tener un impacto trascendental en el cambio tecnológico de los sistemas productivos. Estos desafíos deberán requerir del diseño y puesta en práctica de políticas y legislación apropiadas, a todos los niveles, desde un nivel estatal a un nivel municipal, y de una acción conjunta de la investigación y desarrollo (IyD) para lograr la masificación de tecnologías y su adopción.

Aunque ya existen tecnologías y procesos para una producción mejorada de caprinos y ovinos, las peculiaridades regionales, los desafíos de la integración de las zonas tradicionales de producción en el mercado mundial globalizado, el progreso técnico y el aumento de la competitividad en los agronegocios, y la creciente apreciación de las cuestiones ligadas al medio ambiente, exigirán nuevas acciones de la IyD encaminadas a la sostenibilidad de los agroecosistemas y a una producción competitiva de alimentos inocuos.

## Literatura Citada

Batalha, M.O. e A.L. Silva. 2007. Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições, especificidades e correntes metodológicas. In: Batalha, M.O (Coord.). Gestão Agroindustrial. 3 ed. São Paulo: Atlas, v. 1. São Paulo, Brasil. 800 pp.



Corrêa, M.P.F. 2006. Experiências exitosas nos segmentos da cadeia produtiva da caprino-ovinocultura. In: X Seminário Nordestino da Pecuária, 3-5 de julho 2006, Fortaleza, Ceará, Brasil. pp. 69-76.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2010. Statistical database. <http://faostat.fao.org/site/569/default.aspx#ancor> (Consulta: 11.20.2010).

IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas). 2009. Investigación Pecuaria Municipal. <http://www.sidra.ibge.gov.br> (Consulta: 10.2.2011).

ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas). 2009. Strengthening Institutional Capacity to Improve Marketing of Small Ruminant Products and Income Generation in Dry Areas of Latin America. Final Project Report 2003-2008. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Aleppo, Syria. 101 pp.

SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Estado do Piauí). 2003. Diagnóstico da cadeia produtiva da ovinocaprinocultura piauiense. SEBRAE/PI, Teresina, Piauí, Brasil. 114 pp.

Silva, R.R. 2002. O agronegócio brasileiro da carne caprina e ovina. 1. ed. Itabuna: Editora Agora, Brasil. 111 pp.

Wander, A.E. e E.C. Martins. 2004. Viabilidade econômica da caprinocultura leiteira. In: IV Semana da Caprinocultura e Ovinocultura Brasileiras. Embrapa Caprinos e Ovinos, 20-24 de Setembro de 2004, Sobral, Ceará, Brasil. <http://www.freewebs.com/awander/WanderAE.pdf> (Consulta: 1.4.2011).

# Capítulo 7

## Mercados y Oportunidades para los Sistemas de Producción de Caprinos en México

<sup>1</sup>Walter Jorge Gómez Ruiz, <sup>2</sup>Francisco Echavarría Cháirez,  
<sup>1</sup>Juan Manuel Pinos-Rodríguez, <sup>1</sup>Juan Rogelio Aguirre Rivera,  
<sup>3</sup>Enrique Villegas Valladares y <sup>4</sup>Aden Aw-Hassan.

<sup>1</sup>*Instituto de Investigación de Zonas Desérticas,*

*Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México*

<sup>2</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP),  
Campo Experimental Zacatecas, Zacatecas, México*

<sup>3</sup>*Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México*

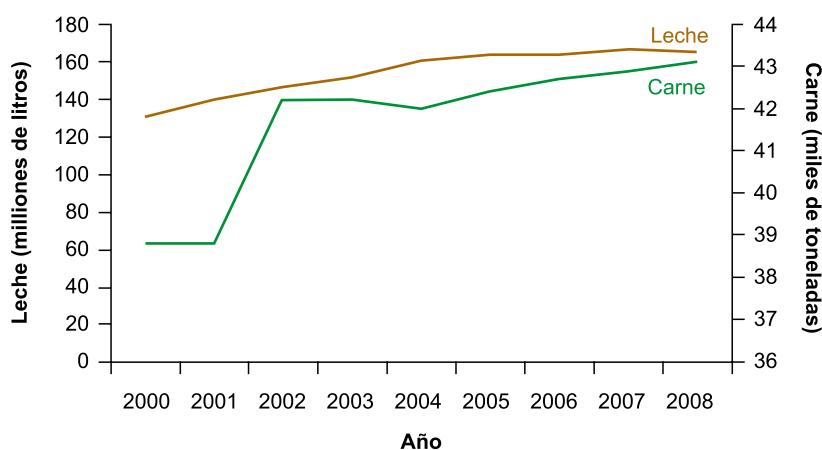
<sup>4</sup>*Centro Internacional de Investigación Agrícola para las Zonas Áridas (ICARDA), Amán, Jordania*

### Introducción

De acuerdo con Hernández (2000), la producción caprina en México se realiza principalmente como una actividad familiar en sistemas de pequeños productores, una mayoría de los cuales (84%) pertenece a campesinos ejidatarios (ver Capítulo 11, pie de página 1, en relación con la definición de ejido). Las explotaciones que predominan son de tipo extensivo, orientadas a la producción de carne, mientras que las explotaciones semiintensivas e intensivas orientadas a producir leche son comparativamente menores (Castro *et al.*, 1999). La producción ovina también de naturaleza ejidal y extensiva se orienta más hacia la venta de carne que es consumida en gran parte en los estados centrales de México (Castro *et al.* 1999).

La producción nacional de carne y leche de caprinos ha seguido un incremento sostenido entre los años 2000 y 2008 (Figura 1), a una tasa de 0,51 mil ton/año y 4,4 millones de litros/año, respectivamente, luego de un periodo de declinación en años anteriores. La producción de carne ovina también siguió un incremento constante en el mismo periodo, mayor que la producción de carne caprina, a una tasa igual a 2,2 mil ton/año (FAOSTAT, 2011).

La mayor parte de la producción caprina implicada en la Figura 1, es producida en las zonas áridas y semiáridas del norte de México, en especial en el desierto Chihuahuense, que incluye los estados de San Luis Potosí, Coahuila, Zacatecas, Nuevo León, Durango, Tamaulipas y Chihuahua (Tabla 1). La región norte, centro y el Estado de México son las áreas más productoras de ovinos, contribuyendo al 19%, 32% y 13% del inventario nacional (7.757.267 cabezas), respectivamente y al 21%, 25% y 15% de la producción total de carne de ovinos en canal (51.275 ton), respectivamente (SIAP-SAGARPA, 2011).



**Figura 1. Producción de leche y carne caprina en México (2000-2011).**

Fuente: FAOSTAT (2011).

**Tabla 1. Principales regiones productoras de caprinos en México.**

Región	Estados	% del total de la población o % de la producción total de México		
		Número cabezas <sup>(1)</sup>	Leche fresca <sup>(2)</sup>	Carne en canal <sup>(3)</sup>
Norte	San Luis Potosí, Coahuila, Zacatecas, Nuevo León, Durango, Tamaulipas, Chihuahua	34,0	71,5	41,5
Sur o Mixteca	Puebla, Oaxaca y Guerrero	36,8	0,9	25,7
Centro	Michoacán, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Querétaro	18,1	21,1	18,8
Golfo de California	Sinaloa, Baja California Sur, Baja California y Sonora.	3,7	2,5	6,8

Fuente: SIAP-SAGARPA (2011).

Notas: <sup>(1)</sup>Con base en la población nacional caprina en 2008: 8.952.144 de cabezas; <sup>(2)</sup>Con base en la producción nacional de leche caprina en 2009: 164,76 millones de litros; <sup>(3)</sup>Con base en la producción nacional de carne caprina en 2009: 43.242 toneladas.

En la última década México no exportó carne caprina y más bien consumió la totalidad de su producción nacional complementada con importaciones que representaron 1% del consumo aparente (definido como la producción nacional más las importaciones, menos las exportaciones). En contraste, la producción de carne ovina en el país no fue suficiente para suplir la demanda, la cual fue cubierta con importaciones de otros países. A pesar de que la producción nacional de carne ovina

observó un marcado incremento en el periodo 2000-2005, las importaciones hasta 2005 fueron sustantivas, representado hasta 46,2% (equivalente a 39.700 ton) de la carne consumida en México (SAGARPA, 2011). Esta situación muestra que existe una gran ventana de oportunidad para la producción de carne ovina para el pequeño productor en tanto que este productor acceda de manera competitiva a los mercados y tecnologías de producción.

Según FAOSTAT (2011), las producciones nacionales de carne de caprinos y ovinos en el periodo 2000 al 2008 representaron en promedio 0,84% y 0,87% de la producción total de carne del país, respectivamente, mientras que las contribuciones a la producción total de carne de los bovinos (31,1%), porcinos (22,0%) y pollos (45,2%) fueron comparativamente más importantes. No obstante de esta menor oferta, los precios de la carne de caprino y ovino fueron más altos. En efecto, durante el periodo 2002-2008, el precio de compra a los productores de carne de caprino en el mercado fluctuó entre 3,0 y 3,5 US dólares/kg [tasa de cambio que varió desde 1 US\$ = 9,5 Pesos mexicanos (MXN) en 2002 a 1 US\$ = 13,0 Pesos MXN en 2008], un precio 81 a 118% mayor que la carne de pollo, 35 a 57% mayor que la carne de cerdo, y 19 a 44% mayor que la carne de bovino. El precio de la carne caprina, desde 2002 a 2008, siempre fue 10 a 13% inferior que el de la carne de ovinos (FAOSTAT, 2011).

Lo anterior sintetiza una demanda creciente por los productos de rumiantes menores que hasta el momento no ha sido satisfecha por la producción local. Esta expansión de la demanda insatisfecha representa una oportunidad para la mejora de los sistemas productivos de pequeños productores, si se resuelvan problemas de acceso justo a los mercados y a tecnologías adecuadas, se cuente con una legislación también adecuada y planes de desarrollo de largo plazo que fortalezcan las organizaciones de productores y que ofrezcan las condiciones efectivas para un cambio tecnológico y de las condiciones de vida del productor.

En este capítulo se discuten los aspectos del mercado asociado con la producción de rumiantes menores en México, con énfasis en la producción de caprinos. Se describen de una manera general los productos más importantes que se comercializan y se particulariza en dos sitios de trabajo que fueron base de un proyecto de investigación colaborativo, iniciado en 2003, incluyendo varias instituciones: ICARDA, SEDARH de San Luis Potosí, el Instituto de Investigación de las Zonas Desérticas (IIZD) de la UASLP e INIFAP en Zacatecas (ICARDA, 2009). Este proyecto desarrolló un plan de investigación con la directa participación de dos comunidades de productores caprinos en el desierto Chihuahuense, la primera involucrando la comunidad de San José de la Peña en el estado de San Luis Potosí y la segunda involucrando la comunidad de Pánuco en Zacatecas. La óptica de los productores y de los intermediarios es captada en el análisis de los mercados asociados.

## Productos Principales de los Sistemas de Producción de Caprinos en México

Los sistemas productivos se orientan hacia tres productos principales que demandan los mercados regionales: cabrito, chivo cebado y leche.

### Cabrito

La región del desierto Chihuahuense conformada por Nuevo León, Coahuila, Zacatecas y San Luis Potosí consume en conjunto 86% del cabrito producido en México y es también la principal región de su producción (Figura 2). Sólo Nuevo León consume aproximadamente 850.000 cabezas anuales, equivalente a 56% del cabrito producido anualmente en México (FMDR, 2003). Con una producción de aproximadamente 230.000 cabezas anuales Nuevo León requiere de cabritos producidos en otros estados, en particular de Coahuila y San Luis Potosí que han sido sus proveedores tradicionales. La Comarca Lagunera produce alrededor de 190.000 cabezas (SAGARPA, 2005), el Sureste de Coahuila alrededor de 70.000 cabritos (Valdés, 2004), y San Luis Potosí alrededor de 295.000 cabritos.



**Figura 2. Zona principal de producción de cabrito en México.**

*Fuente:* Castro *et al.* (1999).

La producción de cabrito ha disminuido en la última década con un déficit en el mercado registrado en 2005 en Monterrey, la principal ciudad de su consumo. Con un precio excelente que el mercado paga por este producto (hasta 3,3 US\$/kilo en pie; tasa de cambio en ese año de 1 US\$ = 11,0 Pesos MXN) y una demanda que excede la oferta, muchos productores optan por vender borrego lechal, en particular borrego Pelibuey de Tamaulipas, como cabrito lechal (Castro *et al.*, 1999; Gómez, 2007). Nuevo León produce muy poco cabrito de calidad suprema y mantiene la gran demanda por este producto con importaciones que provienen casi en su totalidad de San Luis Potosí y Coahuila (Gaitán, 2003).

Los productores de cabrito venden las crías machos y las hembras no seleccionadas de reemplazo entre los 15 y los 40 días de nacidos, ordeñando a la madre desde el destete hasta el secado, aproximadamente por 90 días. La leche producida se destina a la producción de quesos o es vendida, mientras que el ganado de descarte se transfiere a otras partes del país, para el mercado de la *birria* (un platillo conocido y consumido local y regionalmente hasta el centro del país, principalmente en el estado de Jalisco), o al Estado de México y Distrito Federal para el mercado de la *barbacoa*, ambos platillos elaborados con carne de animal adulto.

La explotación asociada con la producción de cabritos es extensiva y en general sedentaria, aunque también los sistemas semiintensivos e intensivos orientados a producir leche caprina aportan al mercado con este producto. El conocimiento local indica que los cabritos procedentes de sistemas alimentados en agostadero de los sistemas extensivos son de mejor sabor que aquellos provenientes de hatos estabulados. El tipo de animal explotado es el criollo con diferentes grados de cruzamiento con razas en general lecheras como la Anglo-Nubia y Granadina y más recientemente con razas especializadas en producir carne como la *Boer*.

El factor decisivo en el mercado del cabrito deriva de la tradición culinaria típica del norte de México: el cabrito a la brasa. Para el asado del cabrito en las brasas, los asadores requieren un cierto tamaño de carcasa que permita ser sujeta por una varilla metálica y rendir cortes tradicionales para servirlo, además de una buena proporción de grasa en los riñones para evitar que la carne no se seque al calor de las brasas. Esto da como resultado una clasificación de calidades, todas en función del grado en que se adecua el cabrito a esta necesidad, siendo las clases primera y suprema (Tabla 2) las más apreciadas por cumplir con estos requerimientos. El cabrito debe ser con preferencia lechal (lactante), por el sabor requerido. La Tabla 2 detalla las características de los diferentes tipos de cabrito que son comercializados en México.

El asado en brasas representa 60% del consumo de cabrito utilizándose para esta condición el cabrito de primera. El remanente 40%, si el tamaño del cabrito es menor (talla comercial), es preparado de otras maneras pero con preferencia como cabrito ranchero (cocido al vapor y guisado con salsa y frijoles). En el Distrito Federal casi

**Tabla 2. Clasificaciones en pie y en canal de cabrito en la región de San Luis Potosí y Norte de Zacatecas.**

Clase general	Clase en pie <sup>(1)</sup>	Edad (días)	Peso vivo (kg)	Peso canal (kg)	Clase en canal <sup>(1)</sup>	Cubierta de grasa en riñón	Comentarios
Primera	Supremo	≤ 30	9 a 12	> 6	Supremo 1 Supremo 2 Supremo 3	Muy buena Buena Media	De mayor demanda y precio. Estrictamente lechal. Para asar. Generalmente de parto sencillo.
	Primera	≤ 30	8 a 10	6 a 7	Supremo 4 Primera	Muy buena Buena o media	Estrictamente lechal. Para asar. De parto sencillo o el favorecido de parto doble.
Comercial	Grande	25 a 45	6 a 8	4 a 5	Grande	Regular	Generalmente de partos dobles. Desarrollado con leche sustitutos o forrajes.
	Chico o Rata	≤ 15	< 5	< 4	Chico	Escasa	Normalmente de partos dobles o triples. Desarrollado con leche, sustitutos o forrajes.

Fuentes: <sup>(1)</sup>FMDR (2004), Valdés (2004).

Notas: Producción en el Altiplano Potosino: Cabrito supremo (30%), cabrito de Primera (35%), Cabrito comercial grande (25%) y cabrito comercial chico (10%); Producción en el sudeste de Coahuila: Cabrito supremo y de primera (67%), Cabrito comercial grande (27%) y cabrito comercial chico (6%).

Foto: Walter Jorge Gómez Ruiz



**Asado tradicional del cabrito**

siempre se cocina al vapor y una vez cocido el producto es calentado en aceite con diferentes terminaciones.

### Chivo cebado

Esta variante se produce en la región semiárida de la Mixteca, en los estados de Puebla, Oaxaca y Guerrero (Figura 3). Existen mataderos ubicados en Huajuapán, Oaxaca, y Tehuacán, Puebla, que se dedican a comprar ganado, engordarlo y sacrificarlo, aprovechando todo el animal, el cual es destazado para secar y salar las carnes, los huesos y la piel. Otros subproductos con valor incluyen el sebo que se refina y utiliza para elaborar jabón, y las vísceras para obtener cuerdas para violín y guitarra. La carne y huesos secados y salados son ingredientes de numerosos guisos tradicionales. Hay también venta en pie para el consumo regional en *barbacoa* o, en menor proporción, para exportación a otros lugares como en el rastro de Milpa Alta, México D.F. En partes de Jalisco, el sur de de Zacatecas y regiones de otros estados existe también engorde de machos para los mercados locales de la *birria* y la *barbacoa*.

En el sur de México los sistemas se dedican a la cría y engorde de machos castrados y hembras no destinadas al reemplazo. En esta región la cría es extensiva, siguiendo un pastoreo trashumante con base en ganado criollo. El pastor utiliza vegetación de las



**Figura 3. Zona principal de producción del chivo cebado en México.**

Fuente: Castro et al. (1999).



zonas altas en época de lluvias y migra a tierras más bajas en tiempo de frío, buscando la mejor disponibilidad de forraje y condiciones climáticas. Los rebaños más numerosos pertenecen a dueños de mataderos que contratan pastores para manejar sus hatos divididos en rebaños de 300 a 400 cabezas, los cuales pastorean en tierras comunales rentadas. Estos productores compran ganado de las costas de Oaxaca y Guerrero, puesto que en la propia región Mixteca la producción es insuficiente. La compra ocurre entre mayo y junio, tiempo en el que se inicia el pastoreo trashumante, para ganar peso, que concluye en el lugar de la matanza, entre octubre y noviembre (González, 1977). Este nicho de mercado caprino ha disminuido puesto que las matanzas actuales son de 20 a 30 mil cabezas/año, contrastando las del siglo XVIII que llegaban a 80 mil. Esta disminución se debe en gran parte a un manejo inadecuado del agostadero que ha dado lugar a una progresiva declinación de su productividad (Cruz, 1992). Además, existe un inadecuado manejo reproductivo, alimentario y sanitario. Hay aspectos de mercado que son desfavorables como una decreciente aceptación de las condiciones asociadas con la matanza, la no valoración de tradiciones culinarias, y la desorganización del mercado que compra el animal engordado y la cabra de desecho sin diferenciación.

## Leche

Los sistemas de producción de leche de cabra son intensivos y semiintensivos, en áreas con riego de las zonas áridas, semiáridas (p. ej. en la Comarca Lagunera) y en las zonas templadas. Los sistemas semiintensivos usan zonas de agostaderos y complementan el pastoreo con subproductos agrícolas de zonas de cultivo de secano en el norte y centro de México (Figura 4). Los estados líderes son: Coahuila, Durango, Guanajuato, Chihuahua y Jalisco en ese orden (SAGARPA, 2005).

Una gran proporción de las empresas semiintensivas son familiares y dependen de industrias que compran la leche aunque no existe una completa integración entre las cadenas de producción y comercialización. Los sistemas intensivos son generalmente estabulados, con un mayor grado de tecnificación, transformación (la producción de quesos estilo francés es común) e integración al mercado.

En la Comarca Lagunera una mayoría de los productores (98%) coincide en que la comercialización de la leche no observa dificultades; sin embargo, también existen prácticas injustas ejercidas por las compañías en épocas de alta oferta de producto, en las cuales hay una caída del precio (Escareño, 2010). La producción promedio diaria por cabra en esta región según Escareño (2010) es de 1,5 L y la producción promedio diaria por productor de 56,9 L, estimándose que el ingreso obtenido por este volumen equivaldría a 4,9 salarios mínimos/día.

No obstante las propiedades de la leche de cabra como alimento (Impastato, 2003), gran parte de la leche fluida producida se destina a la elaboración de derivados como cajeta, quesos y dulces y no al consumo humano directo. Los cabritos y cabras



**Figura 4. Principal zona de producción de leche de cabra en México.**

*Fuente: Castro et al. (1999)*

de desecho se venden a intermediarios, aunque algunos productores crían también a los machos para venta como sementales. Como se observa en el Figura 1, la producción lechera caprina en México ha seguido una tendencia a incrementar beneficiada por esfuerzos de organización entre los productores primarios (SAGARPA, 2005). El precio promedio de la leche ha ido en aumento: de 0,3 US\$/L, en 1999 (tasa de cambio de 1 US\$ = 9,4 Pesos MXN), a 0,38 US\$/L en 2004 (tasa de cambio de 1 US\$ = 11,2 Pesos MXN). En general el precio de esta leche es 20% más alto que el precio de la leche de vaca (SIAP- SAGARPA, 2006).

## **Producción y Mercados en Sistemas de Producción de dos Sitios de Estudio en el Ámbito del Proyecto ICARDA-SEDARH-UASLP-INIFAP**

### **San José de la Peña**

Esta comunidad (23°15' N, 100°50' O) pertenece al municipio de Villa de Guadalupe, cuenta con acceso directo a través de carretera y sus mercados más importantes son la ciudad de Matehuala, localizada aproximadamente 50 km al norte

de la comunidad y la ciudad de San Luis Potosí, capital del estado de San Luis Potosí, 173 km al norte. La comunidad cuenta con 63 habitantes, incluyendo a 11 familias, con un promedio de 62 cabras por productor. El sistema de cría imperante es representativo de los sistemas caprinos orientados a producir leche y cabrito, entre extensivo y semiextensivo, por cuanto el pastoreo en agostaderos comunales es complementado con productos de agricultura de temporal. Los productos principales del sistema incluyen: queso, cabritos y cabras de desecho.

### *Queso*

El queso es fresco, elaborado de manera artesanal con cuajo natural y conservado en salmuera hasta su comercialización. El proceso de elaboración es variable de productor a productor y no cumple con normas estandarizadas e higiénicas, lo cual determina un producto de calidad, sabor y consistencia variables y dudosa sanidad. La demanda por estos quesos es alta puesto que su precio en los mercados (Figura 4) nunca es menor que muchos otros quesos estandarizados. El precio puede incrementar en periodos de escasez de producto, como ocurrió durante el primer semestre de 2006 cuando se registró el precio máximo histórico de US \$6,36/kg (Tasa de cambio en 2006 de 1 US\$ = 11,0 Pesos MXN) en la ciudad de San Luis Potosí, debido a la sequía del año 2005.

### *Cabritos*

Según los productores, los cabritos destinados a la venta son en general machos con edades que fluctúan entre 15 y 40 días, exclusivamente lechales, puesto que de otro modo, de acuerdo con el conocimiento popular, el consumo de pasto por cabritos afecta las propiedades organolépticas del producto final. Es posible reducir la edad de venta a través de una mejora en la alimentación; por ejemplo, las intervenciones del proyecto de ICARDA y colaboradores permitieron una reducción de la edad de venta al obtener tamaños aceptables a los 15 días. Los productores afirman poder lograr un alto porcentaje de cabrito supremo (10 a 12 kilos por animal en pie) cuyo peso/precio es 75% superior al peso/precio comercial promedio, sin embargo la mejora no es valorada por los compradores. En 2004 el precio promedio de compra al productor fue de US\$20,0/cabrito (tasa de cambio de 1 US\$ = 11,2 Pesos MXN) mientras que en 2005 fue de US\$27,3/ cabrito (tasa de cambio de 1 US\$ = 10,7 Pesos MXN).

Los precios más altos de compra al productor se alcanzan en localidades cercanas a los mercados más importantes de consumo: Nuevo León, Coahuila y Norte de Tamaulipas. En localidades más alejadas de estos centros los precios llegan a ser 20% a 50% menores, como compensación a los costos de transporte que deben incurrir los intermediarios. El diferencial en precio es mayor a menor calidad del cabrito. En el sistema de producción prevalente se registran dos pariciones anuales (en enero-

febrero y en julio-agosto). En muchas ocasiones los cabritos de partos múltiples son amamantados artificialmente para aprovechar el producto.

### ***Cabras de descarte***

Son cabras que a juicio de los productores acusan problemas o dejaron de ser productivas, situación que ocurre, según los productores, cuando las cabras llegan a tener seis partos, lo cual significaría que cada año se debería reemplazar alrededor de 16,6% de las hembras de manera que en 6 años se haya renovado el plantel de vientres. Castro *et al.* (1999) mencionan que la tasa de descarte en los sistemas orientados a producir cabrito en varios municipios de Coahuila es de 20%, sin embargo los datos de Valdés (2004) indican que esa proporción no sobrepasa 10% (Valdés, 2004). Las cabras de descarte no tienen problemas de ser comercializadas, la demanda es alta y se paga por kg. Los precios por kg fluctuaron entre US\$0,82 y \$1,27 US\$/kg de peso vivo desde 1996 a 2006 (tasa de cambio de 1 US\$ variando en su equivalencia desde 7,8 Pesos MXN en 1996 a 11,0 Pesos MXN en 2006).

Los precios de los productos mencionados se han mantenido vigentes en el área de Matehuala hasta principios del año 2011, lo cual ha sido positivo para los productores y más aún para quienes pudieron incrementar su productividad como resultado de los aportes del proyecto ICARDA-SEDARH-UASLP-INIFAP (Victor Sánchez, SEDARH, San Luis Potosí, comunicación personal), aunque estos cambios tecnológicos todavía no se han masificado beneficiando a todo el universo de pequeños productores de la región.

### ***Pánuco, Zacatecas***

La comunidad Casa de Cerros, Pánuco, Zacatecas se sitúa a 22° 53` latitud norte y 102° 31` longitud oeste, con una altitud de 2.285 msnm; su clima es subtropical árido templado, con una precipitación media anual de 400 mm. Su mercado directo es la ciudad de Zacatecas, a 17 km a través de una vía asfaltada. Los terrenos de la comunidad pertenecen al ejido Pánuco, el cual tiene una superficie de 4.914 ha de las cuales 2.470 son usadas como agostadero comunal y 2.444, son usadas con fines agrícolas (Echavarría *et al.*, 2004). El sistema de cría imperante es extensivo y representativo de los sistemas caprinos orientados a producir carne para *birria*. En los últimos años se ha acrecentado el interés en incursionar en la producción de leche.

### ***Carne para birria***

El sistema de producción de carne desarrolla en zonas con condiciones menos limitadas para la producción de forrajeras nativas que representan el alimento principal (en áreas con una precipitación cercana a 400 mm de lluvia), y con mejor disponibilidad de residuos de cosecha de la agricultura de temporal (p.ej. paja de frijol y rastrojo

de maíz). En esta zona no existe o es incipiente la demanda de carne de cabrito, pero sí de animal adulto para elaborar la *birria*. Los sistemas se orientan a producir animales adultos con mejor rendimiento en canal y su comercialización se efectúa después de los seis meses de edad. La actividad caprina se desarrolla en general en condiciones marginales por familias que han diversificado sus actividades agrícolas con la producción de cabra. El cambio tecnológico en estos sistemas está condicionado por una capacidad de inversión limitada.

### **Leche**

La producción láctea constituye una oportunidad de diversificación hacia un sistema semiintensivo más rentable. Sin embargo, la leche no es parte de los propósitos del sistema y se obtiene de manera estacional. En un foro de detección de demandas realizado en la comunidad de Casa de Cerros, se detectaron problemas asociados con la ordeña de cabras, la cual no es una práctica común por varias razones, entre las que se destacan la formación de grietas pequeñas en la ubre (por el ordeño, arbustos espinosos, etc.) y dolor de manos, espalda y rodilla del ordeñador por la incomodidad del ordeño asociada con la falta de experiencia en esta operación. La elaboración y venta de quesos en Casa de Cerros es limitada a la cuajada (leche cuajada y luego secada en una tela), y el queso tipo ranchero (cuajada molida); además, sigue procesos no higiénicos, con ausencia de pasteurización, produciendo productos con riesgo de transmisión de enfermedades zoonóticas. Los productores también mencionan que los precios de compra de los quesos son bajos, que no se cuenta con un mercado seguro para el producto y que confrontan problemas en su conservación por falta de refrigeración. Un estudio reciente sobre el mercado potencial para productos lácteos (Sánchez, 2009), concluyó que el mercado de la carne y leche de cabra es reducido en el estado de Zacatecas y que para lograr ampliar los accesos a comercialización se deben buscar otras ventanas de oportunidad alrededor del estado como por ejemplo en las ciudades de Saltillo, Monterrey, San Luis Potosí, Guadalajara, o del centro del país (Estado de México y Distrito Federal), además de campañas promocionales para fomentar el consumo de este producto, en tanto se observe el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas de calidad.

## **El Mercado en la Óptica de los Productores (San José de la Peña)**

### **Queso**

La leche se comercializa transformada en queso y cada productor tiene su propia estrategia de venta. En general, la venta es al detalle en comunidades aledañas, con buenos

precios de venta y bajos costos de producción. Según los productores las dificultades de venta se presentan en la época de abundancia de producto, de julio a septiembre, debido a la saturación del producto en los mercados vecinos. Los productores que venden en la ciudad (Matehuala) lo hacen al detalle y a precio constante en el año. Esto ayuda en épocas de abundancia, aunque con costos de comercialización más elevados. De acuerdo con la información proporcionada por los productores, la contribución de la venta de quesos a sus ingresos totales es sustancial y varía entre 45% y 73%. Este porcentaje depende del manejo y de la condición de sequía en un año, disminuyendo en años secos. La situación de comercialización en la comunidad no es representativa del altiplano potosino donde la mayoría de los productores recurren a intermediarios que pagan precios bajos. El precio y margen de utilidades es variable entre productores y en años con déficit de lluvia. La Tabla 3 contiene los datos obtenidos en un año con precipitación superior al promedio de 400 mm (2004) y en un año de sequía (2005). El cálculo de las utilidades excluye el costo del trabajo familiar. El productor 7 fue el único que vendió a intermediarios en la mayoría de las ocasiones, lo cual determina un menor margen de utilidades. El efecto de años con déficit de lluvia fue marcado, puesto que en estas condiciones, en promedio, el margen de utilidad declinó en 35% sin que se lleguen a provechar los altos precios que alcanza el producto por su escasez (Tabla 3).

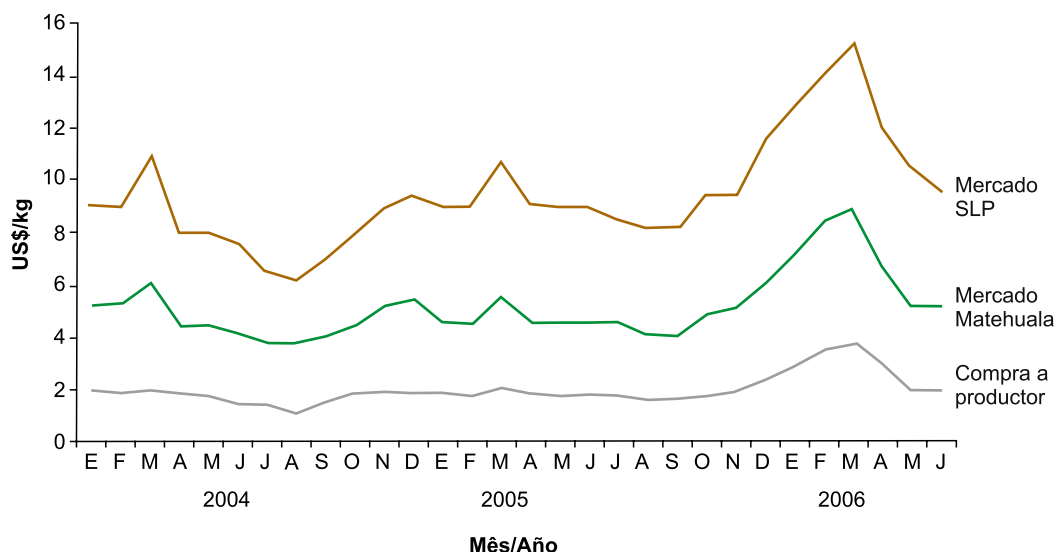
**Tabla 3. Precio de venta promedio y margen de utilidad por kilo de queso en un año lluvioso y un año de sequía en el caso de 10 productores de San José de la Peña.**

Productor	2004 (560 mm de lluvia)		2005 (160 mm de lluvia)	
	Precio <sup>(1)</sup> venta promedio dólar/kg	Margen de utilidades dólar/kg	Precio <sup>(2)</sup> venta promedio dólar/kg	Margen de utilidades dólar/kg
1	2,8	2,2	3,3	0,8
2	3,3	2,9	3,3	2,3
3	2,9	2,6	3,3	-0,3
4	2,8	2,6	3,3	1,4
5	2,9	2,3	3,2	2,6
6	2,8	1,8	3,0	0,5
7	2,3	0,0	2,4	0,6
8	3,3	2,9	3,3	2,2
9	3,0	2,7	3,3	2,0
10	3,3	2,6	3,3	2,6
Promedio	2,9	2,3	3,2	1,5

Fuente: Información coleccionada por los autores.

Notas: <sup>(1)</sup> Tasa de cambio 1 US\$ = 11,2 Pesos MXN; <sup>(2)</sup> Tasa de cambio 1 US\$ = 10,7 Pesos MXN

La Figura 5 muestra las tendencias en los precios de queso en el mercado de Matehuala y en el mercado República de la ciudad de San Luis Potosí, principales puntos de venta del producto. También muestra el precio que paga el intermediario al productor, cuyo margen bruto de utilidades de enero del 2004 a junio del 2006 fue de aproximadamente \$1,36 dólares/kg de queso.



**Figura 5. Precio mensual del queso en mercado y precio de compra al productor en San José de la Peña (enero 2004 a junio 2006).**

*Fuente:* Información coleccionada por los autores.

*Notas:* SLP = San José de la Peña; Tasa de câmbio de 1 US\$ variando en su equivalencia desde 11,2 Pesos MXN en 2004 a 11,0 Pesos MXN en 2006.

En colaboración con ICARDA, se desarrollaron talleres con los productores para discutir metodologías mejoradas para la producción de queso. Estos eventos promovieron el interés en mejorar las técnicas de producción, determinando que algunos productores incorporen la pasteurización como un proceso básico en la elaboración del queso, el uso de cuajo estandarizado, y observen con más atención la prolijidad y limpieza.

Los productores de queso de la comunidad demostraron marcado interés en la posibilidad de asociarse para producir y comercializar un producto que cumpla con las normas mexicanas. Esto permitiría una mejor valoración de su producto en nuevos mercados, ahorro en fuerza de trabajo que es escasa y la disminución de costos al lograr economías de escala y reducir el trabajo. La asociación también facilitaría el acceso al apoyo del Gobierno para el establecimiento de una unidad artesanal de procesamiento y mejorar sus tierras de cultivo, p. ej. para aprovechar/cosechar el agua

de escorrentías y de ese modo asegurar una mejor producción de forraje. Sin embargo de estas presunciones obvias, la organización de productores no es una tarea fácil y requiere de experiencia que generalmente no se encuentra en un componente de investigación.

En un contexto más regional, existen esfuerzos de organización de productores promovidos por la Fundación Mexicana para el Desarrollo Rural (FMDR) que incluye a varias cooperativas de productores caprinos en una Federación de Criadores de Caprinos del Altiplano Mexicano (FCAM), con 320 miembros. Esta federación desarrolla un plan hacia la consolidación de una reactivación económica de la zona, ha impartido cursos de fortalecimiento a sus miembros e introdujo algunos tanques fríos para el acopio de leche, de manera que este producto sea almacenado para luego transportarse en volúmenes adecuados a un centro de procesamiento. Lamentablemente, la industria no se integró de la manera esperada y dejó de comprar la leche producida y almacenada en las plantas de acopio. Al presente (2011) el Gobierno de San Luis Potosí está impulsando la producción de queso que tiene una mejor comercialización (Victor Sánchez, SEDARH, San Luis Potosí, comunicación personal). No obstante de ello, muchos productores dudan que el precio de compra de la leche sea beneficioso además del manejo ejecutivo de la federación por lo que prefieren vender directamente sus quesos capitalizando los márgenes de utilidad, o venderlos a intermediarios, con los cuales están más familiarizados. Esta situación refleja una falta de confianza en instituciones, como consecuencia de experiencias pasadas que no fueron necesariamente exitosas.

De cualquier modo es necesario e importante asegurar que la colecta, y el almacenamiento y procesamiento de la leche sigan normas higiénicas para evitar riesgos a la salud humana y garantizar la venta de un producto con todos sus valores adquiridos. Lo contrario tendrá repercusiones serias en la comercialización de los productos.

## Carne

Los productores venden cabrito y cabra de desecho a intermediarios que compran en la misma comunidad en las épocas de disponibilidad de estos productos. Los productores no tienen otra alternativa que seguir los procedimientos de venta de la cadena de comercialización establecida por la intermediación que se describe en detalle en la Tabla 4, a riesgo de ser castigados por el sistema que ofertará precios menores a los transgresores y/o confrontar costos adicionales de transporte de producto.

En el caso del cabrito, los productores no clasifican su producción, ni imponen condiciones a los compradores, estos compran por lote y por lo general estimando el peso “a ojo”. La naturaleza perecedera del producto (que debe venderse a cierta edad), la falta de otras opciones de venta, y las necesidades económicas del productor,



**Tabla 4. Niveles de intermediación en la comercialización de cabrito con un caso típico de la utilidad bruta por nivel.**

Nivel de intermediación	Valores de transacción por cabrito en US\$			Comentarios
	Precio de Compra	Precio de venta	Utilidad Bruta	
Productor		22,7		Vende en su localidad
1. Acopiador o cabritero	22,7	25,4	2,7	Vive en la localidad y visita las comunidades (diaria o semanalmente) en busca de cabrito. Realiza la primera clasificación y fija precio. En ocasiones paga por adelantado para mejorar el precio. Vende principalmente al introductor
2. Introductor, receptor o corredor	25,4	29,5	4,1	Compra al acopiador y ocasionalmente al productor. Entrega a mayoristas de origen, con quien tiene convenios de participación. En menor proporción vende a tablajeros, carnicerías o consumidores de la localidad
3. Mayorista de origen	29,5	33,6	4,1	Compra al acopiador y al introductor. Transporta el producto a centros de distribución y consumo. Entrega en pie o en canal, por peso, al mayorista de destino con convenio de participación
4. Mayorista de destino o receptor de plaza	33,6	41,0	7,4	Se ubica en centros de distribución, donde los cabritos se sacrifican y comercializan en canal o en partes y por kilo. Entrega a distribuidores de plaza o a detallistas importantes con quienes tienen convenio (carnicerías y restaurantes)
5. Detallista importante o distribuidor local	41,0	42,0	1,0	Domina 85% del mercado. Selecciona y vende en canal a restaurantes, y también a carnicerías, tiendas de autoservicio, cadenas comerciales o expendios especializados en cabritos
6. Restaurant	42,0	vnc	vnc	Preparan y venden en platillos. Son los principales clientes finales

Fuentes: FMDR (2003); Castro *et al.* (1999).

Notas: vnc: valores que no son comparables con los anteriores por incluir, entre otros, los valores de preparación del producto, valor agregado, salarios, propaganda y renta; Tasa de cambio 1 US\$ = 10,7 Pesos MXN.

confieren un alto poder de negociación a los intermediarios los cuales llegan a pagar precios bajos. Aún así, los precios del cabrito fluctúan con la oferta y la demanda.

La mayor demanda es por cabritos de primera, sin embargo el productor también desea vender tamaños menores (comerciales). Esta situación afecta la negociación en beneficio del intermediario que reduce el precio del lote de venta. El porcentaje de cabritos de cada calidad y las características de las diferentes clases ofertadas en la región del altiplano potosino y en la porción del altiplano del sudeste del estado de Coahuila fueron incluidos en la Tabla 2.

De manera similar a lo observado en el queso, el margen de utilidad en la venta de cabritos y cabras de desecho fue muy variable y reflejó el efecto de años con escasez de lluvia, en los cuales el margen promedio obtenido por el productor declinó en 27% y 10%, respectivamente (Tabla 5). Estas circunstancias pueden ser mitigadas por un mejor manejo, aunque los productores perciben que los intermediarios no valorizarían esa mejora. Otra alternativa sería vender directamente a compradores más al norte del país evitando alguna etapa odiosa en la intermediación y también programar las pariciones para lograr que los nacimientos sean de algún modo sincronizados y en épocas

**Tabla 5. Margen de utilidad obtenido por el productor por kilo cabrito y cabra de desecho en un año lluvioso y un año de sequía en el caso de 10 productores de San José de la Peña.**

Productor	Margen en US\$ por kg			
	2004 (560 mm de lluvia)		2005 (160 mm de lluvia)	
	Cabrito	Cabra de desecho	Cabrito	Cabra de desecho
1	18,5	29,6	8,9	NV
2	19,9	NV	18,5	30,4
3	21,0	33,6	0,6	NV
4	21,4	34,3	12,9	21,2
5	18,5	29,6	21,2	34,8
6	16,6	26,5	6,9	11,4
7	0,2	0,4	9,9	16,3
8	22,6	36,1	20,6	33,8
9	20,6	33,0	17,0	27,9
10	18,3	29,2	20,2	33,2
Promedio	17,7	27,9	12,0	21,5

*Fuente:* Información coleccionada por los autores.

*Notas:* Tasas de cambio de 1 US\$ equivalente a 11,2 pesos MXN en 2004 y 10,7 Pesos MXN en 2005; NV = No se produjo venta.

adecuadas, para contar con lotes atractivos para la venta a intermediarios no locales. Diferentes esfuerzos gubernamentales intentaron sin éxito promover una nueva línea de intermediarios para hacer competencia a la actual. La FCAM ha prometido mejorar los precios de compra de sus agremiados pero aún no ha logrado éxito. Los productores expresan que desearían que la FCAM funcionara puesto que hasta el momento no han visto resultados, aunque temen por malos manejos en relación con su administración.

La cabra de desecho se vende por peso a los intermediarios especializados en este producto. Puesto que el ganado mayor como el de desecho representa para los productores una forma de ahorro, este puede venderse en cualquier momento de necesidad, sin embargo las épocas de descarte de ganado improductivo se acentúan en la época de destete y al final de la temporada de lluvias (López, 1983).

## **El mercado en la Óptica de los Intermediarios (San José de la Peña)**

### **Queso**

Los intermediarios del queso no expresan ninguna demanda en cuanto a la calidad del producto aunque castigan con bajos precios al productor en los casos de mala calidad. Este eslabón de la cadena surgió por la necesidad de los productores de comercializar sus productos sin cumplimiento de las normas vigentes, una situación que es explotada por el intermediario en beneficio propio.

Los intermediarios perciben que la producción en la última década ha disminuido debido a las sequías y la contracción de los hatos caprinos en la región. Aunque ellos esperan que la producción aumente no denotan interés por una normalización del producto lo cual abriría oportunidades comerciales alternas que obviamente afectarían a sus beneficios.

Aunque los intermediarios del norte de San Luis Potosí y sur de Nuevo León visitan las comunidades para comprar queso y trasladarlo al mercado de Nuevo León, el volumen más importante de queso en la región se acopia en Matehuala para el mercado de la ciudad de San Luis Potosí. Los principales intermediarios en Matehuala se concentran en la terminal de transporte, donde esperan a los productores que concurren de diferentes lugares del altiplano potosino para vender su producción. Casi todos los intermediarios venden a detallistas en los mercados de San Luis Potosí, quienes compran barato y en grandes volúmenes durante el periodo de abundancia del producto, para lavar y almacenar parte de él en cuartos fríos, hasta que se presenten periodos de escasez cuando los precios son más altos. En los mercados se vende el queso más seco y oreado (queso de rancho) en diferentes formas, sin una marca de procedencia, a un precio de aproximadamente US\$ 1,1/kg y con buena demanda. En

San Luis Potosí este producto se conoce como Queso *Saltierra*. El queso de cabra en los mercados de San Luis Potosí es más caro que el de vaca y es casi insustituible para la elaboración de diversos platillos.

## Carne

Los principales compradores provienen de Matehuala, centro regional de acopio de ganado caprino de los estados de Nuevo León, Coahuila, Zacatecas y San Luis Potosí. En las transacciones de compra, los intermediarios realizan una evaluación visual de tamaño, color y dureza de la piel, peso y desarrollo del animal. Según ellos este sistema de elección permite que las canales obtenidas concurren con la clasificación esperada en el caso del cabrito (Tabla 2) en 85% de los casos. Este grupo de intermediarios espera que los productores oferten un alto porcentaje de cabrito de primera, puesto que los restaurantes y supermercados demandan que 60% y 80% de los cabritos a ser adquiridos, respectivamente, sean de esa calidad. Monterrey, el principal mercado de cabrito ha mostrado una tendencia al desabasto y ha empezado a pagar más por este producto en las comunidades. En consecuencia, la intermediación espera que se fomente la producción caprina para ofrecer una producción incrementada y una calidad mejorada.

Para lograr un desarrollo económico de este sector es imprescindible la intervención del Estado y organizaciones pertinentes que faciliten la comercialización de productos de manera que exista equidad en los beneficios que percibe cada nivel de intermediación o que se eliminen algunas etapas de la intermediación. La organización de productores ha sido reconocida como base fundamental para mejorar la comercialización de los criadores de caprinos por diversos investigadores (Hoyos y Salinas, 1994; Herrerías, 2003; Valdés, 2004), sin embargo los esfuerzos en esa dirección no han sido exitosos debido a la solida integración de la cadena actual de intermediación. Es obvia la necesidad de esfuerzos que apoyen este sector con políticas y acciones adecuadas de largo plazo, incluyendo la transferencia de tecnología.

## Problemas Tecnológicos y de Organización que Requieren ser Considerados

### Productos lácteos

La aplicación de normas en el procesamiento de la producción es un tema importante, por sus repercusiones en la salud pública que desencadenan un control estatal más estricto, y por la creciente demanda por calidad por parte de los consumidores. Para lograr la integración de la producción al mercado, el proceso de producción debe ajustarse a lo establecido en el Manual de Buenas Prácticas en la Producción de Leche Caprina que emitió el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria

(SENASICA) de la SAGARPA (Figuroa *et al.*, 2006). El manual cubre aspectos de manejo productivo, sanitario y nutricional del ganado caprino, así como del manejo de la leche, desde la ordeña hasta la transformación, incluyendo las tecnologías necesarias para asegurar un producto de calidad y con cumplimiento de las normas vigentes

En la producción de quesos se debe ajustar el proceso de producción a la Norma Oficial Mexicana NOM-121-SSA-1994 para quesos frescos, madurados y procesados. De acuerdo con lo establecido por esta norma, la leche de cabra o de otras especies animales o sus mezclas debe estar libre de toda sustancia ajena a su composición y ser pasteurizada. En caso de exportación a Estados Unidos la calidad requerida del queso estará sujeta a las normas de la Administración para los Alimentos y Medicamentos (*Food and Drug Administration*) y del Departamento de Agricultura.

Puede afirmarse que la aplicación de tecnologías y medidas que mejoren la productividad del queso de cabra en el país ha sido insuficiente. En un trabajo realizado por ICARDA (2009) se destacó que la elaboración de queso de cabra, además de observar la falta de una pasteurización, que puede afectar tanto la salud humana como la comercialización de este producto en perjuicio del pequeño productor, acusa serias limitaciones tecnológicas. Estos temas requieren de intervenciones tecnológicas adecuadas apoyadas por los organismos de investigación.

## Carnes

El principal problema en la comercialización de la carne es la elevada proporción de cabrito de clases comerciales con tamaños inadecuados cuya demanda es diferente de la del cabrito de primera y ocasiona que los precios de esta clase sean castigados. Una estrategia atractiva es ampliar las posibilidades de venta incorporando estas clases comerciales en el creciente mercado de las comidas preparadas. A ello puede contribuir la recopilación de recetas de cocina y el desarrollo de nuevas maneras de cocinar el cabrito. Dos oportunidades tecnológicas con buenas posibilidades son el desarrollo de cabrito preparado y listo para microondas y el cabrito preparado enlatado. La integración vertical abriría diferentes oportunidades comerciales: cabrito comercial o de primera en piezas, empacado al vacío, marinado o preparado en cadenas de supermercados o incluso para exportación; el aprovechamiento de subproductos como vísceras, sangre, gargantilla, cuajo y piel; y el almacenaje y venta a un precio más alto cuando hay escasez.

Una acción con potencial de gran impacto económico, es el establecimiento de un rastro o matadero TIF (Tipo Inspección Federal) en Matehuala. En México los rastros TIF tienen un control de higiene más estricto y son los únicos rastros autorizados para la exportación y otras formas modernas de comercializar. Al comprar a productores y vender a compradores finales se eliminan canales de intermediación, usualmente injustos, y se logran mejores beneficios para el productor (Victor Sánchez, SEDARH,

San Luis Potosí, comunicación personal). En un estudio conducido en 2004, la Fundación Mexicana para el Desarrollo Rural calculó que un rastro ubicado en zonas de producción lograría un retorno adicional de US\$ 8,4 por cabrito. Hasta principios del año 2011 el rastro TIF no pudo concretarse por su costo elevado. De cualquier manera, el rastro necesitará de un estudio minucioso de mercado puesto que en la actualidad, aunque con sus deficiencias y remuneraciones a veces injustas, la cadena de comercialización está muy bien integrada y la experiencia ha demostrado que otros esfuerzos anteriores no han sido exitosos.

También está en discusión la venta o procesamiento de pieles. Las pieles se distribuyen saladas y se curten en Monterrey, donde se cuenta con la Tenería (curtiembre) Cuauhtémoc, S.A. de C.V. especializada en piel de cabrito, cabra y becerro. Esta empresa en 2003 pagaba US\$0,45 dólares por la piel de menor calidad de cabrito salada y la vendía ya tratada a US\$2,27 dólares con buen mercado y posibilidades de exportación (FMDR, 2003). Un producto de alto valor agregado es la gargantilla, un cuero hecho con segmentos de piel de la garganta de cabritos, unidos en una sola pieza que se exporta a un valor de US\$100/pieza. Sin embargo, el desarrollo de curtiembres confronta el problema de alto uso de agua y contaminación, puesto que una curtiembre utiliza cromo en el proceso de curtido y consume de 30 a 60 litros de agua/kg de piel. A menos que se desarrolle tecnología no contaminante y eficiente en el uso de agua, el establecimiento de una curtiembre será siempre limitado por estos factores. Es importante notar que los beneficios que puede aportar el cuero al productor son muy reducidos por las pequeñas unidades que son disponibles para la venta por predio. Este beneficio sin embargo puede fortalecer las acciones colectivas o asociadas para la comercialización de productos derivados de la producción de caprinos.

## **Organización de productores para producción y comercialización**

El tema de la organización de los productores es sin lugar a dudas un punto de entrada para lograr su integración a los mercados. En este contexto el concepto de la organización en cooperativas es sin lugar a dudas atractivo. Sin embargo, la organización de productores no ocurre automáticamente. En la comunidad de San José de la Peña se buscaba agrupar a todos los productores con la idea de producir y comercializar queso pero sólo se consiguió agrupar a tres productores. La experiencia en la región y el resto del mundo es vasta en casos donde las agrupaciones no han sido posibles, pero también existen casos en que éstas se concretaron con éxito.

En el altiplano potosino, incluyendo partes de Zacatecas y Nuevo León existe un ejemplo de esfuerzo organizativo dado por la FMDR, el cual logró integrar 16 cooperativas de la zona. Mediante estos grupos se ha facilitado la asistencia técnica para un mejor manejo reproductivo, sanitario y de alimentación, y también se logró la compra de insumos y de equipos a mejor precio (FMDR, 2004). La meta final de la fundación fue potenciar la comercialización de los productos caprinos mediante la

unión de las cooperativas en la FCAM (Victor Sánchez, SEDARH, San Luis Potosí, comunicación personal). Sin embargo de que se ejecutaron algunos proyectos que han beneficiado a los productores, hasta 2011 las metas planteadas aún no fueron logradas. Los esfuerzos infructuosos realizados han generado escepticismo y desilusión por lo que es necesario avanzar con cuidado.

Además de la experiencia de la FMDR, en México existen algunos modelos de organización para el desarrollo rural específicos para productores caprinos, p. ej. la Unión de Caprinocultores de la Laguna, en el estado de Coahuila, que se integró con la empresa Coronado S.A. de manera que los productores son proveedores de insumos para una empresa en la cual tienen acciones, la cual es manejada por expertos en administración.

### ***Un ejemplo de un sistema microempresarial: el taller de producción de quesos en Pánuco, Zacatecas***

Un esfuerzo de organización de productores se llevó a cabo en la comunidad de Casa de Cerros. En un estudio previo en esta región, se detectó una notable necesidad de contar con fuentes adicionales de ingreso para mejorar los medios de vida de la familia y la baja participación de la mujer en labores productivas en la comunidad. Se sugirió la exploración de actividades paralelas a la actividad productiva primaria, en lo posible buscando la adición de valor, como fuente adicional de ingreso. Dada la existencia de un potencial para la producción de leche de cabra, se discutió entonces la posibilidad de establecer una microempresa-taller de producción de queso de cabra que incorpore el trabajo de la mujer.

Luego de un proceso de acción colectiva y participativa, como una actividad del proyecto ICARDA- INIFAP, se estableció una pequeña microempresa familiar en la que participaron 14 mujeres de la comunidad de Casa de Cerros. Se determinó la infraestructura mínima tomando en cuenta equipo e instalaciones necesarias, de acuerdo con la disponibilidad estimada de leche en la zona. Las mujeres fueron capacitadas en la elaboración higiénica de diferentes quesos: Chihuahua, Francés (con seis variantes), Ranchero, Cuajada y el queso panela. La operación de la microempresa empezó generando ganancias de 457 pesos MXN por día (tasa de cambio de 1 US\$ = 13,0 Pesos MXN en 2008), que representa un ingreso diario de aproximadamente 9 salarios mínimos. Puesto que cada día sólo se emplearían tres personas y asumiendo que cada persona recibiría un salario mínimo por día trabajado, se estimó una ganancia neta de 6 salarios mínimos/día. El tipo de queso que resultó más productivo fue el francés, el cual produjo una relación beneficio-costos de 2,78. En comparación con los tipos de queso tradicionales que se producen en las comunidades rurales, los quesos ranchero y cuajada produjeron una relación beneficio-costos de 1,4 y 1,42, respectivamente, inferior a la ganancia obtenida con el tipo francés. En cuanto a valor agregado, para los quesos tradicionales, ranchero y cuajada, sólo se obtuvo un promedio de 2 pesos

MXN adicionales por litro de leche, en cambio con los tipos de queso francés, es posible obtener hasta 9,81 pesos MXN adicionales/L de leche. Una proyección de la producción actual de leche de cabra en la comunidad de Casa de Cerros, indica que habría producto lácteo suficiente para producir queso por 138 días.

La microempresa de Pánuco se encuentra en actual operación aunque adolece de aspectos de producción y comercialización que pueden ser ajustados con base en la demanda existente.

El modelo de fortalecimiento de adopción de tecnología a través de microempresas familiares es adaptable a cualquier producto endógeno de las comunidades. Dos microempresas familiares de producción de queso de vaca han sido establecidas siguiendo este mismo modelo en el estado de Zacatecas (Ruiz, 2010).

## Conclusión

México cuenta con una gran demanda por productos de rumiantes menores, la mayoría de los cuales son producidos por productores de escasos recursos y en escalas pequeñas. Los sistemas de producción son tradicionales, no están sincronizados con el mercado y no perciben los beneficios ofrecidos por la gran demanda existente. La demanda de caprinos incluye un mercado sofisticado en relación con el consumo de cabrito el cual genera precios atractivos. El mercado de carne de caprino adulto, en general de desecho, así como el de ovinos, es también favorecido por una gran demanda cuya satisfacción en el caso de ovinos debe recurrir a importaciones de otros países. La producción de leche caprina en algunas áreas del país como en la Comarca Lagunera, donde es posible producirla, ha logrado un cierto nivel de integración con la industria que compra leche fresca, en gran parte para elaborar dulce de leche. Esta producción ofrece a los productores la posibilidad de contar con un flujo sostenido de ingresos durante un número importante de meses en el año. Finalmente, la producción de queso de cabra tiene una demanda insatisfecha. Todos los sistemas confrontan problemas tecnológicos impuestos por las dificultades de producir en condiciones de escasez de agua agravadas por el uso indiscriminado de los recursos naturales. Los rendimientos por animal y rebaño son bajos y los productos como el queso son elaborados en condiciones no higiénicas. Con excepción de casos en los que los productores logran comercializar sus productos con ventaja (p. ej. los productores de queso de cabra de San José de la Peña), la mayoría de los productos son comercializados con desventaja para el productor, quien, además de no contar con una integración deseable con el mercado, es objeto de la manipulación injusta por parte de la cadena de intermediación que retiene los márgenes más altos. La intermediación no paga por productos diferenciados ni estimula la producción con calidad. Estas circunstancias incluyen un contexto de necesidades que deben ser encaradas con urgencia por el Estado mexicano, a través de una legislación y regulación adecuadas, promoviendo: una comercialización que



beneficie al pequeño productor; el continuo apoyo de los organismos de investigación y desarrollo; y la oportuna intervención de la iniciativa privada. El cambio tecnológico resulta ser un paso fundamental para el desarrollo del sector productivo y la demanda existente lo justifica. Otro matiz también importante es la acción colectiva a través de organizaciones de productores, que en general están desvirtuadas por la mala administración. Con frecuencia se estigmatiza la intermediación analizando sólo sus ángulos malos. Debe considerarse que muchas veces la intermediación hace posible que los productores puedan llegar a los mercados aun en condiciones que no son enteramente favorables, cubriendo las grandes deficiencias y vacíos causados por una inadecuada e insuficiente atención al sector productivo por parte del Estado, los gobiernos locales, la investigación y el desarrollo.

## Literatura Citada

- Castro, J., G. Sánchez, L. Irueta y L. Avalos. 1999. Oportunidades de desarrollo en la industria de la leche y carne de cabra en México. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). Boletín Informativo. Núm. 313. Vol. XXXII. México. 96 pp.
- Cruz, C.E. 1992. Los agostaderos comunales de Tiltepec un caso típico del deterioro ambiental de la Mixteca Alta Oaxaqueña. Tesis de maestría. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México. 213 pp.
- Echavarría Ch., F.G., G. Medina, R. Gutiérrez L. y A. Serna P. 2004. Identificación de áreas susceptibles de reconversión de suelos agrícolas hacia agostadero y su conservación en el Ejido Pánuco, Zacatecas, México. *Técnica Pecuaria en México* 42(1): 39-53.
- Escareño, L. 2010. Design and Implementation of a community-based goat breeding program for smallholders in the North of Mexico. PhD thesis. University of Natural Resources and Applied Life Sciences. Vienna, Austria.
- FAOSTAT. 2011. <http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569#ancor> (Consulta: 5.5.2011).
- Figueroa, C., F. Meda y H. Janacua. 2006. Manual de Buenas Prácticas en Producción de Leche Caprina. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México D.F. 69 pp. [http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manuales%20de%20Buenas%20Prcticas/Attachments/3/manual\\_cabra.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manuales%20de%20Buenas%20Prcticas/Attachments/3/manual_cabra.pdf). (Consulta: 5.5.2011).
- Fundación Mexicana para el Desarrollo Rural (FMDR). 2003. Análisis de la cadena comercial de cabrito en México. Documento de trabajo. San Luis Potosí, México. 57 pp.
- Fundación Mexicana para el Desarrollo Rural (FMDR). 2004. Anteproyecto: Compra, sacrificio, congelado y venta de cabrito. Abastecedora Matehuala S.A., Documento de trabajo. San Luis Potosí, México. 43 pp.
- Gaitán, J. 2003. Programa Estratégico de Necesidades de Investigación y Transferencia de Tecnología del Estado de Nuevo León. Etapa V: Síntesis de oportunidades estratégicas de investigación y transferencia de tecnología. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). Monterrey, Nuevo León, México. 11 pp.
- Gómez, W. 2007. La Caprinocultura como elemento articulador del desarrollo rural del altiplano potosino, Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México. 173 pp.
- González, A. 1977. El Ganado caprino en México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables A.C. México D.F. 177 pp.
- Hernández, Z.J.S. 2000. La caprinocultura en el marco de la ganadería poblana (México): contribución de la especie caprina y sistemas de producción. *Archivos de Zootecnia* 49: 341-352.

- Herrerías, E. 2003. Administración de la cadena de suministros en el ambiente agropyme de ganado caprino del estado de Nuevo León. Tesis de Maestría en Sistemas de Manufactura. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). Monterrey Nuevo León, México. 188 pp.
- Hoyos, G. y H. Salinas. 1994. Comercialización de leche y carne de caprinos en la Comarca Lagunera, México. *Turrialba* 44(2): 122-128.
- ICARDA. 2009. Strengthening Institutional Capacity to Improve Marketing of Small Ruminant Products and Income Generation in Dry Areas of Latin America. Final Project Report 2003-2008. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Syria. 101 pp.
- Impastato, M. 2003. Aceptación y tolerancia a la leche de cabra en niños preescolares. *Revista La Cabra*, No. 4, Febrero 2003. Quets Publicaciones. Gerona, España. pp. 28-30.
- López, Q. 1983. Estudio de cinco explotaciones caprinas en agostaderos del Altiplano Potosino. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Chapingo. 130 pp.
- Reunión FODA Cabrito. 2005. Reunión de análisis de Fuerzas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas del Mercado de Carnes Caprinas. Participación de productores, intermediarios, restauranteros, Gobierno estatal y la academia. Resumen. Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), Instituto de Investigación de las Zonas Desérticas (IIZD), 25 Mayo de 2005, Matehuala, San Luis Potosí.
- Ruiz R., J.I. 2010. Elaboración y caracterización de tipos de queso de cabra para proporcionar valor agregado a la producción de leche en el municipio de Pánuco, Zacatecas. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Zacatecas. Maestría en Producción Animal en Zonas Áridas. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 75 pp.
- Sánchez T., B.I. 2009. Análisis del mercado de queso y carne de cabra en el estado de Zacatecas. En: Memoria del III Congreso Internacional sobre Perspectivas del Desarrollo Rural Regional. 23-25 sept. 2009, Oaxaca, Universidad Autónoma de Chapingo. 1-23 pp.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2005. Es México primer productor en caprinocultura de América Latina con nueve millones 500 mil cabezas. Coordinación General de Comunicación Social. Num. 097/05. 31 de marzo de 2005. México, D.F.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2011. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Estadisticas/Lists/Estadsticas/Attachments/2/Estimaci%C3%B3n%20del%20Consumo%20Nacional%20Aparente%201990-2005%20Carne%20de%20ovino.pdf>. (Consulta: 5.5.2011).
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SIAP-SAGARPA). 2006. Centro de estadística agropecuaria. Sistema de información agropecuaria de consulta 1980-2004. (SIACON). Versión 1.1. México, DF.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SIAP-SAGARPA). 2011. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=23&Itemid=3](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=3) (Consulta: 5.5.2011).
- Valdés, R. 2004 Mercado y comercialización de productos caprinos en la región sureste de Coahuila, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN)- Fondo de Fomento Agropecuario del estado de Coahuila (FOFAEC), Saltillo, Coahuila, México. 69 pp.



# Capítulo 8

## Producción y Comercialización de Productos Caprinos en los Estados Lara y Falcón, Venezuela

- <sup>1</sup>Ramón D' Aubeterre, <sup>2</sup>Rafael Rangel, <sup>3</sup>Luis Iñiguez Rojas,  
<sup>4</sup>Roberto Tellería, <sup>2</sup>Darío Escobar, <sup>5</sup>Muhi El-Dine Hilali y <sup>6</sup>María Rosa Lanari
- <sup>1</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA)*  
<sup>2</sup>*Proyecto de Desarrollo Sostenible de las Zonas Áridas de los Estados Lara y Falcón (PROSALAFI II)*
- <sup>3</sup>*Centro Internacional de Investigación Agrícola para las Zonas Áridas (ICARDA), hasta 2008*  
<sup>4</sup>*Unidad de Postgrado, Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Financieras, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia*
- <sup>5</sup>*Centro Internacional de Investigación Agrícola para las Zonas Áridas (ICARDA), Amán, Jordania*  
<sup>6</sup>*Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, (INTA), Bariloche, Argentina*

### Introducción

La ganadería caprina está distribuida en todo el territorio venezolano, pero con mayor concentración en las regiones centrooccidental y nororiental del país. La poblaciones más numerosas se encuentran en las zonas semiáridas de los estados Falcón y Lara con un total de 504.000 y 409.938 cabezas, respectivamente, representando en conjunto 86,5% del rebaño caprino nacional (1.057.056 millones de cabezas) (MPPAT, 2009). En ambos estados la producción caprina tiene una importancia incuestionable en particular para sistemas de producción de pequeños productores pobres quienes explotan la cabra en condiciones extensivas haciendo uso de la vegetación nativa, con bajos insumos y una productividad pobre. La carne de caprinos adultos tiene alta demanda en los mercados locales de estos estados y los centros de alta migración de gente de las zonas semiáridas. Existe también un consumo tradicional de queso de cabra y una demanda acrecentada por este producto: se ha estimado que la producción anual de leche y queso de cabra en Venezuela promedia 844.000 L y 120.571 kg, respectivamente (Armas *et al.*, 2010).

Como parte de las actividades diseñadas en conjunto por ICARDA, el Proyecto de Desarrollo Sostenible de las Zonas Áridas de los estados Lara y Falcón (PROSALAFI II) y el INIA de Venezuela, en Julio de 2006 se realizó un estudio de caracterización de los sistemas de producción y comercialización de productos caprinos en zonas específicas de los estados Lara y Falcón donde PROSALAFI II despliega actividades de asistencia técnica. El principal objetivo de este estudio fue identificar problemas y oportunidades para lograr una asistencia técnica más eficiente en la mejora de la producción, transformación y comercialización de productos y subproductos caprinos.

En este capítulo se resumen los resultados más salientes del estudio, se aborda la problemática del sistema de producción en la visión del productor, la estructura de los rebaños, las principales enfermedades animales, y la producción lechera y de quesos, y los aspectos de mercado y comercialización.

## Área y Detalles del Estudio

### Localización

Los estados Falcón, con una superficie de 24.800 km<sup>2</sup>, y Lara, con una superficie un tanto menor de 19.800 km<sup>2</sup>, ambos ubicados en el nordeste de Venezuela, incluyen grandes territorios con climas semiáridos donde desarrolla una agricultura tradicional y adaptada a esas condiciones. En 2006 la población de los estados Falcón y Lara alcanzó a 885.374 y 1.766.030 habitantes, respectivamente con un ligero incremento registrado en 2011 (960.478 y 1.909.846 habitantes, en Falcón y Lara, respectivamente; INE, 2001). El clima es tropical y seco, en Falcón la temperatura en las llanuras promedia 28,7°C y en la zona montañosa 22°C, mientras que en Lara las temperaturas fluctúan entre 19°C y 29°C con un promedio anual de 24°C.

### Tipos de biomas

La zona de estudio incluyó dos tipos de biomas: el Bosque Muy Seco Tropical y el Monte Espinoso Tropical.

#### *Bosque Muy Seco Tropical*

Ewel *et al.* (1976), describe al Bosque Muy Seco Tropical como la zona de vida más importante ya que comprende 61% de las zonas xerofíticas de Venezuela. Esta zona se distribuye desde la faja costanera hacia el interior del país, con elevaciones que van desde el nivel del mar hasta 600 msnm. Con una distribución errática, la precipitación fluctúa entre 500 y 1000 mm anuales, en algunos lugares distribuidos durante 6 a 8 meses, pudiendo también distribuirse en un intervalo tan corto como 3 meses. Las precipitaciones son de alta intensidad y corta duración ocasionando erosión de los suelos, aunque menor que en las zonas áridas donde la cobertura vegetal de los suelos es más acentuada. La temperatura varía entre 23 y 29 °C, siendo la evaporación potencial 2 a 4 veces más alta que la precipitación.

La vegetación predominante está representada por matorrales densos (Smith, 1972; Ewel *et al.*, 1976; Virgüez y Chacón, 1998a), observándose una formación boscosa con dos estratos incluyendo combinaciones de plantas espinosas y de árboles y arbustos casi siempre caducifolios (Ewel *et al.*, 1976). La presencia de suelo desnudo

es menor en el bosque seco tropical en comparación con otras zonas de vida xerofítica (zonas peráridas y zonas áridas). Como especies vegetales indicadoras se observan las siguientes: *Pereskia guamacho*, *Bulnesia arbórea*, *Tabebuia billgergii*, *Platymiscium polystachum*, *Bromedia humilis* y *Mimosa Triana*. Estas especies pueden también estar presentes en el Monte Espinoso Tropical (Smith, 1972; Virgüez y Chacón, 1997; Virgüez y Chacón, 1998a).

### **Monte Espinoso Tropical**

El Monte Espinoso Tropical ocupa 22% de las áreas xerofíticas del país, secundando en extensión al Bosque Muy Seco Tropical. La precipitación fluctúa entre 250 y 550 mm anuales, distribuidos en un periodo entre 3 y 5 meses. La temperatura media anual es de 24 °C o mayor, con pocas variaciones anuales siendo la evaporación potencial 4 a 8 veces superior a la precipitación (Ewel *et al.*, 1976).

El paisaje florístico corresponde a espinares y matorrales abiertos con especies cactáceas columnares y árboles de las familias Fabaceae, Bignoniaceae, Zygophyllaceae y otras de importancia en la producción animal. Existe una gran diversidad de especies herbáceas efímeras frecuentes durante la época de lluvia que son consumidas por el ganado caprino y ovino (Virgüez y Chacón, 1997; Virgüez y Chacón, 1998b; Virgüez, y Chacón, 1999; Virgüez y Chacón, 2002; Virgüez y Chacón, 2004.)

### **Detalles del estudio**

El estudio fue llevado a cabo en las zonas de intervención del proyecto PROSALAFI II en los estados Lara y Falcón. El estudio utilizó talleres participativos complementados por encuestas estructuradas a productores, intermediarios y consumidores. Para tal efecto, se ensambló un equipo multidisciplinario incluyendo investigadores del INIA y personal técnico de PROSALAFI II, que enfocó tres sectores de la cadena de producción y mercado: productores, intermediarios y consumidores. Los talleres participativos tuvieron como objetivo captar la problemática y las características de la producción caprina, además de diseñar una encuesta con pertinencia para cuantificar la problemática y oportunidades de los sistemas productivos y sus relaciones con el mercado. Las encuestas aleatorias fueron aplicadas a 299 productores en seis parroquias<sup>1</sup> (Altagracia, Camacaro, Independencia, Mercedes, Montes de Oca y El Pauji), 49 intermediarios y 403 consumidores. Los intermediarios y consumidores fueron encuestados en zonas urbanas circunvecinas a las zonas de acción del proyecto. Los resultados de la encuestas fueron validados en un taller participativo final.

---

<sup>1</sup> La parroquia es una división política territorial más cercana a una aldea en Venezuela.

## El Sistema de Producción Caprino y Problemática en la Visión del Productor

### Acceso a agua

En todas las parroquias los productores entrevistados consideraron que la limitante principal que afecta los sistemas productivos caprinos es la escasez de agua ( $P < 0,05$  para una prueba de homogeneidad de frecuencias entre una clase que toma en cuenta escasez de agua y las otras clases agrupando otra problemática, Tabla 1). Existió variación en respuestas entre parroquias que se incluye en el rango de respuestas en la Tabla 1, debido a que en muchas de ellas no existían reservorios de agua. La falta de alimentos para animales fue mencionada como otra importante limitante, coincidiendo con información más reciente obtenida por D'Aubeterre (2008), quien destaca que el principal problema detectado por productores caprinos de diferentes comunidades del estado Lara, es la dificultad de acceso a buenas fuentes alimenticias para sus animales.

**Tabla 1. Problemas relacionados con el sistema de producción caprina (n = 293).**

Problemática	% de casos	Rango de respuestas (%) en las parroquias
Escasez de agua	62	49-88
Falta de alimentos para los animales	12	2-23
Falta de medicinas y veterinarios	6	0-15
Asistencia técnica	5	3-12
Falta de padrotes <sup>(1)</sup>	5	0-9
Otros	10	0-16

Nota: <sup>(1)</sup>Machos reproductores.

Otras limitantes de menor incidencia incluyeron: pocos conocimientos técnicos en el manejo de rebaños y mínima demanda (compradores), falta de infraestructura adecuada para la producción caprina, falta de crédito y problemas de abigeato. Puesto que estos problemas no fueron señalados de manera substancial, se los agregó en la categoría 'otros'.

Para la mayoría de los productores (61%) la fuente principal de agua son los reservorios. Aproximadamente una mitad (43%) de estos reservorios son propiedad del productor. Otras fuentes de agua como pozos, cisternas, represas, acueductos y ríos y quebradas son poco accesibles, aunque los productores indican que en la región hay un rango diversificado de estrategias para abastecerse de agua. El proyecto PROSALAFa II, ha invertido en la dotación de reservorios en las comunidades como una estrategia de cosecha de agua. Del total de los reservorios en la zona 31% fueron construidos por



Foto: Muhi El-Dine Hlalui

### **Reservorio de agua en la zona de acción de PROSALAF II**

el proyecto PROSALAF II para la producción caprina y hortícola, con una capacidad de almacenamiento de 25.000 metros cúbicos de agua, 21% son reservorios para abbeverar animales, con una capacidad de 12.000 metros cúbicos, también construidos por el proyecto PROSALAF II.

### **Infraestructura**

La Tabla 2 muestra datos de la infraestructura para la producción caprina.

Una mitad de los productores accede a un reservorio de agua. La condición de los reservorios de agua es en muy pocos casos buena (8%) mientras que el estado regular de estos reservorios prevalece (22,7%) en la percepción de los productores. Este es un dato crítico para inversiones e intervenciones por cuanto el agua resulta ser la limitante más importante de la producción.

Casi la totalidad de los productores encuestados manifestaron tener un corral para sus rebaños, sin embargo sólo en 12% de los sistemas los corrales tienen una



**Tabla 2. Tenencia y condición de infraestructura para la producción caprina (%) (n = 299)**

Infraestructura	No poseen (%)	Poseen (%)
Corral	1,3	98,7
Reservorio de agua	57,2	42,8
Comedero	68,9	31,1
Abrevadero	84,6	15,4
Corral de ordeño	91,3	8,7
Sala de procesamiento	94,0	6,0

buena condición. Las mejores condiciones de corral se deben en gran medida a las actividades colectivas de asistencia del proyecto PROSALAFa y la Universidad Nacional Experimental Francisco Miranda (del estado Falcón).

La infraestructura para la alimentación parece también no acompañar el deseo de los productores de cambiar hacia sistemas más intensivos que requieren de una alimentación a corral adecuada. En efecto, 69% de los encuestados no dispone de comederos, mientras que aquellos que disponen de este equipo no lo tiene en buenas condiciones. Pocos productores cuentan con abrevaderos y casi ninguno con salas de ordeño y sala de procesamiento. Esto implica que los intentos de migración hacia un sistema más intensivo deberían dar atención preferencial a la infraestructura adecuada para los niveles de intensificación deseados.

Con una infraestructura limitada y disponibilidad libre de uso de la tierra para pastoreo, es obvio que sólo una pequeña proporción de productores (2%) practique un sistema en estabulación completa, mientras que la mayoría ya sea practica un sistema extensivo de pastoreo (53%) o un sistema semiestabulado (45%), controlando las horas de pastoreo en áreas comunales y en el establo. Esta racionalidad no limita

Fotos: Muhi El-Dine Hilalut



**Vegetación nativa típica y pequeño reservorio de agua (a) y corrales rudimentarios (b)**

las aspiraciones de los productores en practicar otro sistema de pastoreo diferente al utilizado en la actualidad, por cuanto el interés expresado fue incrementar el sistema estabulado (del 2 al 44%) reduciendo el sistema extensivo (del 53 al 7%), sin cambio en preferencia en relación con el sistema semiestabulado. Sin embargo, y como se vio antes, la tenencia y condición de la infraestructura caprina será determinante en poner en práctica estas aspiraciones. La encuesta además reveló que existen pocas áreas sembradas con pastos para la alimentación del ganado caprino: sólo 2,2% del total de hectáreas cultivadas corresponden a pastos sembrados, lo cual limitará la migración hacia un sistema más intensificado. El proyecto PROSALAFa ya inició pasos hacia el escalamiento de un sistema intensivo con la asistencia del INIA.

### Tenencia y uso de la tierra

La información obtenida indica que 80% de los productores poseen tierra propia (entre 0,25 y 100 ha), mientras que el 20% restante declaró no poseerla. Sin embargo, esta falta de propiedad de la tierra no implica que los productores no tengan acceso a la tierra puesto que la mayoría de ellos (80%) utilizan áreas comunales para el pastoreo de sus rebaños. La mediana de tenencia de tierra fue estimada en tres hectáreas. También se encontró que la propiedad de la tierra está concentrada en un número pequeño de productores, donde no más de 11,3% poseen 59% del total de tierras. La limitación del agua hace que los cultivos en regadío sean escasos. Sólo una pequeña fracción (0,6%) del total de hectáreas de la muestra (3.379 ha) se cultiva en regadío. La proporción de tierras con algún cultivo (p. ej. hortalizas y cereales) alcanza a no más de 7% del total de hectáreas incluidas en la muestra, mientras que 93% de las tierras constituyen campos con vegetación nativa para el pastoreo. La superficie de tierra cultivada con riego por productor es insignificante y con alta variabilidad de un productor a otro (media 0,1 ha; desviación estándar 1,1 ha).



Fotos: Ramón D' Aubeterre

**Explotaciones lecheras semiintensivas e intensivas en incremento,  
con cabras de alta producción**

La posibilidad de usar tierras comunales para el pastoreo permite al productor mantener rebaños grandes, sin que la propiedad de la tierra se convierta en un obstáculo al tamaño de los rebaños. Esto se reflejó en una baja correlación ( $r=0,179$ ) entre el número de hectáreas y el tamaño del rebaño. Por lo tanto parece ser que en la zona estudiada no es necesario contar con grandes extensiones de tierra para pastorear rebaños grandes, toda vez que se tenga la posibilidad de pastorear en tierras comunales. En general, el uso irrestricto de tierras comunales para el pastoreo no conlleva responsabilidad en cuanto a mantener la productividad de los bosques/montes, por ejemplo reducir el sobrepastoreo, restaurar la vegetación nativa y menos mantener la fertilidad del suelo. De las encuestas a intermediarios de estiércol, se colige que los productores no utilizan el estiércol de sus animales para la fertilización de sus suelos, ya sea de manera directa o a través de la elaboración de compost, sino que lo venden a comerciantes de estiércol de los estados andinos de Mérida, Táchira y Trujillo. Esta información coincide con resultados obtenidos por D'Aubeterre *et al.* (2010), quienes sugieren que el estiércol de chivo es uno de los productos menos considerado por parte de los productores, y que este producto podría representar una importante fuente de ingreso si fuera manejado de manera adecuada porque goza de una excelente demanda nacional por parte de agricultores que lo utilizan como abono en las siembras de hortalizas, flores y algunos tubérculos como la papa. En la actualidad, el INIA, la Fundación para la Ciencia y Tecnología del estado Lara (FUNDACITE-Lara) y productores del Sector San José de los Ranchos del municipio Torres en el mismo estado, están desarrollando un centro de acopio y conversión del estiércol caprino y ovino para productores locales con el propósito de producir un abono libre de semillas del semiárido. De otro modo, las semillas contenidas en el estiércol, habiendo seguido una escarificación biológica en el rumen de ambas especies, germinan y se diseminan en otras zonas dando lugar a la proliferación de malezas. Al obtener un abono comercial libre de impurezas, los productores agregan valor a su producto.

Fotos: Ramón D'Aubeterre



**Cabras en pastoreo extensivo consumiendo plantas halófitas**

La percepción de los productores en cuanto a la degradación del bosque/monte es optimista y concomitante con el uso indiscriminado de este recurso, puesto que aproximadamente 46% de los productores sugirió que el pastoreo en tierras de uso común no genera daño al monte ni reduce la disponibilidad de alimento. Sin embargo, un porcentaje similar de productores (45%) reportó efectos dañinos a éste recurso con el consiguiente agotamiento de las fuentes de alimentos para los caprinos. Esta percepción de daño a los bosques/montes de pastoreo no se traduce en acciones de mejora y reversión del daño. En las zonas donde se llevó a cabo el estudio, 84% de los productores manifestó que no existe ningún tipo de actividades de conservación y rehabilitación de bosques/montes de pastoreo; aproximadamente 12% desconoce si existe o no actividades de éste tipo, mientras que aproximadamente 5% de los encuestados se refirió a PROSALAFSA, el Ministerio del Ambiente y la Guardia Nacional como instituciones que desarrollan algún tipo de actividad de conservación del medioambiente.

### Familia, trabajo y asistencia técnica

El tamaño promedio estimado de la familia fue de 5,3 personas (con una desviación estándar de 3,1 personas). Los productores indicaron que por cada familia han migrado 1,3 jóvenes en promedio con una elevada desviación estándar (1,9 jóvenes) y rango de 0 a 9 personas. Esta elevada tasa de migración se debe sobre todo a mínimas oportunidades de trabajo y falta de factores sociales que promuevan la retención de la gente.

Las actividades de los productores, lejos de tener relación con temas de rehabilitación y conservación de los recursos naturales, se enfocan más bien a la producción de sus sistemas caprinos, donde el trabajo familiar se distribuye entre producción animal, elaboración de productos procesados, y comercialización. El trabajo del hombre tiene mayor participación en estas tres actividades y en particular en la comercialización de productos caprinos (p. ej. venta de animales vivos y venta de quesos) (Tabla 3). La participación del trabajo femenino sigue a la de los hombres y la de los jóvenes y niños se concentra en la producción animal y en la elaboración de productos procesados, con mínima participación en la comercialización.

**Tabla 3. Distribución del trabajo de los miembros del hogar (n = 299).**

Tipo de trabajo familiar	Hombres	Mujeres	Niños	Jóvenes
Producción Animal (%)	53	29	6	12
Elaboración de productos procesados (%)	54	32	3	11
Comercialización (%)	64	31	0	5

El estudio también reveló que el nivel de asistencia técnica al que tienen acceso los productores encuestados no es de amplia cobertura y es más bien precario. La proporción promedio ponderada por el tamaño de muestra en cada parroquia mostró que sólo 8% de los productores acceden a algún tipo de asistencia técnica. Aquellos que se benefician de asistencia técnica indicaron que las fuentes de asistencia fueron PROSALFA, el Fondo de Desarrollo, Agropecuario, Pesquero, Forestal y Afines (FONDAFA) y el Servicio Autónomo de Sanidad Agropecuaria (SASA).

### Tamaño y estructura de rebaño

Los tamaños de rebaño más frecuentes fueron menores a 120 cabras (81% de los productores). La Tabla 4 incluye las medias de tamaño de rebaño por parroquia y la proporción de hembras productivas secas y en lactancia. Los rebaños de todas las parroquias fueron casi dos veces más grandes que los de El Pauji ( $P < 0,02$ ). La condición extensiva promedió 84 animales y no fue diferente de la condición de semiestabulación que promedió 70 animales ( $P = 0,104$ ), lo cual implica que ya sea los productores no tienen una real definición de esta condición o que los rebaños tanto extensivos como semiestabulados son similares en número. La tenencia de tierra es un factor de importancia en el tamaño de rebaños por cuanto la regresión del tamaño de rebaño en relación con el tamaño de la propiedad mostró una relación funcional importante de casi un animal por cada ha ( $b = 0,93$ ;  $P < 0,001$ ).

La proporción de hembras productivas en el rebaño, constituida por hembras en lactancia y secas, promedió 57,7% y no se diferenció ni por localidades ( $P = 0,977$ ) ni por condición de producción extensiva vs. estabulación ( $P = 0,903$ ). De igual modo

**Tabla 4. Medias de tamaño de rebaño y proporción de hembras productivas, secas y en lactancia por parroquia.**

Parroquia	n	Tamaño de rebaño <sup>(1)</sup> (número)		Hembras lactando (número)		Porcentaje de cabras productivas <sup>(2)</sup>	
		Media	ES	Media	ES	Media	ES
Altigracia	38	85,4a	11,1	22,7a	3,2	58,6	2,8
Camacaro	17	88,8a	15,6	30,4ab	4,6	59,4	4,0
Independencia	65	80,0a	8,3	18,5acd	2,4	57,2	2,1
Mercedes	68	82,3a	7,9	22,2abde	2,3	58,1	2,0
Montes de Oca	68	78,7a	7,9	18,9acdeg	2,3	57,4	2,0
El Pauji	33	46,5b	11,2	14,0acdfg	3,3	59,7	2,9
Total	289	78,1	3,9	20,3	1,0	57,7	1,0

Notas: <sup>(1)</sup>Excluyendo casos extremos de productores con más de 500 cabras; <sup>(2)</sup>Hembras lactando y secas; ES: Error estándar.

Estimaciones con diferente letra acompañante dentro de una columna, reflejan diferencias estadísticas ( $P < 0,02$ ).

no se encontró relación funcional entre la proporción de hembras productivas y la tenencia de la tierra ( $P = 0,730$ ).

La Tabla 5 resume la estructura promedio del rebaño caprino por parroquia. La proporción de hembras adultas en todas las parroquias fue menor a 35%, una proporción bastante baja. La proporción de hembras adultas sin cría y secas (horras) en relación con las productivas fue casi siempre más alta, reflejando la naturaleza extensiva y poco eficiente de la producción. La suma de ambas clases por parroquia fluctuó entre 54 y 60%. D'Aubeterre (2004) sugiere que la información con relación a estructura de rebaños no es robusta, y reporta para el estado Lara algunos parámetros referenciales. Se estima que la tasa de extracción es de 14% en adultos y 62% en crías. Este amplio margen puede deberse a que las crías son vendidas entre los 15 y 30 días o al alcanzar un peso mínimo de 5 kg, una medida que permite a los productores utilizar la leche para la fabricación de quesos, sueros y dulces, pero que también da lugar a un secado prematuro de las hembras en producción, incrementando el número de cabras horras. La proporción de reproductores (padrotes) es también baja ( $\leq 3\%$ ) si se considera que un promedio de 5% es un mínimo recomendable. El monitoreo de la producción por rebaño por un tiempo determinado será necesario para lograr conocer los índices de fertilidad, prolificidad y mortalidad de crías y de ese modo identificar con mayor pertinencia las intervenciones necesarias para mejorar la producción.

**Tabla 5. Distribución porcentual de la estructura de rebaño (n = 25.053).**

Categorías de animales	%
Chivos	2,5
Cabritos	4,0
Cabritas <sup>(1)</sup>	12,6
Cabritonas <sup>(2)</sup>	23,2
Cabras horas	31,3
Cabras lactando	26,4

*Notas:* Las distribuciones de estructura de rebaño por parroquia fueron no homogéneas ( $P < 0,01$ ); <sup>(1)</sup>Cabritas: Crías hembras hasta los 3 meses; <sup>(2)</sup>Cabritonas: Hembras de 3 meses a un año, o hasta el momento del parto.

## Salud animal

La mayoría (98,3%) de los productores coinciden en indicar que sus rebaños sufren de alguna enfermedad. En promedio la (diarrea) fue reportada como la enfermedad con más incidencia (42% de los casos). Otras enfermedades mencionadas por los productores incluyeron parásitos gastrointestinales (11,4%); *derrenguera* (9%), una condición donde se conjugan la avitaminosis, deficiencia de minerales y en apariencia la Encefalitis Artrítica Caprina (Eva Salazar, INIA-Falcón, Venezuela, Comunicación Personal, 2010); y mastitis (9%).

La intensidad de la diarrea varió entre parroquias ( $P = 0,003$ ). En Camacaro más del 70% de los encuestados identificó esta enfermedad como la principal que aqueja a sus rebaños, mientras que en El Pauji, además de la diarrea, también se identificó a la *bobera* que afecta a rumiantes recién nacidos. En Independencia y las Mercedes, los parásitos gastrointestinales aparecen como segunda enfermedad en orden de importancia. De acuerdo con Nieto (2007), la bobera es una enfermedad que se presenta en las crías durante las primeras dos semanas después del nacimiento y hasta la edad de los tres meses, con síntomas que incluyen diarrea amarilla y profusa, y deshidratación, las cuales causan la muerte del animal. Se cree que bacterias del género *Escherichia* y *salmonella* y virus, pueden ser responsables de estos cuadros acrecentados por una higiene deficiente de los corrales.

La tasa mortalidad de crías, estimada a partir del número de crías muertas del total de crías nacidas, fue de 36% y fluctuó entre 30% y 47% entre las parroquias; un valor sin duda elevado que refleja las características extensivas e ineficientes del sistema productivo: mala alimentación de madres y prevalencia de enfermedades, con impacto negativo en la productividad de las cabras y en la viabilidad de las crías recién nacidas. Estos resultados explican el interés de los productores en cursos de capacitación en relación con desparasitación y control de enfermedades en general y en control de gastroenteritis en particular.

## Producción lechera

La media ponderada de producción de leche por cabra fue 0,66 litros/día/cabra. Esta producción es un tanto más alta que la media nacional (0,5 litros/día/cabra en producción) y podría ser mejorada a través de un manejo adecuado del rebaño así como una mejor explotación del potencial genético de los animales. Las medias de producción total de leche diaria por rebaño en litros y de kilos producidos de queso por semana son incluidas en la Tabla 6. Estas estimaciones están sin duda alguna afectadas por errores de apreciación por parte de los productores que sólo pueden ser validadas por un monitoreo de la producción en rebaños de observación. Las variables estudiadas no mostraron marcada heterogeneidad entre parroquias.

**Tabla 6. Medias de Mínimos Cuadrados de producción<sup>(1)</sup> diaria de leche, semanal de queso y diaria por cabra por rebaño.**

Variable	n	Media	ES
Producción de leche por rebaño/día (litros)	287	10,6	0,6
Producción de quesos por semana por rebaño (kg)	287	7,6	0,7
Producción diaria de leche por cabra en producción (litros)	262	0,664	0,07

*Notas:* <sup>(1)</sup>Excluyendo casos extremos de productores con más de 500 animales y productores que reportaron ya sea producción de leche sin tener hembras lactando además de dos productores con producción de leche superior a 200 litros; ES: error estándar.

La producción de leche por rebaño reveló tener una relación funcional con el tamaño de la tenencia de tierra ( $b = 0,07$ ;  $P = 0,028$ ). Por otra parte el sistema de producción ya sea intensivo o semiestabulado no tuvo un efecto aparente en la producción de leche por rebaño, la producción de queso semanal y la producción diaria de leche por cabra ( $P > 0,367$ ). No obstante de lo último, en el caso de la producción diaria de leche por cabra los sistemas extensivos promediaron 0,575 litros/cabra/día y los sistemas semiestabulados 0,725 litros/cabra/día. Estos resultados contrastan con los encontrados por García *et al.* (1972) en sistemas tradicionales de producción lechera con rendimientos que fluctuaron entre 25 y 300 g/día durante 90 a 120 días. Puede ser que la introducción de material genético mejorado estuviera causando un impacto positivo en este tipo de productores. En explotaciones caprinas intensivas ubicadas en el estado Lara, Muñoz *et al.* (2004) encontró rendimientos de leche sobresalientes: 2 a 3 kg/cabra/día en un periodo de 180 a 220 días de lactancia. Este último tipo de explotaciones se encuentra en un proceso de expansión, ligado a asociaciones dinámicas de productores apoyadas por el Gobierno nacional que aporta con un importante programa crediticio.

## Producción de quesos

No todos los productores utilizan la leche para la producción de queso de cabra para el mercado (Tabla 7). En Camacaro y Las Mercedes, se registraron los mayores porcentajes de productores que no producen queso (53 y 41% respectivamente) para el mercado, aunque lo hacen para autoconsumo familiar. En Altagracia y Montes de Oca, al menos 50% de los productores encuestados procesan queso mientras que los que no procesan utilizan la leche para autoconsumo familiar y, en menor medida, la venta. En El Pauji e Independencia casi todos los productores tienden a transformar la leche producida en queso para venta al mercado.

Para los productores más especializados en la producción de quesos de las parroquias de Altagracia, El Pauji, Independencia y Montes de Oca, el problema principal se asocia con la baja producción de leche. Mientras que para los productores de Camacaro y Las Mercedes las facilidades (infraestructura) para almacenamiento del queso y la menor demanda fueron señalados como problemas principales.

**Tabla 7. Destino (%) de la producción de leche (n = 299).**

Destino de la leche	Porcentaje	Rango de variación entre parroquias (%)
Producción de queso	62	29,4 - 100,0
No producen queso	26	0,0 - 52,9
Autoconsumo	7	0,0 - 22,5
Venden la leche	5	0,0 - 17,6



La colecta de la leche en la finca se efectúa a mano, siguiendo procedimientos de captura y sujeción de los animales que no son adecuados, en muchos casos estresantes para el animal y muy proclives a concluir con un producto contaminado. Además, las formas de ordeño generan problemas que afectan la salud de los ordeñadores: dolores de espalda (31%), de rodilla (16%) y de manos (15%). Los planes de mejora de la producción no deberían ignorar este tema.

El producto principal del procesamiento de la leche de cabra es el queso blanco, aunque también se producen otros subproductos como el suero de leche fermentada para consumo doméstico y elaboración de dulces. El queso blanco es producido en diferentes variantes: queso aliñado con pimienta, queso ahumado, queso *clineja* y el queso de mano (un tipo de queso aplanado). De acuerdo con declaraciones de productores entrevistados en un estudio conducido por ICARDA, PROSALFA II y el INIA (Hilali *et al.*, 2007), el procesamiento del queso acusa problemas que repercuten en su comercialización. Una proporción igual a 61% de productores indicó que los problemas más relevantes se relacionan con el salado excesivo y en menor extensión

Foto: Ramón D' Aubeterre



**Diferentes tipos de quesos de cabra y productos diversificados del semiárido venezolano**

(12%) con la textura debido al desarrollo de ‘ojos’ o huecos que pueden causar una reducción del precio o que el producto sea rechazado. Una salazón insuficiente puede además causar un sabor agrio que no es aceptado por el consumidor. El salado del queso es inevitable porque permite su conservación en condiciones de campo, y en ausencia de refrigeradoras, por un periodo prolongado (aproximadamente 10 días) hasta que el productor cuente con un stock adecuado para la venta. El estudio constató que los productores salan el queso con base en aproximaciones y sin el conocimiento de un protocolo seguro que permita un producto de calidad. Estos problemas fueron resueltos en la unidad experimental de rumiantes menores de ICARDA por investigadores de ese centro y del INIA-Lara, aplicando la pasteurización y un protocolo adecuado de salado (ICARDA, 2009). La pasteurización de la leche que también elimina la transmisión de enfermedades zoonóticas, es la vía para evitar un salado excesivo, controla el inflado del queso y la formación de ojos, puesto que el tratamiento térmico elimina bacterias coliformes y otras bacterias productoras de gas. Los quesos producidos con leche pasteurizada fueron almacenados en solución salina con diferentes concentraciones de sal 6, 8, 10 y 12% a temperatura ambiente y por un periodo de 10 días, a cuyo término se evaluó calidad. El queso con mejor sabor y rendimiento correspondió a un almacenamiento en solución salina al 8%. El queso almacenado con una solución salina menor (p. ej. 6%) resultó tener una textura débil. Este protocolo fue transferido por el INIA a través de la capacitación a productores del proyecto PROSALAFI II (ICARDA, 2009).

## Mercado y Comercialización

### Problemática de la comercialización

Cerca de 50% de los productores que respondieron en torno a este tema manifestó percibir precios bajos por sus animales en pié y quesos (Tabla 8). Los productores que asistieron al taller participativo realizado en Campo Elías en el estado Falcón (Julio,

**Tabla 8. Principales productos y problemas de comercialización en orden de importancia (% de respuesta) en la óptica del productor.**

Animales vivos		Queso		Leche		Conserva <sup>(2)</sup>	
Problema	%	Problema	%	Problema	%	Problema	%
Precios bajos	51	Precios bajos	47	Transporte	49	Intermediarios <sup>(1)</sup>	37
Transporte <sup>(1)</sup>	20	Transporte <sup>(1)</sup>	24	Precios bajos	43	Precios bajos	38
Intermediarios <sup>(1)</sup>	18	Intermediarios <sup>(1)</sup>	13	Otros	8	Otros	25
Otros	11	Otros	16				

*Notas:* <sup>(1)</sup> Ya sea falta de transporte o falta de intermediación; <sup>(2)</sup>La conserva en Venezuela es un dulce fabricado a partir de la leche de cabra. Es sólido y se vende en porciones individuales; los tamaños de muestra en el caso de animales vivos, queso, leche y conserva fueron, respectivamente, n = 67, n = 159, n = 47 y n = 8.

2006), señalaron que esta condición está ligada a desinformación de los productores en torno a las fluctuaciones de precio en los mercados. Sin información relativa a los precios de mercado los productores no tienen otra opción que aceptar los precios ofrecidos por los intermediarios.

Se observa que limitaciones en el transporte de productos y la falta de intermediarios también representan obstáculos a la comercialización de leche, así como también de animales en pié, queso y conserva (dulce fabricado a partir de la leche de cabra) (Tabla 8).

Para los comerciantes, tanto la calidad de la carne (33%) como la transparencia en las negociaciones (50%) son factores primordiales en la elección de sus proveedores. En el caso de los intermediarios de queso la calidad que les ofertan ya sean los productores o las empresas mayoristas es más importante (52%) que en el caso de la carne, así como también la transparencia en las negociaciones. Estos comerciantes (que venden en mercados de Barquisimeto, Coro, Carora, Churuguara y otras zonas urbanas) prefieren comprar tanto animales en pié (77%) como quesos (79%) directamente de los productores. En menor medida (21% en el caso de la carne y 23% en el caso del queso) compran de los mataderos o de negocios mayoristas. Esta preferencia se puede interpretar como un mercado cautivo, en el sentido que los comerciantes tienen un hábito de comprar de los productores representando una interesante oportunidad para que los productores mejoren su calidad y consoliden su mercado. D'Aubeterre *et al.* (2007), al estudiar los canales de mercadeo y comercialización de carne ovina en el estado Lara encontraron un comportamiento similar.

Es obvio que el intermediario siempre cuidará hasta donde sea posible que sus márgenes sean mayores. Sin embargo será necesario que las intervenciones técnicas incidan en mejorar la calidad de la carne y el queso para dar al productor opciones de una mejor negociación. En la actualidad (año 2011), el Gobierno nacional a través de los Ministerios para el Poder Popular para la Ciencia y la Tecnología (MPPCYT) y el Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras (MPPAT), además del municipio de Torres, está construyendo un matadero industrial para ovinos y caprinos en la capital del municipio (Carora) con la finalidad de intentar disminuir el efecto intermediario, se estima que la capacidad instalada de dicho matadero será de 300 animales/día.

## Preferencias del mercado

La Tabla 9 resume los resultados de las encuestas realizadas a 403 consumidores. La opción 'buena calidad' no fue incluida en ninguno de los tres productos evaluados por ser una opción genérica. Las características individuales de cada producto, p. ej. frescura, contenido de grasa, color blanco y ser elaborado con leche de cabra, son características componentes de la buena calidad.

**Tabla 9. Características deseables que deben tener los productos caprinos, desde el punto de vista de los consumidores (% de respuestas en 387, 340 y 306 casos entrevistados en relación con carne, queso y conserva respectivamente).**

Carne		Queso		Conserva <sup>(1)</sup>	
Preferencia	%	Preferencia	%	Preferencia	%
Fresca	64	Color blanco	41	De leche caprina	24
Bajo contenido de grasa	15	De leche caprina	30	Textura	22
Color rojizo	10	Otros <sup>(2)</sup>	14	Color claro	16
Etiquetado/empaquetado	6	Etiquetado	9	Otro <sup>(3)</sup>	25
Alto contenido de grasa	4	Quesos artesanales	4	Suave	5
Blanda	2	Forma uniforme	1	Con etiqueta	5
		Baja humedad	1	Con mucha azúcar	3
Total de casos	387		340		306

*Notas:* <sup>(1)</sup>Una fracción igual a 21,9% de los encuestados no consume conserva; <sup>(2)</sup>Incluye: dureza, empaquetado, frescura, olor fuerte, poca grasa, poca sal, sabor, y sin orificios; <sup>(3)</sup>Incluye: tamaño individual, artesanal, endulzado con panela, color oscuro, que no brille, y poca azúcar.

La frescura fue el principal atributo valorado por los consumidores de carne de cabra (64%), mientras que el bajo contenido de grasa y color rojizo del producto fueron atributos menores. La frescura de la carne está asociada con la calidad del animal. Si el animal es viejo o enfermo es muy probable que su carne sea magra y dura, en lugar de ser fresca, rojiza y blanda. El bajo contenido graso es posible que refleje ya sea las tendencias sociales que evitan consumir productos con alto colesterol o la percepción del sabor que confiere la grasa caprina a la carne, un tema interesante que puede ser sujeto de investigación.

En el caso del queso, el color blanco y la condición de ser un producto de leche pura de cabra fueron factores más valorados por los consumidores en relación con un ‘buen queso’. El etiquetado del queso, donde se presenta información en relación con la fecha de vencimiento, lugar de producción y composición del producto, fue una característica menos importante; sin embargo el etiquetado con verificación de control es la manera más directa de garantizar el origen de leche de cabra.

Las encuestas indican que el consumo de conserva no es muy popular en las áreas de acción del proyecto, puesto que 22% de los encuestados no la consume. Los consumidores de conserva valoran como principal atributo que la conserva sea fabricada a partir de leche pura de cabra, que tenga una buena textura, es decir que esta sea uniforme y compacta pero no dura, y que tenga un color claro.

El empaquetado del queso y la notable preferencia por el queso de cabra en relación con el queso de vaca (Tabla 10), con una proporción menor de consumidores, abre una interesante posibilidad para la fabricación artesanal de quesos empaquetados y etiquetados con información acerca de sus ingredientes, origen de la leche, fecha

**Tabla 10. Preferencia de quesos desde el punto de vista de los consumidores (%).**

Preferencia	Porcentaje
Queso de cabra <sup>(1)</sup>	51
Queso de vaca <sup>(1)</sup>	13
Indiferente <sup>(1)</sup>	36
Queso de cabra artesanal <sup>(2)</sup>	57
Queso de cabra empaquetado <sup>(2)</sup>	43

Nota: <sup>(1)</sup> n = 401; <sup>(2)</sup> n = 390.

de vencimiento, registro sanitario y lugar de producción, apuntando a satisfacer los requerimientos de calidad de los consumidores.

A diferencia del queso de cabra, que en general está disponible en los mercados de las zonas de acción del proyecto, existen algunos derivados de la leche de cabra que no se encuentran en estos mercados, pero que los consumidores estarían interesados en adquirirlos. Por ejemplo, una proporción superior a 50% de los consumidores encuestados manifestaron intención de adquirir suero de la leche de cabra y chorizo de cabra, los cuales no se encuentran disponibles en el mercado.

Se pidió a los consumidores que cuantificaran, en Bolívares (Bs) por kg, el valor que pagarían por productos con calidad. El 79% de los consumidores indicó estar dispuesto a pagar 1500 Bs/kg adicionales por carne de cabra de calidad y 1000 Bs/kg adicionales por queso de cabra de calidad. Esta predisposición a pagar más por un producto de calidad puede dar lugar a un estudio de costos y beneficios, para estimar el costo marginal de mejorar la calidad cotejándolo con la correspondiente estimación del ingreso marginal: 1500 y 1000 Bs/kg por carne y queso respectivamente, resultando en un beneficio marginal que sugeriría la utilidad adicional a obtenerse por haber mejorado la calidad del producto. Este estudio también podría extenderse a otros derivados de la leche de cabra. Por ejemplo, la encuesta a intermediarios de derivados de la leche de cabra indica que casi 15% de los consumidores tiene dificultades en encontrar crema de leche de cabra. Esta dificultad podría representar una oportunidad para que los productores den valor agregado a la leche de cabra, apuntando a cubrir a un nicho de mercado que es, en parte, satisfecho con crema de leche importada (comunicación personal de un intermediario de leche de cabra, queso y suero en un mercado de la ciudad de Barquisimeto, Julio 2006, Barquisimeto, Venezuela).

Con las reservaciones indicadas, los precios del queso y carne de cabra, pagados a los productores y recibidos de los consumidores, no parecen fluctuar de manera substancial. El promedio anual de precio de queso de cabra que los intermediarios cobraron a los consumidores fue de 10.228 Bs/kg con una desviación estándar de 472 Bs/kg y un CV de 5%. En el caso de los otros productos el CV fue incluso menor a 5%. La relativa estabilidad en los precios del queso y la carne se refleja en los márgenes

de utilidad que los intermediarios ganaron del proceso de compra y venta de queso y carne. En el caso del queso de cabra, el margen de utilidad fluctuó entre 22 y 32%, con un promedio de 31% y una desviación estándar de 4%. Los márgenes de utilidad en la comercialización de la carne caprina indican ser mayores (47% en promedio) y más regulares (3.9% desviación estándar) que en el caso del queso de cabra. D'Aubeterre *et al.* (2010), informaron de márgenes de utilidad similares a los obtenidos en este trabajo para la producción de quesos en diferentes zonas del estado Lara, los mismos autores (D'Aubeterre *et al.*, 2009) encontraron que los productores sólo reciben entre 20 y 40% de utilidad del producto cárnico final.

## Implicaciones

### Fuentes de agua y uso de la vegetación nativa

Dos grandes retos para el desarrollo y en particular para PROSALAFI II se relacionan con la disponibilidad de agua y tenencia de la tierra. De todas las limitaciones mencionadas, la más importante está ligada a la falta de agua. Los reservorios son las fuentes de agua más importante para la producción caprina. Es importante hacer esfuerzos en alternativas para incrementar los sistemas de cosecha de agua hasta donde sea posible para lograr menor dependencia de este factor, pero también una mayor atención al tema de productividad de agua. En vista de la baja disponibilidad de agua la investigación debe buscar plantas y técnicas agronómicas con alta productividad de agua (p. ej. el uso de especies halófitas y riego conservativo).

El tema con connotaciones importantes para el desempeño de la asistencia técnica y el manejo efectivo de los recursos naturales se relaciona con la tenencia y el uso actual de la tierra. La experiencia mundial indica que la utilización de áreas comunales de manera irrestricta para el pastoreo destruye la estabilidad de los ecosistemas y los degrada. Esta condición de tenencia además, limita la puesta en práctica de un manejo mejorado de la vegetación nativa para incrementar su productividad. A menos que exista un sistema cooperativo racionalizado para el manejo, que regule tamaños de rebaño compatibles con la capacidad de carga de las áreas de pastoreo, o que los productores individuales usen áreas cercadas con cargas animales adecuadas y controladas, los intentos de mejorar la productividad serán difíciles. Se necesitan políticas y normativas adecuadas. El manejo de la tenencia de la tierra es un tema complejo y delicado pero las soluciones son urgentes. En este sentido PROSALAFI II tiene una oportunidad única en sus zonas de influencia y la posibilidad de ser referente mundial en establecer un cambio efectivo en zonas de pastoreo comunal no racionalizado e irrestricto.

El estudio también reveló que son pocos los productores que disponen de comederos, abrevaderos, salas de ordeño y sala de procesamiento, por tanto la infraestructura disponible actual, a menos que sea mejorada, presenta serias limitaciones para una

migración hacia sistemas más intensivos de cría caprina que demandan inversiones substanciales. Otro tema que amerita atención se refiere al manejo de la vegetación nativa, la tenencia limitada de tierra y la escasez de fuentes de agua para riego que en combinación determinan condiciones restrictivas para un sistema estabulado. Si la tendencia es buscar un equilibrio entre pastoreo de bosques/montes y producción de forraje cultivado, entonces el manejo del bosque/monte deberá tener prelación por las instituciones de investigación y transferencia. Este es un tema de largo plazo y que tiene repercusiones en la sostenibilidad de los sistemas

La tasa migratoria observada y la rigidez en la división del trabajo, sugiere la necesidad de tomar en cuenta estos factores al diseñar medidas de asistencia técnica. Es obvio que las medidas más oportunas que se puedan dar para reducir esa tasa migratoria serán para beneficio de la comunidad en tanto se pueda lograr una reactivación económica de la región.

### **Rebaños y su productividad, y producción de leche y queso**

Los productores reconocen que la principal limitación en la producción de quesos es la baja producción de leche, la cual se debe a una reducida frecuencia de hembras productivas en el rebaño y una frecuencia acrecentada de hembras sin producción lo cual determina un rendimiento pobre por animal y por día. El estudio sólo logró un análisis de las apreciaciones de los productores en cuanto a producción de leche por rebaño se refiere y a una estimación gruesa de la producción de cabra por día a partir de esta información. Sin duda los niveles de producción son bastante bajos por cabra por día. Es posible que existan enfermedades no detectadas como la mastitis que afectan la producción. Será por lo tanto importante orientar las intervenciones hacia un aumento de la productividad de las cabras, reduciendo los animales no productivos, eliminando primero aquellas hembras adultas que no produjeron cría en dos partos consecutivos, aquellas que dejan morir a sus crías, evaluando la mastitis para eliminar el caso de hembras con problemas continuos y aplicando una alimentación estratégica y mejorada. Esto puede tener una repercusión importante en la estructura del rebaño haciéndola más eficiente.

Otro tema de gran preocupación se relaciona con la alta mortalidad de crías. Niveles menores al 10% de mortalidad deberían ser perseguidos para reducir la elevada mortalidad de crías prevalente (36%). Tal condición se logra con una alimentación adecuada de la madre durante el último tercio de la gestación. Será también necesario efectuar un análisis de la mortalidad a través del año para establecer épocas de apareamiento conducentes a lograr pariciones en periodos más promisorios para una lactancia temprana y el inicio del pastoreo de las crías. Además este periodo debería ser compatible con épocas de alta demanda de cabritos o de leche en el mercado.

El tema del control de diarreas, a juicio de los productores la enfermedad que más afecta a sus rebaños, debe ser encarado con medidas epidemiológicas.

La resolución de los problemas principales del procesamiento de leche en queso y la aplicación correcta de las tecnologías pertinentes a través de cursos adecuados de capacitación tendrán un efecto inmediato en los ingresos de los productores de las parroquias especializadas en la producción queso. Ya se dieron pasos importantes en torno a este particular, como se mencionó anteriormente.

Los productores identificaron la necesidad de contar con facilidades para el almacenamiento de quesos, un tema por cierto limitativo por el nivel de inversiones requerido. La producción asociativa a través de asociaciones de productores puede ser una salida a problemas que los productores no pueden atender de manera individual. Si esta perspectiva es aceptada por los productores, las inversiones de desarrollo deberían considerarlas con preferencia.

De un modo general la información analizada en este documento debe ser reconfirmada por un monitoreo de la producción por lo menos durante dos o tres pariciones consecutivas para captar con más precisión los problemas encontrados.

## **Mercados y comercialización**

La falta de información actualizada en torno a precios de mercados es un problema que afecta a productores de muchas regiones del mundo. Hay muchos ejemplos de acciones que pueden resolver este tema. Una posibilidad es encarar la comunicación por radio. Una buena información ayudará a mejorar la capacidad negociadora del productor. También serán importantes acciones de fortalecimiento de la capacidad negociadora de los productores y de la comunidad. Es importante resaltar que la venta de productos a través de asociaciones de productores, mejora el poder de negociación y por lo tanto los márgenes que recibe el productor, por lo que la promoción de actividades asociativas es recomendable en tanto sea posible.

Es importante estudiar la factibilidad de incentivar la diversificación de la producción. Las encuestas a intermediarios mayoristas y minoristas de carne y derivados de la leche de cabra (queso y conservas en particular) reportan que hay demanda insatisfecha de algunos productos no disponibles en el mercado, como crema de leche de cabra que es suplida a través de importaciones. La preferencia por queso de cabra abre posibilidades para diversificar la producción de tipos de queso o derivados lácteos. Es interesante que los consumidores den prelación a quesos artesanales que cumplan con normas de higiene y oferten información a los consumidores. La tendencia en los países desarrollados y en desarrollo es que los consumidores demanden información acerca de los productos que consumen, tal que el etiquetado de productos es obligatorio. Por tanto, son necesarias políticas que puedan ser emitidas para ayudar a la comercialización de un producto valorado, resaltando sus condiciones únicas de



producción y el carácter natural de su producción, con mínima inclusión de químicos y otros productos no naturales. Los resultados sugieren que es necesario concentrar asistencia a productores que elaboren quesos artesanales con calidad e información que satisfagan al consumidor. Pero también debe trabajarse en normativas que faciliten esa elaboración y acciones que permitan la diferenciación de precios por calidad.

La calidad del queso fue prioridad para los consumidores, en cuanto a su color (blanco) y su condición de no ser adulterado con leche por ejemplo de vaca. También fue evidente la preferencia por carne fresca y blanda, mientras que la conserva también refleja exigencias en cuanto a no ser adulterada con leche de vaca y su textura. Estas exigencias son fáciles de ser atendidas a través de un programa racional de elaboración y manejo de productos, con las perspectivas de obtener un producto con mayor precio por la disponibilidad del consumidor de pagar por mejor calidad. Pero para ello se requerirán de políticas locales orientadas a facilitar la adopción y escalamiento de los cambios tecnológicos y nuevas prácticas.

Con las precauciones indicadas, parece que no se observa ninguna estacionalidad en los precios del queso y la carne caprina, por lo que estrategias de diferimiento temporal de ventas, ya sea por almacenaje o por tecnología productiva que cambie patrones productivos, para aumentar los ingresos de los productores parecen no ser aplicables.

## **Perspectivas para el desarrollo**

La producción de caprinos y ovinos tiene una repercusión marginal en el sector agrícola del país, al ubicarse en 4° y 5° lugar, respectivamente, en su contribución al producto total pecuario de Venezuela (Blanchard, 2002). Sin embargo su repercusión social y económica es incuestionable para las zonas áridas y semiáridas debido a que esta producción constituye la primera, sino la única, fuente de ingresos de la familia campesina. Se estima que en los estados Falcón y Lara, existen más de 20.000 familias productoras y unas 7.000 más en el resto de los estados. Por tanto el mejoramiento de estos sistemas tendrá implicaciones trascendentales para la vida de estas familias, y contribuirá a retener la población, reducir la pobreza y lograr la activación económica de estas zonas deprimidas.

A pesar de que la producción caprina ha sido etiquetada como una actividad económica marginal por sus características intrínsecas (la mayoría de las explotaciones, desarrollan en áreas de escasos recursos y de manera rudimentaria), existen aspectos favorables que están impulsando su desarrollo y que se han acumulado en años posteriores a la encuesta de 2006. Hay un marcado interés por parte de varios empresarios del campo en invertir en sistemas de producción intensivos y semiintensivos que se van acrecentando. El caprino está siendo utilizado por los gobiernos regionales, en particular en zonas semiáridas, como una alternativa de producción, puesto que

estos animales tienen la capacidad de producir con buenos rendimientos, si son bien manejados, en condiciones donde otras especies ganaderas domésticas lo hacen con baja eficiencia.

Lo anterior ha determinado que se hayan puesto en práctica planes de desarrollo como el proyecto PROSALAFI II, que toman en cuenta las siguientes condiciones favorables para apoyar y promover la explotación caprina en los estados Lara y Falcón: valor medicinal de la carne y la leche de cabra; alta demanda para la producción de quesos y conservas; tendencia a cambios de sistemas extensivos a semi-intensivos o intensivos; alta demanda por pieles y estiércol; alta movilización y participación de gobernaciones y alcaldías; aumento del precio de la carne bovina, de cerdo y de aves; formulación de proyectos comunitarios y cooperativos de producción; apertura del mercado internacional y puerto libre en los estados Falcón y Nueva Esparta; disponibilidad de convenios y financiamiento, nacionales e internacionales; presencia de un componente de investigación con buena capacidad de asistencia técnica; y presencia de docencia especializada con capacidad de formar profesionales competentes.

Los desafíos que deben ser resueltos incluyen:

- Resolver tema de la degradación de tierras y del sobrepastoreo, una condición que afecta la producción y la integridad de los recursos naturales y que ocurre en más del 90% de las explotaciones caprinas ubicadas en zonas áridas y semiáridas.
- Equilibrar la expansión de la frontera agrícola para la siembra de cultivos hortícolas, en manos de productores de recursos económicos importantes, que está causando una disminución de las zonas de pastoreo en las explotaciones tradicionales.
- Revertir los procesos de migración de la gente joven a los pueblos y ciudades.
- Mejorar el manejo zootécnico y sanitario.
- Establecer opciones que disminuyan el abigeato, que ocasiona que los productores reduzcan el tiempo de pastoreo en detrimento de la producción de leche y carne. Aunque visto de otro ángulo este factor puede más bien ser positivo puesto que está forzando al productor a cambiar el sistema extensivo por un sistema más intensificado, con uso de forrajeras producidas suministradas en establo, reduciendo así pérdidas por robo e impactando en la recuperación de la vegetación nativa.
- Promover vía métodos de mercadotecnia los productos y subproductos tradicionales caprinos, así como su diversificación.

- Promover la organización de los productores para reducir la intermediación. En la actualidad, el Gobierno nacional exige que los productores deban estar organizados en asociaciones, cooperativas o en consejos comunales para poder acceder a los beneficios que apoyan a la producción y comercialización.
- Garantizar la seguridad de la tenencia de la tierra para acceder a obras de infraestructura y crédito.
- Incrementar y mejorar la infraestructura productiva general (carreteras, lagunas, pozos profundos y servicios básicos) y la específica del rebaño (p. ej. corrales y mejores accesos a zonas de pastoreo).
- Poner en práctica sistemas efectivos de mejoramiento genético con base en la comunidad que permitan resolver la escasez de y la falta de acceso (por parte de los productores) a animales mejorados.

Resolver estos desafíos implica la puesta en práctica de una legislación y normativa adecuada para el manejo de los recursos naturales, la comercialización, la organización de productores y el apoyo a la producción, que acompañen las acciones de desarrollo. Las nuevas políticas del Gobierno ofrecen un ambiente facilitador para ejecutar acciones ligadas a resolver desafíos, por ejemplo las políticas crediticias para cubrir necesidades de los productores llevadas adelante por la Misión Agrovenezuela, que ha empezado a atender al sector caprino viabilizando préstamos con tasas de interés justas.

También se requiere una coordinación entre el desarrollo y la investigación para el escalamiento de las tecnologías que logren la mejora de la productividad y los ingresos de los productores. El proyecto PROSALAFa II es un proyecto pionero en ese orden pero de corta duración. Para lograr producir un cambio sustantivo se requerirá de acciones y de inversiones de largo plazo. En este sentido en los últimos 10 años se logrado avances muy positivos en la integración interinstitucional. La acción proactiva para esta integración llevada adelante por PROSALAFa II es destacable.

## Agradecimientos

A los productores de Lara y Falcón sin cuya cooperación e información no hubiera sido posible este trabajo y a PROSALAFa II e INIA por permitir la dedicación exclusiva de sus técnicos en el trabajo de campo y gabinete, y por la logística y apoyo brindados.

## Literatura Citada

Armas, W., A. Delgado, A. Albornoz, C. Araque, M. Rueda y L. Barón. 2010. Comportamiento de los precios de queso de cabra (*Capra hircus*) en la zona de San José de los Ranchos, municipio Torres del estado Lara, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 28(1): 101-106.

- Blanchard, N. 2002. El desarrollo caprino en Venezuela: ¿Utopía o Realidad? En: Memorias XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Universidad de los Andes (ULA), Trujillo. pp. 1-10.
- D'Aubeterre, R. 2004. Goat Production in the State of Lara, Venezuela. In: International Conference on Goats. South Africa. (Abstract). p. 175.
- D'Aubeterre, R. 2008. Características de los sistemas de producción caprina en Venezuela. *Agroservicios* 9(24): 16-21.
- D'Aubeterre, R., A. Delgado., W. Armas y M. Ruedas. 2007. Canales de mercadeo y comercialización del producto cárnico ovino (*Ovis aries*) en el estado Lara Venezuela. *Zootecnia Tropical* 25(3): 205-209.
- D'Aubeterre, R., A. Delgado y W. Armas. 2009. Mercadeo y comercialización de la carne caprina en el estado Lara, Venezuela. *Agroservicios* 10(26): 54-56.
- D'Aubeterre, R., A. Delgado y W. Armas. 2010. Comportamiento del mercado de otros productos y subproductos caprinos en el estado Lara. *Agroservicios* 11(27): 52-55.
- Ewel, J., A. Madriz y J. Tosi. 1976. Zonas de vida de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Ed. 2. Caracas. Venezuela. 265 pp.
- García, O., J. Castillo y C. Gado. 1972. Situación actual de la ganadería caprina en Venezuela. *Agronomía Tropical* 22(3): 239-250.
- Hilali, M., C. Sánchez, R. D'Aubeterre and L. Iñiguez. 2007. Local knowledge in processing goat dairy products, main constraints and recommendations for its standardization in Lara and Falcon states, Venezuela. Project Report. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria. 29 pp.
- ICARDA. 2009. Strengthening Institutional Capacity to Improve Marketing of Small Ruminant Products and Income Generation in Dry Areas of Latin America. Final Project Report 2003-2008. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Syria. 101 pp.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2001. [http://iies.faces.ula.ve/censo2001/población\\_vivienda/pob\\_viv\\_venezuela.htm](http://iies.faces.ula.ve/censo2001/población_vivienda/pob_viv_venezuela.htm) (Consulta: 6.3.2011).
- Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras (MPPAT). 2009. VII Censo Agropecuario. <http://200.47.151.243/redatam/> (Consulta: 6.3.2011).
- Muñoz, G., G. López., V. Marchan y R. D'Aubeterre. 2004. Caracterización de un sistema de producción caprino lechero en una zona de bosque premontano en el municipio Iribarren, estado Lara, Venezuela. *Gaceta de Ciencias Veterinarias* 1: 87-92.
- Nieto, S.O. 2007. Enfermedades más comunes en caprinos y ovinos. En: Manual de Producción de caprinos y ovinos (L. Dickson y G. Muñoz, ed.). FUNDACITE Lara. pp. 165-183.
- Smith, R. 1972. La vegetación actual de la Región Centro Occidental: Falcón, Lara, Portuguesa y Yaracuy de Venezuela. Resumen ecológico de acuerdo a la fotointerpretación. Instituto Forestal Latino Americano de Investigación y Capacitación. Boletín N° 39-40. Mérida, Venezuela. 44 pp.
- Virguez, G. y E. Chacón. 1997. Especies arbóreas y arbustivas de potencial forrajero del árido y semiárido de Venezuela. *Gaceta de Ciencias Veterinarias de la Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado (UCLA)* 3(1): 15-34.
- Virguez, G. y E. Chacón. 1998a. Especies arbustivas y arbóreas nativas de potencial forrajero de las zonas áridas y semiáridas de Venezuela. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril: Los Árboles y Arbustos en la Ganadería. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. Vol. 11 N° 1. pp. 18-22.
- Virguez, G. y E. Chacón. 1998b. Evaluación del comportamiento productivo y fenológico de las especies de potencial forrajero *Acacia tortuosa* (L.) Willd. y *Opuntia caracasana* Salm. Dyck. Nativas de una zona árida de Venezuela. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril: Los Árboles y Arbustos en la Ganadería.

Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. Vol. 11 N° 1. pp. 23-28.

Virgüez, G. y E. Chacón. 1999. El Recurso Forrajero de las Zonas Áridas y Semiáridas: algunos aspectos de evaluación y producción. En: IV Congreso Nacional de Ciencias Veterinarias, VIII Congreso Nacional SOVVEC. Memorias. Vol. 11 N° 1. Maracaibo, Venezuela. 651 pp.

Virgüez, G. y E. Chacón. 2002. Potencial de las zonas áridas y semiáridas para la producción animal de Venezuela. En: Curso sobre Producción de Ovinos y Caprinos. INIA Lara, Venezuela. pp. 55-84.

Virgüez, G. y E. Chacón. 2004. Potencial de las zonas áridas y semiáridas para la producción animal de Venezuela. En: Curso sobre Producción de Ovinos y Caprinos. INIA Lara, Venezuela. pp. 49-68.

### III. Experiencias Logradas en la Investigación Adaptativa, Utilizando Métodos Participativos con Base en la Comunidad y Sinergias con Planes de Desarrollo





# Capítulo 9

## Escalamiento de la Investigación Participativa e Integrada para el Desarrollo: Claves para el Éxito

Aden Aw-Hassan

*Centro Internacional de Investigación Agrícola para las Zonas Áridas (ICARDA), Amán, Jordania*

### Introducción

La aplicación de la investigación participativa, que se expandió desde 1990, ha sido motivada por la percepción de que una asociación más estrecha con los clientes en general y con los agricultores de escasos recursos en particular, lograría una mayor precisión en la identificación de problemas y que la inclusión de éstos en el diseño y ejecución de la investigación abreviaría el camino hacia una adopción efectiva de los resultados de la investigación, de este modo mejorando el impacto de la investigación agrícola. La promoción de esta presunción y en particular de la participación supone que los productores familiares de escasos recursos que enfrentan limitaciones biofísicas y socioeconómicas complejas, por ejemplo los productores de las zonas áridas y marginales, tendrían mayores posibilidades de beneficiarse de la investigación agrícola al adoptarse el nuevo enfoque. Estos productores no se beneficiaron de la Revolución Verde, que fue pródiga en particular con los agricultores de sistemas con mayores recursos. El desarrollo de enfoques de investigación integrada y participativa y su aplicación surgió de la necesidad de alcanzar de una manera más efectiva a los agricultores de escasos recursos, que no se beneficiaron de esa revolución y permanecen marginalizados, y de esta manera contribuir con mayor efectividad a reducir la pobreza y la malnutrición.

La aplicación de la investigación participativa está avanzando al punto que se ha convertido en una fuerza de movilización de recursos para la financiación de proyectos. Muchas organizaciones de investigación y donantes abrazaron este enfoque de manera progresiva. Existen como consecuencia un sinnúmero de guías metodológicas disponibles. La literatura en torno al tema también aumentó en un ritmo acelerado. Existen redes y foros interactivos en línea donde las ideas de los miembros e información pertinente son intercambiadas. Sin embargo, a pesar de estos logros, muchas preguntas claves permanecen sin respuesta. En efecto, aún no hay evidencia de que el movimiento de la investigación participativa haya tenido éxito en transformar de manera significativa las vías a través de las cuales la investigación agrícola y el desarrollo (IyD) se organizan y ejecutan en zonas áridas y marginales. En este capítulo se discuten los factores claves para la correcta aplicación de los principios de la participación. En este contexto el escalamiento se define como la replicación y adaptación a gran escala de experiencias exitosas o prometedoras del proceso de



aprendizaje que promueve la investigación integrada y participativa. Esta difusión a gran escala y la aplicación de las experiencias aprendidas (además de las innovaciones tecnológicas generadas por la investigación) son esenciales para un impacto también a gran escala.

## Claridad en el Propósito del Programa

Para entender cómo el enfoque integrado de la investigación participativa puede ser escalado e institucionalizado, es importante ante todo aclarar el propósito de este enfoque. Se considera que la investigación integrada y participativa tienen dos objetivos principales, uno funcional o de eficiencia, y otro de empoderamiento y fortalecimiento institucional. En el contexto del objetivo funcional, la participación hace uso del conocimiento local para comprender mejor las necesidades de los productores y para mejorar la eficacia y la eficiencia de la investigación formal (Probst *et al.*, 2000). En este caso, se espera que la participación incrementará el impacto de la investigación mejorando la percepción de la relevancia de la tecnología en los usuarios, reduciendo la marcha lenta de la investigación (fase de desarrollo), acortando el proceso lento de la adopción (adopción temprana) e incrementado la velocidad de adopción (Lilja y Aw-Hassan, 2003).

Para el objetivo de empoderamiento y fortalecimiento institucional la participación es un medio de mejorar la capacidad de la población local para lograr que el proceso de desarrollo de la innovación sea autodirigido (Probst *et al.*, 2000). En este caso, la participación se utiliza para promover el aprendizaje mediante la experiencia práctica y el trabajo conjunto en todas las etapas del proceso de investigación (diseño, planificación, implementación, análisis e interpretación de resultados). Este proceso de aprendizaje es de doble vía y conduce al desarrollo personal y profesional de la población local y los investigadores. Los resultados que se esperan de este objetivo son cambios positivos en las actitudes; mejora en las habilidades de comunicación, gestión y espíritu empresarial; y mayor capacidad de organización. Además de adquirir conocimientos y habilidades a través de un proceso de aprendizaje, este objetivo sugiere que la participación es una forma de mejorar el cambio social y la equidad a través de una mayor capacidad de articulación y negociación, liderazgo, acción colectiva, así como la conciencia crítica, y la autoestima de los grupos sociales marginados (Probst *et al.*, 2000).

Estos dos objetivos, aunque no se excluyen mutuamente, requieren diferentes niveles de intensidad en la participación y diferentes tipos de habilidades por parte de los agentes de cambio (investigadores, agentes de extensión, organizaciones no gubernamentales-ONGs, entre otros). Por ejemplo, un enfoque participativo con un objetivo funcional requiere un nivel modesto de participación como cuando se solicita que los productores compartan sus puntos de vista o su participación en la

evaluación de las innovaciones presentadas. Hay numerosas herramientas disponibles en la literatura, tanto en mejoramiento genético de plantas como en la gestión de los recursos naturales, para lograr este objetivo de manera eficaz (para más detalles de estas herramientas ver [www.prgaprogram.org](http://www.prgaprogram.org) [Consulta: 7.10.2005]). Esto puede llevarse a cabo, por ejemplo, a través de actividades participativas de evaluación de tecnologías, como la evaluación de variedades de cultivo y selección por los productores. En contraste el objetivo de empoderamiento y fortalecimiento institucional persigue una dimensión más compleja de logros, esperando apoyar a los agricultores a construir sus propias capacidades para un manejo colectivo de los recursos naturales, la resolución de conflictos, negociación, desarrollo empresarial, manejo de planes de crédito, y la articulación y comunicación de sus inquietudes y necesidades a las autoridades. El objetivo de fortalecimiento institucional también persigue el apoyo a los agricultores en el diseño eficiente de sus propias instituciones, experimentos y registro de las observaciones de los procesos y prácticas. A partir de los resultados de este objetivo se espera que los productores puedan tomar decisiones con base en su propia evaluación de las innovaciones. Esto requiere de un compromiso y habilidades más allá de las herramientas para la evaluación de la tecnología. Se requieren habilidades tales que permitan la evaluación de puntos de vista de las personas, percepciones, prejuicios, y la retroalimentación positiva y negativa. Es por lo tanto fundamental aclarar el tipo de objetivos que se fijan para un programa de investigación integrada y participativa, puesto que estos determinarán los resultados e impactos esperados.

La investigación participativa está incursionando hacia un marco de aprendizaje, donde el empoderamiento de los usuarios y desarrollo de su capacidad— así como el aprendizaje institucional a través de procesos iterativos de reflexión y acciones posteriores — son productos intermedios críticos para lograr impactos substanciales en los objetivos globales del desarrollo: mitigación de la pobreza y sostenibilidad del medio ambiente.

## **Claridad en los Resultados Esperados**

El objetivo de cualquier programa de investigación en un país en desarrollo es incrementar la oferta de alimentos y mejorar el bienestar de la población rural mediante mejoras en sus sistemas productivos. Estas mejoras son medidas por indicadores específicos tales como productividad, rentabilidad, reducción de la dureza del trabajo, menor exposición a pesticidas químicos, aumento de la eficiencia en el uso y manejo de los recursos naturales, mejora de la percepción de problemas, mejora de las capacidades empresariales, mejora de los conocimientos sobre el mercado y acceso mejorado a los mercados. Dependiendo cual sea el tipo de investigación participativa, funcional o de empoderamiento (desarrollo de capacidades), es esencial contar con objetivos específicos claros. Sin embargo en la medida en que la investigación integrada y participativa es interpretada de manera diferente por los diferentes actores

involucrados, los resultados esperados también pueden ser interpretados de manera diferente lo cual hace que la evaluación de impacto sea difícil. Lilja y Ashby (2001) señalaron que la gran diversidad de objetivos e impactos esperados atribuidos a la participación dificultan la tarea de identificar los impactos más importantes para la evaluación, en relación con la variedad de intereses de los actores involucrados.

La dificultad de evaluar el impacto de la investigación participativa es vista como un obstáculo para establecer este método como una práctica estándar de las organizaciones de investigación agrícola, lo cual es esencial para el escalamiento a un mayor número de beneficiarios en un área geográfica más amplia. Teniendo en cuenta el alto grado de heterogeneidad que existe entre los productores familiares de escasos recursos y sus sistemas de cultivo, así como la diversidad de ambientes de producción, desde el punto de vista de costos se argumenta también que las tecnologías promisorias, generadas por los métodos participativos, pueden tener un impacto limitado a las condiciones en las cuales fueron probadas/desarrolladas. Este aspecto conlleva preguntas acerca de la eficiencia de la investigación. En otras palabras, si la investigación participativa es esencial para el desarrollo de tecnologías para sistemas complejos, en un proceso en el que la comprensión del sistema es fundamental, ¿cómo puede tener un impacto a gran escala? Esto implica que cada subsistema dentro de un sistema de producción requiere el mismo nivel de compromiso intenso con una gran variedad de actores de la producción (stakeholders en inglés) para desarrollar innovaciones útiles. En este caso, los sistemas – definidos en atención a su acceso a mercados, y factores agroecológicos y sociales – pueden variar dentro de distancias cortas. Otra pregunta importante se relaciona con cómo diseñar un programa de investigación que adopte un enfoque de empoderamiento participativo de modo que sirva a un mayor número de beneficiarios, por ejemplo a productores de todo un país.

Conroy y Sutherland (2004) demuestran que, contando con determinadas condiciones y mediante el uso apropiado del concepto de dominio de recomendaciones, el número potencial de productores familiares de bajos recursos beneficiarios podría ser grande. Desde otra perspectiva, el principal atractivo de la investigación participativa integrada es su capacidad para atender la condición de heterogeneidad de los productores de bajos recursos. En este contexto el objetivo de la investigación participativa es fundamental. Se destaca que el objetivo de los ensayos de adaptación, no siempre es orientado a obtener mediciones, sino que más bien a captar las opiniones de los productores acerca de la practicidad de la idea, siendo el resultado esperado más importante el progreso general de un grupo de aprendizaje (Petheram, 2000). Por lo tanto para evaluar los impactos y efectividad de un programa integrado de investigación participativa, es esencial que los objetivos del programa sean formulados de una forma clara. Esto ayuda a identificar cuales impactos deben ser evaluados y facilitará la institucionalización y el escalamiento del enfoque de la investigación.

## Entendimiento de las Vías de Impacto

Los procesos asociados con la generación, adopción, y difusión de innovaciones son complejos por cuanto involucran interacciones directas o indirectas entre diferentes organizaciones y entidades, y los usuarios finales. Por estas razones la evaluación de impacto, por su complejidad inherente, con frecuencia se ciernen como una nube negra que amenaza el proceso (Mackay y Horton, 2003). Este proceso afecta las percepciones, objetivos y actividades de diferentes actores y cómo la información de la investigación es generada, interpretada y difundida. La evaluación de impacto, por lo tanto, no puede separarse del modo en que se manejó la investigación y los resultados fueron generados, aspectos que en última instancia impactan en el desarrollo de la investigación agrícola. La evaluación no debe resumirse a una simple relación de éxitos, sino de cómo y por qué tanto los éxitos como los fracasos fueron logrados u ocurrieron (Mackay y Horton, 2003). El deseo de generar un modelo de este proceso que pueda ser adoptado en masa no es posible puesto que no existe el modelo ideal para manejar procesos humanos complejos, tales como los de investigación y desarrollo agrícola, que se ajusten a todas las situaciones socio-económicas, políticas y culturales. Sin embargo, existen principios importantes. Hall *et al.* (2003) ofrecen las siguientes sugerencias útiles para programas orientados a procesos:

- Cambiar a un enfoque de sistemas de innovación, desde un marco de resolución de problemas a un marco de aprendizaje.
- Cambiar hacia protocolos de investigación de acción en lugar de herramientas de gestión del ciclo de proyecto.
- Desarrollar proyectos que involucren grupos de socios locales, en los que la identificación de socios pasa a formar parte de las tareas de la investigación.
- Usar métodos de análisis de los participantes del proceso para lograr agendas transparentes.
- Efectuar el monitoreo de las funciones e intereses de los socios y partes interesadas para mantener el enfoque en la pobreza.

Algunas instituciones de investigación empezaron a documentar procesos e innovaciones institucionales desarrolladas y utilizadas por proyectos específicos, así como las lecciones aprendidas de otros programas (p. ej. Shambu *et al.*, 2006). Los proyectos de investigación que intentan el escalamiento de métodos participativos necesitan vigilar de cerca y documentar los procesos sociales de las interacciones entre los diferentes actores, a través de la autoreflexión, y extraer lecciones de manera continua a lo largo de los ciclos de aprendizaje del proyecto. Esto permite el desarrollo de vínculos plausibles entre los impactos y actividades, y podría facilitar el escalamiento del proceso de aprendizaje.

El proceso mediante el cual los impactos de la investigación agrícola en los medios de subsistencia de las sociedades rurales y el medio ambiente, es influenciado por un serie de factores internos (a nivel de la familia del productor) y externos (a nivel de la comunidad, regional, nacional e internacional). Además, las sociedades rurales están inmersas en un proceso dinámico de aprendizaje, introduciendo ideas e innovaciones de una variedad de fuentes externas, y son influenciadas por varios actores del desarrollo (p. ej. investigadores, agentes de extensión, otros agentes del desarrollo, comerciantes, y otros agricultores). Teniendo en cuenta estos procesos dinámicos que involucran una gran variedad de agentes, el seguimiento de los impactos de los resultados complejos de las investigaciones agrícolas (tales como tecnologías de gestión de recursos naturales) de un proyecto específico de investigación puede ser difícil.

El enfoque participativo integrado necesita una estrategia diferente cuando se trata de evaluar el impacto de la investigación. Los análisis de costo-beneficio utilizados en estudios económicos de la investigación deben complementarse con un análisis basado en el proceso que establece los vínculos (vías de impacto) entre las actividades y resultados del programa, y que identifica los factores que conducen al éxito. Las lecciones aprendidas de este último análisis facilitarán el escalamiento de las experiencias de aprendizaje de la investigación participativa.

Con el fin de complementar el modelo económico para la evaluación de impacto, Douthwaite *et al.* (2003) proponen la adopción de un procedimiento de evaluación de impacto en dos etapas. En la primera etapa un proyecto de investigación desarrolla una vía de impacto, esto es, ‘una teoría explícita o modelo que explica cómo el proyecto se ve asimismo en una situación en la que está logrando un impacto’. La ‘vía de impacto’ se define como un enfoque general para la conceptualización de los procesos de impacto, que proporciona un marco para la planificación de la investigación y el diseño de los estudios de evaluación (Springer-Heinze *et al.*, 2003). Esto puede presentarse en forma de un organigrama de actividades, resultados, efectos, resultados intermedios y los impactos, especificando una cadena de supuestos vinculados con los recursos, actividades, resultados intermedios, y el objetivo final del programa (Bickman, 1983, citado por Mackay y Horton, 2003). A continuación el proyecto, utiliza la vía de impacto para guiar la auto-evaluación y así consolidar los beneficios directos en sus sitios piloto. En la segunda etapa la evaluación de impacto *ex post* del proyecto se realiza mediante el análisis de costo-beneficio. El uso de la vía de impacto en el inicio del proyecto ayuda a centrar las actividades del proyecto en los éxitos posibles, y la auto-evaluación ofrece la oportunidad de revisar los supuestos en la vía de impacto y aprender del proceso.

## Adoptando un Marco Institucional de Aprendizaje

Es común aceptar que la investigación participativa integrada implica un proceso de aprendizaje en el cual agricultores, investigadores y otros actores de la red de innovación aprenden de las experiencias y conocimientos de cada uno. Este proceso también requiere que las instituciones que aplican la investigación participativa adopten un marco de aprendizaje organizacional. Este se define por Dixon (1994, citado por Conroy y Sutherland, 2004) como *un proceso de aprendizaje en todos los niveles de la organización (individuo, grupo o nivel de sistema) que permite una transformación continua de la organización en una dirección que es cada vez más satisfactoria a sus grupos de interés.*

En contraste a lo anterior se encuentra un enfoque de dictado, de arriba hacia abajo, que aún es frecuente en muchos institutos de investigación agrícola, el cual no fomenta la apertura, inhibe la innovación y no cuenta con incentivos individuales para que los investigadores asuman riesgos en la investigación. Este proceso de aprendizaje organizacional requiere un cambio en las actitudes y prácticas en la organización más allá de un proyecto específico. En otras palabras, el aprendizaje institucional representa un ‘proceso a través del cual surgen nuevas formas de trabajo’ (Hall *et al.*, 2003). Existen algunos ejemplos de sistemas nacionales de investigación que aplican el proceso de aprendizaje organizacional. Uno de estos casos es descrito en Amédé *et al.* (2006) para las tierras altas de África, en el cual se intenta aplicar una gestión integrada de los recursos naturales enfocando la mejora de las condiciones de vida de los habitantes mediante la investigación participativa y procesos de aprendizaje institucional. Sin embargo, este enfoque no es común entre las instituciones de investigación agrícola. Esta brecha en el desarrollo institucional hacia un marco de aprendizaje organizacional contribuye a una lentitud de la institucionalización de la investigación integrada y participativa y su escalamiento.

Aunque los programas de investigación reconocen la importancia del proceso de investigación y de los impactos que éste puede lograr, a menudo toman en cuenta los impactos como un producto secundario y no como un producto principal. Un estudio realizado por ICARDA en torno a las necesidades de capacitación para la institucionalización de la investigación participativa y análisis de género, documentó una serie de limitaciones, entre ellas: 1) la cultura de dictado, de arriba hacia abajo, en la región, 2) un conocimiento limitado acerca de los enfoques participativos entre los gestores, investigadores y personal de extensión, 3) falta de interés o resistencia en adoptar este enfoque entre los investigadores y asistentes de investigación, 4) una cultura centrada en el clásico modelo de transferencia de tecnología, 5) estructuras de organización muy compartimentadas; y 6) manejo pobre o nulo del enfoque por organizaciones no gubernamentales y sociedades civiles (Braun, 2005).

En otras regiones, este sistema jerárquico resulta ser un factor que inhibe los procesos de aprendizaje y frena un cambio organizacional positivo. Al revisar el desarrollo de la investigación y la extensión agrícola de la India, Raina (2003) concluye que la ‘jerarquía de las políticas hacia la investigación y de allí a la extensión es un importante obstáculo institucional para lograr el impacto deseado de la tecnología agrícola. La cultura jerárquica (de arriba hacia abajo) se ve reforzada por el estrato de toma de decisiones que aspira a políticas económicas centralizadas, por ejemplo, políticas con el mandato de establecer cuotas de producción en determinados cultivos ‘estratégicos’. Estas políticas desalientan a los agricultores a elegir cuáles cultivos sembrarán, y por el contrario los orientan a elegir cultivos estratégicos para la seguridad alimentaria, el empleo y los ingresos. Estos últimos cultivos puede incluir prácticas que no son amigables desde el punto de vista ambiental (p. ej. el agotamiento de las aguas subterráneas y la salinización de la tierra) o que pueden no ser eficientes desde el punto de vista económico. En tal ambiente de políticas, es poco probable que la investigación agrícola y los sistemas de desarrollo adopten enfoques donde los agricultores son tratados como socios en un proceso de aprendizaje.

El aprendizaje institucional debe ser deliberado y planificado con base en el principio fundamental de ampliar el impacto de la investigación agrícola a los agricultores de escasos recursos. Este aprendizaje se puede lograr si existe una plataforma donde los diferentes actores (organizaciones diferentes, agricultores, investigadores, extensionistas) puedan discutir de manera abierta y en último caso puedan cambiar las discrepancias en las perspectivas, objetivos, expectativas, y características de la organización, así como las reglas que limitan el sistema de innovación.

## **Fortaleciendo Asociaciones Efectivas entre Actores**

La adaptación y adopción de innovaciones para mejorar la vida de los pobres en las zonas áridas, es un proceso complejo e involucra a muchos investigadores de diferentes organizaciones, incluyendo organizaciones de investigación internacionales, regionales y nacionales, organizaciones de desarrollo a diferentes niveles (local, regional, nacional, e internacionales), varios organismos gubernamentales y no gubernamentales, productores agrícolas, agentes del mercado y los consumidores, que en su conjunto constituyen los sistemas de innovación (Horton y Mackay, 2003). La promoción y fortalecimiento de asociaciones locales entre los actores mencionados son esenciales para lograr el éxito de un programa. La interacción entre estos socios es importante, puesto que todos ellos comparten el mismo objetivo de mejorar el bienestar rural con diferentes fortalezas, ventajas comparativas y recursos. Comprender y hacer uso del sistema de innovación local, ayuda en el diseño de mecanismos de intercambio de conocimientos así como a desbloquear las posibles limitaciones para la generación de tecnología y el proceso de difusión.

El éxito de la investigación participativa integrada para el desarrollo se puede medir por el impacto global en el bienestar de los agricultores de escasos recursos que no están bien servidos por los enfoques convencionales de investigación. Para ser rentable, el alcance del enfoque debe ampliarse a un gran número de familias de escasos recursos. Es necesario no sólo escalar los resultados funcionales o eficientes de los enfoques participativos integrados, sino que también sus resultados en torno al empoderamiento. Esta es sin duda una tarea que va más allá de la capacidad de las organizaciones de investigación.

En un mundo ideal, donde los servicios de extensión eficaces existen y las organizaciones de la sociedad civil son operativas, podría existir una división clara del trabajo, donde los investigadores se centran en el desarrollo de innovaciones, y la extensión y las organizaciones de la sociedad civil en el escalamiento y los aspectos de fortalecimiento. Esto puede lograrse como un programa sin separación entre los socios. Para ello se requiere de mecanismos para facilitar los procesos en los que intervienen diferentes actores, garantizando tomas de decisiones coordinadas, la fluidez de la información y el intercambio de conocimientos. La división del trabajo es esencial para la asignación de tareas y responsabilidades, aprovechando las fortalezas de los socios participantes en el programa, y aprovechando el poder del enfoque disciplinario para hacer frente a problemas críticos.

Pero el mundo real está muy lejos de este escenario ideal. Sistemas de extensión débiles y falta de organizaciones de la sociedad civil son la norma y no la excepción en las zonas áridas. Esto limita que la investigación participativa pueda ser masificada a escalas nacionales o regionales. La escasez de las sociedades civiles y la debilidad de los servicios de extensión en muchos sistemas agrícolas nacionales es un obstáculo al escalamiento y a la institucionalización de enfoques integrados de investigación para el desarrollo. Sin embargo, una consideración crítica para la aplicación de la investigación participativa integrada es la inclusión de los servicios de extensión en el programa. Esto requerirá de actividades de fortalecimiento del personal de extensión para que estos recursos humanos formados puedan llevar adelante la expansión del programa de investigación y desarrollo a un mayor número de beneficiarios. Aunque los servicios de extensión pueden ser débiles en muchos países en desarrollo, los recursos humanos disponibles son a menudo infrautilizados. Por lo tanto, la participación efectiva de los servicios de extensión aumentaría las posibilidades de escalamiento de los principios de la investigación participativa y acelerar la transferencia de su experiencia de aprendizaje

## **Fortalecimiento de la Coordinación entre Actores**

Aun cuando un número razonable de diferentes tipos de organizaciones estén involucradas en un proyecto integrado con métodos participativos, la coordinación de



estas organizaciones es problemática. Por supuesto que esta no es una característica exclusiva de la investigación participativa. De acuerdo con Lloyd-Laney *et al.* (2003), en el ambiente del desarrollo, la mejor coordinación entre la generación de información y la difusión ocurre si la coordinación es aplicada en todos los niveles que sean necesarios para el logro de los objetivos de desarrollo. Debido a que la orientación moderna de la investigación participativa abarca múltiples objetivos, lo cual requiere la participación de diferentes actores, la coordinación se hace aún más crítica.

Existen numerosas barreras inter- e intrainstitucionales que dificultan una mejor coordinación, como se encontró en un proyecto en las zonas áridas de la provincia de Punjab en Pakistán (Von Korff, 2002). En este proyecto fue difícil coordinar la investigación entre institutos provinciales, institutos nacionales de investigación, los componentes de desarrollo del proyecto (incluidos los de formación y apoyo a las organizaciones de la comunidad y los que proporcionan microcréditos a las mujeres), y los departamentos del ministerio - todos ellos con una participación específica en el proyecto. Un estudio de investigadores de ICARDA y socios de los sistemas nacionales de investigación agrícola involucrados en varios proyectos de investigación adaptativa reveló que muchos investigadores gustaría contar con mayor integración (de la que existe) entre disciplinas y con otros actores, incluyendo los programas nacionales, organizaciones no gubernamentales y el sector privado. Una mejor coordinación significa una mayor eficiencia en la ejecución del proyecto y que la información necesaria llegue a los beneficiarios (Von Korff, 2003). Para ello se requiere que las habilidades tales como facilitar procesos que involucran diferentes actores, deben estar disponibles entre los socios. Los proyectos que participan en la investigación participativa con actores múltiples deben reconocer esta necesidad desde el primer momento e incluirla como parte del plan de ejecución con la asignación adecuada de recursos.

La investigación integrada participativa requiere de recursos adicionales para dar cabida a la interacción intensiva entre agricultores y los diferentes actores. Esto es necesario para una mayor coordinación entre diferentes disciplinas y actores tales como agricultoras y agricultores, líderes de grupos de agricultores, personal de extensión, organizaciones no gubernamentales, departamentos gubernamentales, y proyectos de desarrollo. Una coordinación eficaz, permitirá que estos socios puedan complementarse, además de que la investigación participativa beneficie un mayor número de productores. Pero debe tenerse en cuenta que crear estas alianzas efectivas acrecentará los costos de transacción, debido a una mayor frecuencia de reuniones y talleres para desarrollar un entendimiento común de conceptos y objetivos, y formular programas de trabajo entre los socios. La experiencia de los proyectos en los que participan diferentes socios, como la generada en el proyecto de ICARDA y sus colaboradores en relación con la producción de rumiantes menores en las zonas áridas de Latinoamérica, revela que el ensamblaje de asociaciones locales fue una actividad difícil que requirió mucho tiempo (Aw-Hassan, 2008; ICARDA, 2009). Todo esto

significa que la investigación participativa integrada tiene una acción más intensiva que los enfoques convencionales. La hipótesis que deriva de este análisis es que la eficaz colaboración entre actores es un ingrediente esencial para el éxito del enfoque y que en el largo plazo será más rentable y tendrá un impacto tangible en los productores de escasos recursos.

## Considerar el Contexto del Desarrollo

Los agricultores de las zonas áridas se enfrentan a condiciones ambientales y socio-económicas particulares que generan alta pobreza. Existen también opciones tecnológicas prometedoras. Sin embargo la simple selección de opciones tecnológicas no es suficiente para asegurar la adopción. El escalamiento del impacto de esas opciones tecnológicas requiere políticas facilitadoras y un entorno institucional también facilitador. El contar con instituciones locales fortalecidas, infraestructura rural, vínculos con el sector empresarial, micro-financiamiento, seguros, grupos de interés de agricultores, y otras innovaciones institucionales, es vital para una mayor difusión de las tecnologías prometedoras.

El principal atractivo del enfoque participativo en la investigación agrícola y el desarrollo es su habilidad para llegar a los agricultores de escasos recursos y movilizar sus conocimientos, habilidades y experiencias para resolver con mayor pragmatismo los problemas que afectan a sus medios de subsistencia. Una característica de los agricultores de escasos recursos, en particular en las zonas áridas, es que viven en ambientes que carecen de servicios esenciales, tales como abastecimiento de agua, servicios de salud, y acceso a los mercados (mercados de materias primas e insumos, y mercados financieros, por ejemplo). Esta realidad de subdesarrollo que confronta un profesional de investigación participativa, afecta de manera negativa al bienestar de las familias de escasos recursos, así como sus preferencias inmediatas. Debido a esta carencia de infraestructuras y servicios, la aplicación efectiva de la investigación participativa integrada se ve obstaculizada (Aw-Hassan, 2008).

Es importante señalar que la infraestructura deficiente y la falta de servicios rurales es una realidad en muchas zonas áridas y ambientes marginados. Por tanto los profesionales tienen que desarrollar estrategias para trabajar con esta realidad. Una de esas estrategias es la de formar alianzas con organizaciones de desarrollo que pueden atender las necesidades inmediatas de la población, mientras que la investigación se centra en la tarea de generar y adaptar las innovaciones agrícolas. Pero trabajar con proyectos de desarrollo implica contar con estrategias de alianza y colaboración con expectativas y funciones claras, cuyo ensamblaje requiere de habilidades y actitudes carentes en las organizaciones tradicionales de investigación. La necesidad y el compromiso de tener un impacto en la economía de los productores de escasos recursos a través de enfoques integrados de investigación participativa, es la creación de una

demanda para tales habilidades. Aunque alcanzar los resultados de la investigación lleva tiempo, algunas de las ideas generadas en el proceso pueden llegar a ser suficientes como para sugerir una dirección clara para el proyecto de desarrollo anticipando etapas para la adopción. Tal escenario, si se concreta, puede tener un impacto importante. Una dimensión importante del contexto de desarrollo es el uso del acceso a los mercados como un punto de entrada para la movilización de las comunidades rurales y como una vía para la innovación y el cambio. Este enfoque orientado hacia el mercado puede ayudar a revisar temas preferenciales de la investigación y los mandatos establecidos por el programa.

## **Tener en Cuenta los Aspectos de Género es Esencial**

El género ha sido una brecha importante en los enfoques de investigación participativa integrada. La literatura en relación con el análisis de género y su importancia en la investigación para el desarrollo, es voluminosa. Las mujeres agricultoras y los agricultores contribuyen a actividades distintas y complementarias en el manejo agronómico del sistema de producción y por lo tanto tienen diferentes conocimientos, habilidades, preferencias y necesidades (Farnworth y Jiggins, 2003). Por ejemplo, las mujeres prefieren los atributos de ahorro, de mano de obra, y de variedades de cultivos, así como la madurez temprana para evitar el hambre estacional. Estas preferencias, que están asociadas con los productores de bajos ingresos, pueden formar excelentes indicadores para establecer las prioridades del mejoramiento genético en el sentido de alivio de la pobreza. Un libro dedicado al tema de género (The World Bank, FAO e IFAD, 2009) puso de relieve qué el género debe ser un tema fundamental en la agricultura. Según el libro las mujeres: 1) desempeñan una función vital aunque no reconocida en la producción agrícola, la seguridad alimentaria de los hogares y la nutrición de la familia, 2) manejan sistemas complejos con alta diversidad de especies, 3) tienen acceso limitado a servicios e insumos agrícolas, no cuentan con activos, y se relacionan más con la producción de cultivos de subsistencia, 4) no sólo se dedican a la seguridad alimentaria sino que también a la agricultura comercial, y 5) cuentan en casi todos los países en desarrollo con la producción de cultivos como su principal fuente de empleo. El libro también destaca que la inclusión de las cuestiones de género y la equidad en la investigación, es de particular importancia para el desarrollo agrícola, y para reaccionar con eficacia a los cambios que afectan a la agricultura (p. ej., de los mercados, las tecnologías, la composición del hogar, el medio ambiente, y los flujos de migración).

La investigación participativa con enfoque de género en la producción ganadera está rezagada en relación con la investigación de los cultivos. Una falla de los programas de mejoramiento genético de ganado en los países en desarrollo se atribuye a la baja capacidad de involucrar a los agricultores (beneficiarios finales) en la planificación y ejecución (Roessler *et al.* 2008). A diferencia de los programas de mejoramiento

gubernamentales y de desarrollo, los pequeños productores de ganado en los países en desarrollo tienen a menudo objetivos de mejoramiento múltiples y complejos (Köhler-Rollefson, 2000; Bebe *et al.*, 2003; Moll, 2005; Moll *et al.*, 2007; Kosgey *et al.*, 2006; Roessler *et al.*, 2008), que derivan de la naturaleza misma de los sistemas de producción (Wollny, 2003; Ouma *et al.*, 2007). Los objetivos de mejoramiento de los pequeños criadores de ganado se relacionan con productos con valor económico tangible, además de productos sin valor tangible en el mercado y con beneficios intangibles tales como el ahorro, seguro y estatus social (Moll *et al.*, 2007). La investigación también ha demostrado que la mejora a través de cruzamiento de razas no siempre es efectiva (Tibbo *et al.*, 2008, Ayalew *et al.*, 2003), porque a menudo las razas participantes como mejoradoras, no tienen los atributos apropiados de adaptación (Drucker *et al.*, 2001). Como resultado, los programas de cría de animales que enfocan demandas del mercado a corto plazo, en muchos casos no son positivos (Olesen *et al.*, 2000). Por tanto los programas de mejora ganadera debe incluir objetivos múltiples de mejoramiento y respetar las preferencias culturales de la comunidad (Ayantunde *et al.*, 2007; Kosgey y Okeyo, 2007) y, en particular, las preferencias de las mujeres quienes en general cuidan y crían a los animales.

Se anticipa que los sectores más vulnerables y marginados experimentarán el mayor impacto del cambio climático (IPCC, 2007), y por tanto tienen una urgente necesidad de estrategias de adaptación a los cambios en los patrones del clima. Comprender las causas de las actuales desigualdades de género ayudará a comprender cómo el cambio climático puede exacerbar esas desigualdades y cómo las medidas de adaptación pueden evitar tal escenario. En tal contexto es necesario poner de relieve que las mujeres demostraron siempre una notable capacidad de adaptación. Estos puntos de vista señalan que el análisis de género debe ser un factor clave para el éxito de la investigación participativa integrada y que ésta genere impactos sostenibles y equitativos.

## **Fortalecer el Desarrollo de Capacidades**

La capacidad humana es la clave para la institucionalización y escalamiento de enfoques integrados de investigación participativa. Existe una amplia variación en las habilidades y capacidades entre los programas nacionales en los países en desarrollo, pero la capacidad regional en las zonas áridas puede ser descrita como baja debido a la también baja tasa de difusión de la investigación participativa integrada en comparación con zonas más favorables. Las competencias que deben ser desarrolladas incluyen la facilitación de procesos de actores múltiples, análisis de actores múltiples, gestión de procesos, definición de prioridades de la participación, la evaluación del impacto, y análisis centrado en el género (Aw-Hassan, 2008). El fortalecimiento de la capacidad institucional debe seguir siendo una prioridad al promover la investigación participativa integrada, la evaluación de impacto y el análisis de género. Esto puede llevarse a

cabo a través de la capacitación formal en combinación con el trabajo de formación y tutoría en la configuración del proyecto. Sin embargo, la falta de seguimiento luego del entrenamiento formal puede resultar en un fortalecimiento ineficaz y fallido. Un débil seguimiento del entrenamiento ha sido percibido como una preocupación en los inicios de los esfuerzos en fortalecimiento y desarrollo de capacidades (Aw-Hassan, 2008).

## **Inversión Sostenida y a Largo Plazo**

Un factor importante que influye en la propagación de los métodos participativos en la investigación y el desarrollo agrícola es el financiamiento. El aumento en el número de proyectos que incluyen métodos participativos es una clara indicación de esa influencia. Hay buenos ejemplos de proyectos que con éxito aplican los enfoques de investigación participativa en las zonas áridas y su número va en aumento. A largo plazo, es plausible suponer que los conocimientos y capacidades adquiridos en estos proyectos alcanzarán un nivel crítico que conllevará cambios organizacionales favorables a la investigación participativa y el análisis de género. En otras palabras, los proyectos de investigación participativa, contribuirán al desarrollo institucional de un sistema de investigación agrícola orientado a los impactos y que responda a sus clientes. Hasta el momento, a pesar del aumento en el número de proyectos de este tipo, no se han logrado cambios en las organizaciones. Una razón de ello radica en que los proyectos son a menudo diseñados con una proyección de corto plazo y están orientados sólo a resolver problemas. Los proyectos que abordan el cambio organizacional y los aspectos estructurales y de la capacidad a nivel institucional, son raros. Sin recursos adicionales que aborden las cuestiones de organización y desarrollo de capacidades, los efectos de la financiación de proyectos a corto plazo pueden no sostener la investigación con un enfoque participativo.

## **Conclusión**

El movimiento hacia la investigación participativa ha hecho grandes avances en la promoción de un programa de investigación más consciente, donde los usuarios finales de las innovaciones se involucran y participan en el desarrollo de innovaciones. Hay numerosos casos que miden los impactos de la investigación participativa. Queda por determinarse si el movimiento hacia una investigación participativa tendrá éxito en la transformación de los sistemas de investigación agrícola de manera que el enfoque sea institucionalizado y sus resultados escalados a un mayor número de beneficiarios. Algunos de los factores que influyen en el impacto institucional incluyen: adaptación de un marco institucional de aprendizaje, atención a los procesos de aprendizaje, creación de asociaciones locales, estrategias adecuadas de evaluación de impacto (incluyendo el desarrollo de vías de impacto del proyecto), y la consideración del fortalecimiento y de las capacidades de las organizaciones asociadas y socios individuales. Las

limitaciones que afectan el escalamiento de enfoques de investigación participativa en investigación y desarrollo agrícola, que se destacan en este trabajo, son similares a las dificultades enfrentadas por el desarrollo en procesos de escalamiento. Estas dificultades incluyen altos costos, un marco institucional hostil, dificultades de cooperación entre los diferentes actores y ausencia de logística para el escalamiento, p. ej. para la capacitación de un gran número de participantes (Binswager y Aiyar, 2003).

Los administradores de la investigación deben tener en cuenta estas estrategias con el fin de promover un entorno que sea favorable a la investigación participativa y que tenga un impacto duradero. También deberían dar adecuada atención a la participación del agricultor en el establecimiento de prioridades de investigación y en la revisión de los mandatos de un programa cuando sea necesario. Los donantes deben tener en cuenta los efectos de una financiación a corto plazo en la ejecución de proyectos de investigación participativa, los cuales requieren tiempo substancial más allá de un corto plazo, por lo menos al inicio del proyecto, en particular para ensamblar relaciones y asociaciones, tanto entre agricultores e investigadores como entre otros actores en el proceso. Estas consideraciones pueden acelerar el uso de enfoques participativos en la investigación agrícola y el desarrollo, y aumentar las posibilidades de que la investigación agrícola tenga un impacto en beneficio de los pobres.

## Literatura Citada

- Amédé, T., L. German, S. Rao, C. Opondo and A. Stroud (ed.). 2006. Proceedings of the African Highlands Initiative Conference, 12-15 October, 2004, Nairobi, Kenya, AHI, Kampala, Uganda.
- Aw-Hassan, A. 2008. Strategies for out-scaling participatory research approaches for sustaining agricultural research impacts. *Development in Practice* 18(4): 564-575.
- Ayalew, W., B. Rischkowsky, J.M. King and E. Bruns. 2003. Crossbreds did not generate more net benefits than indigenous goats in Ethiopian smallholdings. *Agricultural Systems* 76: 1137-1156.
- Ayantunde, A.A., M. Kango, P. Hiernaux, H.M. Udo and R. Tabo. 2007. Herders' perceptions on ruminant livestock breeds and breeding management in South Western Niger. *Human Ecology* 35: 139-149.
- Bebe, B.O., H.M.J. Udo, G.J. Rowlands and W. Thorpe. 2003. Smallholder dairy systems in the Kenya highlands: breed preferences and breeding practices. *Livestock Production Science* 82: 117-127.
- Binswager, H.P. and S.S. Aiyar. 2003. Scaling Up Community-Driven Development: Theoretical underpinnings and program design implications. World Bank Policy Research Working Paper 3039, available at <http://ssrn.com/abstract=636401> (Consulta: 17.5.2011).
- Braun, A. 2005. Assessment of Capacity Development for Participatory Research and Gender Analysis among ICARDA and Partner Institutions. Report for PRGA by PAIDEIA Resources, Nelson, New Zealand. 63 pp.
- Conroy, C. and A. Sutherland. 2004. Participatory technology development with resource-poor farmers: Maximising impact through the use of recommendation domains. Agricultural Extension and Research Network Paper No. 133, London: Overseas Development Institute, available at [http://www.odi.org.uk/agren/papers/agrenpaper\\_133.pdf](http://www.odi.org.uk/agren/papers/agrenpaper_133.pdf) (Consulta: 17.5.2011).
- Dixon, N.M. 1994. *Organizational Learning: Becoming Intentional*. New York: McGraw-Hill.

- Douthwaite, B., T. Kuby, E. van de Fliert and S. Schulz. 2003. Impact pathway evaluation: an approach for achieving and attributing impact in complex systems. *Agricultural Systems* 78(2): 243-265.
- Drucker A. G., V. Gomez and S. Anderson. 2001. The economic valuation of farm animal genetic resources: a survey of available methods. *Ecological Economics* 36: 1-18. <http://www.ilri.org/html/Valuation%20Methods%20Review.pdf> (Consulta: 17.5.2011).
- Farnworth, C. R. and J. Jiggins. 2003. Participatory Plant Breeding and Gender Analysis, PRGA and CGIAR. 116 pp.
- Hall, A., V.R. Sulaiman, N. Clark and B. Yoganand. 2003. From measuring impact to learning institutional lessons: an innovation systems perspective on improving the management of international agricultural research. *Agricultural Systems* 78(2): 213-241.
- ICARDA. 2009. Strengthening Institutional Capacity to Improve Marketing of Small Ruminant Products and Income Generation in Dry Areas of Latin America. Final Project Report 2003-2008. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Syria. 101 pp.
- Horton, D. and R. Mackay. 2003. Using evaluation to enhance institutional learning and change: recent experiences with agricultural research and development. *Agricultural Systems* 78(2): 127-142.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Core Writing Team, R.K. Pachauri and A. Reisinger, ed.). IPCC, Geneva, Switzerland. 104 pp.
- Köhler-Rollefson, I. 2000. Management of animal genetic diversity at community level. GTZ, Eschborn. <http://www.ilri.org/html/koehl.pdf> (Consulta: 17:5.2011).
- Kosgey I. S., R.L. Baker, H.M.J. Udo and J.A.M. van Arendonk. 2006. Successes and failures of small ruminant breeding programs in the tropics: a review. *Small Ruminant Research* 61: 13-28.
- Kosgey, I. S. and A.M. Okeyo. 2007. Genetic improvement of small ruminants in low-input, smallholder production systems: Technical and infrastructural issues. *Small Ruminant Research* 70: 76-88.
- Lilja, N. and A. Aw-Hassan. 2003. Benefits and costs of participatory barley breeding in Syria. A background paper to a poster presented at the 25th International Conference of IAAE Durban, South Africa 16-22 August 2003.
- Lilja, N. and J.A. Ashby. 2001. Overview: Assessing the impact of using participatory research and gender/stakeholder analysis, In: *Assessing the Impact of Participatory Research and Gender Analysis* (N. Lilja, J.A. Ashby and L. Sperling, ed.), Cali, Colombia. 287 pp.
- Lloyd-Laney, M. with contributions from A. Scott, H. Mackay and R. Wilkinson. 2003. Making Knowledge Networks Work for the Poor. Final report, Rugby, UK: ITDG, available at: <http://www.practicalaction.org/docs/consulting/mknwp%20project%20final%20report.pdf> (Consulta: 17.5.2011).
- Mackay, R. and D. Horton. 2003. Expanding the use of impact assessment and evaluation in agricultural research and development. *Agricultural Systems* 78(2): 143-165.
- Moll, H.A.J. 2005. Costs and benefits of livestock systems and the role of market and non-market relationships. *Agricultural Economics* 32(2): 181-193.
- Moll, H.A.J., Staal S.J. and Ibrahim M.N.M. 2007. Smallholder dairy production and markets: A comparison of production systems in Zambia, Kenya and Sri Lanka. *Agricultural Systems* 94: 593-603.
- Olesen, I., A.F. Groen and B. Gjerde. 2000. Definition of animal breeding goals for sustainable production systems. *Journal of Animal Science* 78: 570-582. <http://jas.fass.org/cgi/reprint/78/3/570.pdf> (Consulta: 17.5.2011).
- Ouma, E., A. Abdulai and A. Drucker. 2007. Measuring heterogeneous preferences for cattle traits among cattle-keeping households in East Africa. *American Journal of Agricultural Economics* 89(4): 1005-1019.

- Petheram, J. 2000. A manual of tools for participatory R&D in dryland cropping areas. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. University of Melbourne, Creswick, Victoria, Australia.
- Probst, K., J. Hagmann, T. Becker and M. Fernandez. 2000. Developing a framework for participatory research approaches in risk prone diverse environments. paper presented at Deutscher Tropentag 2000, Hohenheim, 11-12 October.
- Raina, R.S. 2003. Disciplines, institutions and organizations: impact assessments in context. *Agricultural Systems* 78(2): 185-211.
- Roessler, R, A.G. Drucker, R. Scarpa, A. Markemann, U. Lemke, L.T. Thuy and A. Valle Zárate. 2008. Using choice experiments to assess smallholder farmers' preferences for pig breeding traits in different production systems in North-West Vietnam. *Ecological Economics* 66(1): 184-192.
- Shambu, P.C., T. Laxmi and S.P. Wani. 2006. Institutional Learning and Change (ILAC) at ICRISAT: A Case Study of the Tata-ICRISAT Project. Global Theme on Agroecosystems Report No. 19, Patancheru, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. <http://www.icrisat.org/journal/agroecosystem/v2i1/v2i1instutional.pdf> (Consulta: 17.5.2011).
- Springer-Heinze, A., F. Hartwich, J.S. Henderson, D. Horton and I. Minde. 2003. Impact pathway analysis: an approach to strengthening the impact orientation of agricultural research. *Agricultural Systems* 78(2): 267-285.
- The World Bank, FAO and IFAD. 2009. Gender in Agriculture Sourcebook. The World Bank. 1818 H Street, NW, Washington, DC 20433.
- Tibbo M., K. Aragaw, J. Philipsson, B. Malmfors, A. Näsholm, W. Ayalew and J.E.O. Rege. 2008. A field trial of production and financial consequences of helminthosis control in sheep production in Ethiopia. *Preventive Veterinary Medicine* 84: 152-160.
- von Korff, Y. 2002. Report of a Workshop for Members of the Barani Village Development Program in Islamabad. 16-22 September 2002, unpublished consultancy report, Aleppo, Syria: ICARDA.
- von Korff, Y. 2003. Improving and Institutionalizing Farmer Participatory Research in the KVIRS project. Unpublished consultancy report, Aleppo, Syria: ICARDA.
- Wollny, C.B.A. 2003. The need to conserve farm animal genetic resources in Africa: should policy makers be concerned? *Ecological Economics* 45: 341-351.





# Capítulo 10

## Experiencias en Investigación Participativa en Sinergia con el Desarrollo en la Producción de Rumiantes Menores en el Semiárido del Nordeste de Brasil

Ana Clara Rodrigues Cavalcante, Expedito Aguiar Lopes  
y Marco Aurélio Delmondes Bomfim  
*Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria (Embrapa),  
Embrapa Caprinos y Ovinos, Sobral, Ceará, Brazil*

### Introducción

Las experiencias en investigación participativa son relativamente nuevas entre las instituciones de investigación del Brasil, en particular en el ambiente semiárido donde Embrapa, a través de dos centros de investigación: Embrapa Caprinos y Ovinos y Embrapa Semiárido desarrolló y aplicó desde su creación un número considerable de tecnologías para mejorar la productividad de rumiantes menores, tanto en unidades de observación como en unidades demostrativas (Balanço Social da Embrapa, 2009). La primera experiencia específica en investigación participativa fue realizada en un proyecto de colaboración con ICARDA, utilizando un financiamiento del FIDA.

El mandato geográfico de Embrapa Caprinos y Ovinos incluye todo el semiárido brasileño que se concentra en los estados de la región nordeste de Brasil. En esta región que registra elevados índices de pobreza rural los sistemas productivos pertenecen en su mayoría a pequeños productores de escasos recursos, quienes trabajan en condiciones marginales para la agricultura, en particular debido a la escasez de agua (Campello y Melo, 2002). Los sistemas son en general de subsistencia, extensivos y dependientes de la vegetación nativa contenida en una formación ecológica denominada Caatinga (Araújo Filho, 2006), y tienen una pobre conexión con los mercados, aunque cuentan con la potencialidad para suplir la gran demanda de productos de rumiantes menores en el Brasil, si acaso asumen un cambio tecnológico.

La problemática confrontada por el pequeño productor del nordeste de Brasil es compleja. Los factores técnicos que su solución implica fueron investigados por Embrapa, sin embargo la adopción de las tecnologías desarrolladas no tuvo el éxito observado en otros estados del sud. Esto se debe a una falencia de políticas y acciones estratégicas de desarrollo arrastradas desde el pasado, para encarar cambios sustantivos en el contexto de la producción y la reducción de la pobreza rural (Rocha

y Machado, 2004). Esta condición determinó secuelas que afectan la realización del cambio tecnológico: i) ausencia de incentivos suficientes que muevan al productor a adoptar la tecnología (p. ej. sus productos no reciben un precio diferencial) o porque las tecnologías pueden no haber considerado de manera suficiente los aspectos económicos críticos que confronta el productor y ii) ausencia de factores facilitadores y necesarios para que una tecnología pueda realizarse; por ejemplo, una tecnología que promueva la producción de forrajes con alta productividad agua, requerirá de una fuente de agua y un sistema conservativo de irrigación, cuya construcción y disponibilidad están fuera del alcance del productor o de cualquier esfuerzo de investigación. El cambio tecnológico, en particular en los sistemas de pequeños productores de escasos recursos, también es dependiente de aproximaciones coherentes de la investigación hacia el productor, que tomen en cuenta sus realidades y que sean inclusivas—involucrando al productor y su comunidad en su accionar. En las últimas décadas se han dado numerosos ejemplos de enfoques inclusivos que incorporan al productor con una participación activa en los procesos de generación y transferencia de tecnología, por cuanto la inducción lineal tradicional no ha sido suficientemente exitosa. Los métodos participativos que cuentan con esas características han permitido acelerar los procesos de diagnóstico, identificación de opciones tecnológicas adecuadas a la realidad campesina y en particular de investigación adaptativa. Estos métodos están cobrando importancia y han tenido un impacto importante en las intervenciones de Embrapa Caprinos y Ovinos en el área rural.

En este capítulo se describen las experiencias logradas en el proyecto conducido por Embrapa (a través de Embrapa Caprinos y Ovinos y Embrapa Semiárido) e ICARDA (2004-2008) en dos núcleos de intervención, en las comunidades de Boa Vista-Quixadá y Boqueirão, localizadas en los estados de Ceará y Pernambuco, respectivamente, además de las lecciones aprendidas que se espera sean de utilidad a iniciativas y esfuerzos similares en otras áreas de la región.

## **El Proyecto de Investigación con Acción Participativa para Resolver Problemas Identificados por los Productores**

### **Organización del proyecto**

El proyecto involucró una investigación adaptativa y participativa orientada a resolver problemas identificados que afectan a los productores de rumiantes menores en zonas áridas de Brasil. Puesto que este proyecto era financiado por una donación del FIDA, se enfatizó en la necesidad de trabajar en sinergia con un proyecto de desarrollo financiado por esta organización crediticia. De acuerdo con esta necesidad, el proyecto estableció un nexo con el PDHC con amplia jurisdicción en diferentes estados del nordeste y objetivos generales que apoyaban a productores de rumiantes menores.

La organización del proyecto incluyó las siguientes fases:

- 1) El ensamblaje de un equipo de investigadores de Embrapa con el compromiso de desarrollar un trabajo de investigación participativa y adaptativa. Esta fase no fue fácil por las orientaciones de los investigadores y la gran demanda de tiempo que el proyecto requería. Se constituyó un equipo central interdisciplinario de 11 investigadores para cubrir las siguientes áreas: socioeconomía, producción de forrajes, nutrición animal, manejo de la vegetación nativa (Caatinga) y sanidad animal. Este equipo podría ser asistido cuando fuera necesario, por otros investigadores más especializados de Embrapa Caprinos y Ovinos y Embrapa Semiárido.
- 2) El relacionamiento con el programa de desarrollo, que fue fundamental en el proceso de ejecución del proyecto, con el cual se definieron responsabilidades de trabajo. Puesto que este ensamblaje fue posterior al proceso de gestación del PDHC, surgió la necesidad de diferentes esclarecimientos metodológicos al principio y en el curso del trabajo, lo cual incidió en las agendas institucionales del PDHC y de Embrapa como tareas adicionales no programadas. La selección de la comunidad fue una tarea aportada por el PDHC con base en su sistema de información y conocimiento del área. Se decidió trabajar en dos estados con amplias zonas semiáridas: Ceará y Pernambuco. En Ceará se eligió el asentamiento Boa Vista en el municipio de Quixadá, como base del primer núcleo de aplicación del proyecto, donde un grupo de agricultores apoyados por el PDHC requería de acciones urgentes de investigación y transferencia para lograr mejorar sus magros recursos de vida. Los productores de este asentamiento fueron consultados y aceptaron el desafío de trabajar junto con investigadores de Embrapa. La selección de la comunidad que debió ser integrada al segundo núcleo de aplicación en el estado de Pernambuco, a cargo de Embrapa Semiárido, contempló problemas por cuanto la primera comunidad seleccionada fue discontinuada por voluntad de sus constituyentes, lo cual determinó un cambio de comunidad por otra comunidad alternativa: la comunidad de Boqueirão en Flores. Este cambio también afectó la agenda del proyecto y la readecuación del diseño a menor número de líneas de acción que las proyectadas para el primer núcleo de aplicación.

Simultáneamente se tomaron en cuenta otros actores del entorno productivo en Boa Vista: técnicos de una organización no gubernamental contratada por el PDHC con misión específica de asistencia técnica— el Centro para la Evaluación y Apoyo al Asalariado (CETRA) y técnicos de la municipalidad de Quixadá los que fueron incorporados al equipo de trabajo. Este grado de integración no fue posible en Boqueirão donde el proyecto sólo interactuó con Diaconía una organización no gubernamental dedicada al desarrollo rural también contratada por el PDHC.

- 3) La presentación del proyecto a las comunidades para explicar el alcance y los lineamientos generales del proyecto. Esta acción fue realizada en un taller participativo donde además los productores identificaron su problemática. La necesidad de responder a esa problemática a través del proyecto dio lugar a la creación de una fuerza común o consorcio integrado por los productores y técnicos de las diferentes organizaciones participantes. En Quixadá el taller fue coordinado por investigadores de Embrapa Caprinos y Ovinos incluyendo a los productores de la comunidad de Boa Vista, técnicos del PDHC, de CETRA y de la municipalidad de Quixadá. Con similares características en la comunidad de Boqueirão el taller fue coordinado por investigadores de Embrapa Semiárido, incluyendo a los productores y técnicos de Diaconía.

En el taller también se delineó la estrategia del proyecto, especificando las líneas de acción a ser puestas en práctica por la investigación adaptativa. Los objetivos principales de la estrategia incluían:

- Probar y adaptar tecnologías sostenibles en un medio real, de modo que éstas contribuyan al desarrollo socioeconómico del asentamiento y sean factores de sostenibilidad y afianzamiento del hombre en el campo.
- Incentivar la creatividad de los productores, valorizando los conocimientos locales.
- Incluir a jóvenes y mujeres en el proceso de adaptación y generación de tecnologías a través del método participativo.
- Capacitar a los agricultores–investigadores para que puedan transferir el conocimiento adquirido a otros productores.

Para definir las líneas de acción Embrapa presentó al grupo de productores tecnologías de diversas áreas de actuación, las cuales podrían ser aplicables a las condiciones de producción en Quixadá y Boqueirão. En un próximo taller participativo, los productores escogieron las tecnologías que más les interesaban, en función del impacto que podrían obtener con éstas en sus sistemas de producción, las tecnologías escogidas en los núcleos de aplicación se detallan en la Tabla 1.

A partir de esta selección los productores en ambos núcleos se reunieron en grupos de aplicación asociados con cada tema tecnológico.

## **Núcleos de aplicación**

### ***La comunidad Boa Vista***

Esta comunidad está ubicada en la región central del estado de Ceará. La comunidad es adyacente a una carretera pavimentada y está localizada a 18 km de la ciudad de

**Tabla 1. Factores de impacto escogidos por los agricultores- investigadores como determinantes para la selección de tecnologías.**

Núcleo	Tecnología	Factor de impacto
Boa Vista (CE)	Sistema agro-silvopastoril	Posibilidad de producción sostenible de cultivos agrícolas con valor agregado por ser producidos en un sistema orgánico. Producción sostenible de madera y reserva estratégica de forraje para los animales.
	Terminación de corderos con pastos cultivados	Posibilidad de inserción de un producto de calidad (corderos jóvenes con un máximo de seis meses de edad) en el mercado, durante todo el año, principalmente en la época seca, optimizando el uso de áreas con potencial de riego.
	Suplementación estratégica al pastoreo	La posibilidad de disponer de forraje y suplementación mineral, estratégicamente almacenados, para ser usados por las madres y reproductores durante la época seca, de modo que permitan la reproducción en esta época y el aumento de la productividad del rebaño.
Boqueirão (PE)	Unidades de producción de forraje	Ampliación de la base forrajera a través de la siembra y conservación de forrajes.
	Manejo reproductivo de ovejas	Establecimiento de estaciones reproductivas con mejora en el potencial de producción y utilización del recurso forrajero.

*Fuente:* ICARDA (2009).

*Notas:* CE = Ceará; PE = Pernambuco.

Quixadá y a 250 km de Embrapa Caprinos y Ovinos . El área total del asentamiento es de 1.366 hectáreas, 20% de las cuales están designadas legalmente como áreas de preservación de la Caatinga. En 2004 la comunidad contaba con 30 familias organizadas en una asociación de colonos. En promedio, cada familia era propietaria de 16 ovejas con un carnero y 3 vacunos. Gran parte del área tenía una escasa cobertura de árboles y arbustos, con amplios espacios abiertos, muchos de ellos con suelo semidesnudo y degradado. La comunidad cuenta con un reservorio de agua con 40 millones de m<sup>3</sup> de capacidad que puede mantenerse sin recarga de agua por un período prolongado de sequía de un año. El reservorio puede aportar agua para riego si acaso es manejado con técnicas conservativas, para sustentar la producción de forraje en el periodo seco.

En 2004 los colonos productores criaban los bovinos para la producción de leche y los ovinos para la producción de carne, en ambos casos utilizando la Caatinga como fuente principal de alimento obtenido a través del pastoreo. Las áreas de pastoreo son comunales y de acceso irrestricto con una conspicua condición de sobrepastoreo, común a todos los sertones del nordeste de Brasil. El principal mercado asociado con esta comunidad se encuentra en la ciudad de Quixadá, donde los productores pueden vender semanalmente sus animales adultos, sin embargo, el enlace con este mercado es pobre. Como ya se indicó la comunidad de Boa Vista es apoyada por el PDHC a través de CETRA.

Al finalizar el proyecto en 2008 dos circunstancias tuvieron una incidencia notable en los sistemas de producción. La primera tuvo que ver con la operación de una pequeña planta de transformación de leche de cabra en queso que concitó una demanda local con incentivos atractivos: la planta de procesamiento de productos lácteos localizada a 20 km de Quixadá pagaba R\$ 1,00/L (tasa de cambio: 1 US\$= R\$ 2,50), estimándose que el ingreso neto por litro era de R\$ 0,40, diez veces superior al obtenido por las ventas de leche de vaca que los productores también producían. La segunda circunstancia fue determinada por las políticas de Gobierno que abrieron una cuota de producción de leche de cabra para pequeños productores destinada a la merienda escolar en el estado de Ceará. Los productores se vincularon rápidamente con estos nuevos procesos de cambio e iniciaron primero un proceso de diversificación de la producción tradicional y finalmente un cambio en el sistema de producción hacia una orientación de producción de leche de cabra. Esta situación se discutió en el consorcio y la decisión fue apoyar la iniciativa debido a su potencial para la mejora del ingreso familiar. Como consecuencia del cambio en la producción, la comunidad de Quixadá pidió ayuda a Embrapa para diseñar las bases de una sala de ordeño para que la comunidad pueda ofrecer una mejor calidad de los productos requeridos por la planta procesadora de leche.

### **La comunidad Boqueirão**

Esta comunidad está ubicada en Pueblo Fátima, estado de Pernambuco, a 17 km de la ciudad de Flores y 396 km de la ciudad de Petrolina, base de Embrapa Semiárido. La comunidad cuenta con 610 hectáreas e incluye 23 familias con un promedio de 7 personas por familia. Cada familia es propietaria de una pequeña área de cultivo mientras que el resto de la zona se utiliza para el pastoreo común de bovinos, ovinos y caprinos. La población ganadera asciende a 100 vacas, 80 cabras y 60 ovejas. Algunos productores ordeñan sus vacas para alimentar a su familia y procesar un queso fresco de la zona conocido como queso cuajo (*coalho*). Las áreas de la Caatinga son utilizadas para el pastoreo comunal y no fueron manejadas de manera adecuada ni mejoradas, con fases evidentes de degradación, reducción del área arbustiva, proliferación de malezas

como *malva branca* (*Sida cordifolia*), y suelos descubiertos y agotados en cuanto a su fertilidad se refiere. La comunidad cuenta con depósitos de agua.

La infraestructura productiva existente se encuentra en mal estado con muchos cercos colapsados y depósitos de agua no bien distribuidos, con deficiencias de agua para consumo humano y animal. La comunidad Boqueirão es asistida por Diaconía, una organización no gubernamental contratada por el PDHC.

## **Puesta en práctica de actividades**

La Caatinga, fuente principal de la alimentación del semiárido, contiene forraje suficiente y de buena calidad compuesto por pastos nativos y plantas herbáceas anuales, disponible durante la temporada de lluvias (Araújo Filho, 2006). Puesto que las especies anuales cumplen su ciclo de vida en ese periodo, en los meses remanentes de sequía, la vegetación disminuye en cantidad y calidad y el pastoreo se limita en gran parte a los ovinos y caprinos, debido a sus hábitos de alimentación. La mayoría de las especies de árboles de la Caatinga son de hoja caduca y en el período seco la hojarasca seca es el único componente de la dieta de estos animales (Araújo Filho, 2006). Fue entonces importante diseñar estrategias para una provisión equilibrada de nutrientes durante el año con base en una combinación de uso de la Caatinga durante la temporada de lluvias, la provisión de forrajes cultivados y suplementación durante el período seco (Cavalcante *et al.*, 2003).

Los estudios en relación con mercados en la región semiárida de Brasil determinaron dos tipos de demanda de carne de ovinos y caprinos (Costa *et al.*, 2008). El primer tipo incluye una demanda de carne para su procesamiento en carne curada y salada (*carne du sol*), en particular en pequeñas villas y pueblos donde la carne es vendida al detalle. Aunque el proceso de curado de la carne reduce sus atributos para ser asada, perdiendo en cierto modo su terneza y jugosidad, el producto es todavía demandado. Los precios para este producto son sin embargo bajos. Las carcasas para este tipo de carne deben pesar 18 kg, un peso que en las condiciones de cría en la Caatinga se alcanza sólo cuando los animales promedian 2 o más años de edad. Era obvio que el mantenimiento de animales por largos periodos (2 o más años) incrementaba riesgos durante el pase de una temporada seca a otra de lluvia, además de incidir en costos. De cualquier modo, los efectos de estacionalidad determinan la movilización masiva de animales de esta edad que saturan el mercado, causando distorsión de precios y una reducción del precio de la carne.

El segundo tipo involucra una demanda creciente de animales jóvenes, entre 6 y 7 meses de edad, con un peso de carcasa entre 12 y 14 kg. Este tipo de producto que es demandado por restaurantes de las ciudades y capitales principales de los estados del nordeste, es escaso en la región. Los animales que se crían en la Caatinga en general acusan bajos índices de crecimiento y ganancias diarias debido a las extremas



fluctuaciones de forraje determinadas por la estacionalidad y escases de agua. Los productores venden sus animales cuando es necesario y en grupos irregulares y heterogéneos en cuanto a peso y edad, sin que existan precios diferenciados por producto, por lo tanto una producción de animales jóvenes en el sistema tradicional de cría no es practicada ni es posible (Leite *et al.*, 1995). Se necesita conocer más de las peculiaridades de este mercado para una mejor orientación de los sistemas.

El análisis de estos nichos de mercado determinó que los productores en Quixadá se decidieran por dos posibilidades: i) producir lotes uniformes de animales jóvenes en la época seca, cuando su demanda es mayor, sin otra opción que utilizar un sistema intensivo de engorde con pastos irrigados con agua del reservorio, y 2) una alternativa para alimentar el rebaño más eficiente que la alimentación apoyada por sólo el uso de la Caatinga. Ambas posibilidades requerían la necesidad de ampliar la base forrajera a través de introducir y probar pastos perennes además de especies arbóreas como fuentes de N y plantas adecuadas como fuentes de energía.

En el núcleo Boqueirão el énfasis fue en la producción de forrajes durante la época de lluvias y la conservación de estos forrajes para asegurar el alimento animal para la época seca.

### ***Intervención 1. Selección de especies forrajeras para el secano (Mínimo nivel de complejidad e inversión)***

En el núcleo de Boa Vista, en un área de 2,5 ha de uso comunal, seleccionada por los productores y cercada, la comunidad decidió llevar adelante una prueba participativa de especies forrajeras para ser utilizadas en la estación seca. El análisis del suelo determinó la necesidad de una fertilización previa con 1,6 ton de cal/ha; 151,2 kg de fosforo/ha y 126 kg de potasio/ha. La necesidad de esta fertilización y de fertilizaciones sucesivas para mantener la fertilidad del suelo fue discutida con los productores quienes acordaron seguir la disciplina requerida.

Para la implantación de los forrajes en la época seca se utilizó riego a través de un sistema aspersor de baja presión, calculado y diseñado por Embrapa Meio Norte con fines conservativos de uso de agua. Este sistema fue ensamblado y luego operado por los productores quienes recibieron un entrenamiento correspondiente. El sistema contempló la capacidad del reservorio de agua sin comprometer su reducción y por consiguiente evitar un conflicto con las necesidades de agua de la comunidad. Este cálculo fue también discutido *in extenso* con la comunidad. Luego de la implantación los forrajes fueron probados en condiciones de secano.

Para esta prueba el consorcio seleccionó pastos candidatos para el semiárido, algunos de ellos conocidos y otros nuevos para los productores, los cuales fueron sembrados y evaluados por productores y colaboradores del consorcio siguiendo una metodología acordada. Las especies incluyeron: pasto *buffel* (*Cenchrus ciliaris*),

Andropogon (*Andropogon gayanus*), Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) y pasto Massai (*Panicum maximum* cv. Massai). Los productores participaron de las acciones desde el establecimiento de forrajes a la evaluación de los rendimientos y medidas de la relación hoja/tallo. Los resultados del análisis químico de diferentes partes de la planta, conducidos en el laboratorio de nutrición animal de Embrapa Caprinos y Ovinos, mostraron la posibilidad de producir nutrientes valiosos durante el periodo seco (Tabla 2).

Los resultados de la relación Hoja (H):Tallo (T) se muestran en la Figura 1. Los valores de proteína cruda y digestibilidad *in vivo* de la materia seca, en todas las especies, fueron, como se esperaba, más elevados en las hojas que en los tallos. También se observó que:

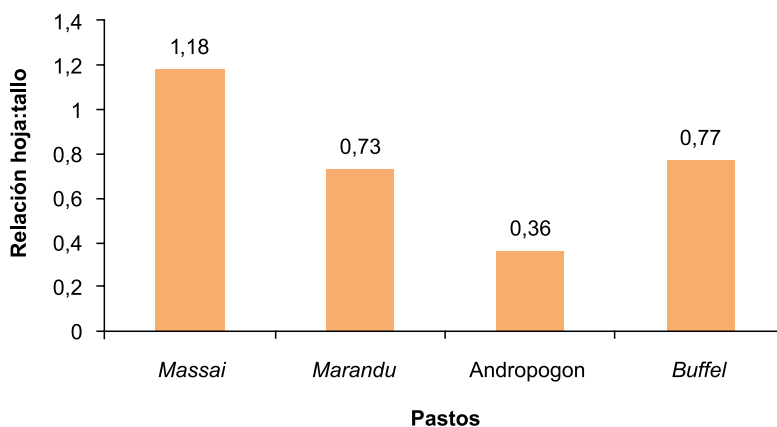
- Debido a un estado de maduración avanzada de las plantas al momento del corte, los pastos *Massai* y *Andropogon* registraron bajos contenidos de proteína cruda, 4,8% y 4,3%, respectivamente, en relación con los tres pastos.
- El pasto *buffel* registró el mayor contenido de lignina en el tallo (7,6%) de todas las especies mientras el contenido de lignina en la hoja del pasto *Massai* fue el más bajo (3,9%).
- El contenido de fibra detergente neutro fue más alto en el pasto *Andropogon* (78,9%) y más bajo en la braquiaria *Marandu* (71,8%).
- El pasto *Massai*, *buffel* y braquiaria *Marandu* en general tuvieron más follaje que el *Andropogon* (Figura 1).

Para la elección de pastos los productores observaron y midieron 2 variables principales: i) Producción de biomasa, de acuerdo con las necesidades de alimentar a los animales en la época seca. Dos de los cuatro forrajes con mejor rendimiento de biomasa que los productores evaluaron, fueron: *Massai* y braquiaria *Marandu* (Tabla 2), y ii) La relación hoja/tallo la cual pudo ser fácilmente entendida y utilizada

**Tabla 2. Valor nutritivo de la planta entera (PE), hoja (H) y tallo (T) de cuatro especies forrajeras evaluadas en Boa Vista, Quixadá, Ceará.**

Especies <sup>(1)</sup>	PB t/ha	PC (%)			LIG (%)			FDN (%)			DMSIV (%)		
		PE	H	T	PE	H	T	PE	H	T	PE	H	T
<i>Andropogon</i>	8,2	4,3	10,1	2,7	6,4	3,5	6,6	78,9	70,5	83,9	43,0	49,7	28,1
<i>Marandu</i>	11,6	5,0	7,2	2,3	4,9	3,0	6,6	71,8	68,0	80,4	40,3	51,9	35,0
<i>Buffel</i>	4,3	8,0	10,7	3,5	5,6	3,2	7,6	72,4	68,0	79,5	54,0	56,4	42,1
<i>Massai</i>	12,3	4,8	5,4	1,9	5,0	3,9	6,6	77,9	77,4	81,3	49,3	43,9	32,1

Notas: PB: Producción de biomasa; PC = Proteína cruda; LIG = Lignina; FDN = Fibra detergente neutro; DMSIV = Digestibilidad de la material seca *in vitro*; PE = Planta entera; H = Hoja; T = Tallo; <sup>(1)</sup>*Andropogon (Andropogon gayanus)*, *Marandu (Brachiaria brizantha* cv. Marandu), pasto *buffel (Cenchrus ciliaris)*, y pasto *Massai (Panicum maximum* cv. Massai).



**Figura 1. Relación hoja:tallo de cuatro especies forrajeras evaluadas en el asentamiento de Boa Vista.**

por los productores para estimar la calidad forrajera teniendo en cuenta que las hojas son la mejor parte de la planta en este contexto (Figura 1). El conocimiento local de los productores en relación con estimar la calidad forrajera, sirvió de mucho en esta evaluación. Las pasturas fueron evaluadas por su capacidad de producir en seco en años consecutivos. Se observó que el pasto *Massai* permaneció produciendo con altos rendimientos de biomasa forrajera y semillas viables, una condición clave para la sobrevivencia de los pastos en un ambiente seco, mientras la braquiaria cesó su producción y no produjo semilla. La selección del pasto *Massai* para condiciones áridas por los productores fue una clara contribución del proyecto para la agricultura del nordeste. Embrapa está aún evaluando al pasto *Massai* en sus campos experimentales para descartar cualquier efecto ecológico que este pasto pudiera tener antes de lanzarlo como una opción sobresaliente para el semiárido brasileño.

Un factor importante que concitó el interés del productor por esta tecnología con mínimo nivel de complejidad fue la posibilidad de contar con forraje para cubrir deficiencias de la época seca. Fue importante desplegar una intensa capacitación del productor en cuanto a evaluar forrajes no sólo por su producción de biomasa, sino que también por sus valores nutricionales, en particular en relación con los contenidos de proteína cruda y de energía de los pastos probados. Esta capacitación es imprescindible para lograr establecer una discusión con el productor en un lenguaje comprensible, aunque la capacitación para ello demande tiempo y conspira en contra de la agenda de trabajo. La real participación será lograda cuando el productor pueda entender al investigador (y obviamente cuando el investigador asuma el compromiso de aceptar este tipo de interacción investigador-productor) al analizar resultados y con base en estos a tomar decisiones. Es posible que la tecnología del pasto *Massai* pueda ser escalada sin problemas en tanto Embrapa decida que este pasto, con promisorias posibilidades para el semiárido, sea una opción sin riesgos al ecosistema.

## **Intervención 2. Producción de pastos cultivados para engorde de corderos usando riego conservativo**

*(Nivel medio de complejidad y considerable inversión)*

Como se indicó anteriormente el gran reservorio de agua con cerca de 40 millones de m<sup>3</sup> de capacidad en Boqueirão permitió discutir entre los productores e investigadores las posibilidades de usar riego para producir forraje. Se analizó el caudal posible que ello demandaría y se despejó cualquier duda de que el uso de este recurso pueda afectar o competir con las necesidades de abastecimiento de agua para uso de la comunidad.

La comunidad entonces acordó utilizar agua para riego siguiendo un régimen conservativo de uso. Un total de 2 ha de pastos irrigados fueron establecidas para el engorde comunitario de corderos con la ayuda del sistema aspersor de baja presión con estructura fija como se ve en la Figura 2a (el operador sólo debe cambiar un aspersor por línea secundaria) (Mendonça *et al.*, 2010). La ventaja principal de este sistema de riego (Figura 2, a y b) es que es práctico, fácil de manejar y ahorra energía (puesto que es operado durante la noche).

Se utilizaron 3 pastos tradicionales y conocidos por producir por sus altos rendimientos en condiciones de riego, los cuales fueron seleccionados de entre otros pastos por los productores: Andropogon (*Andropogon gayanus*), braquiaria (*Brachiaria brizantha*) y Tanzania (*Panicum maximum* cv. Tanzania). Tanzania se seleccionó por su alta capacidad de producir biomasa, buena calidad forrajera y facilidad de manejo.

El lugar escogido por los productores para el cultivo de pasto consistió de un área limpia de malezas y matas, utilizada por la comunidad para el cultivo de maíz. El suelo fue preparado con arado y la siembra fue al voleo. La cantidad de semilla usada en la siembra fue de 12 kg/ha. El esquema de pastoreo adoptado fue el rotacional con elevada carga animal, para lo cual la pastura fue subdividida en diez potreros de pastoreo. Se definió un periodo de 3 días de ocupación por potrero, seguido de 27 días de descanso para la recuperación del potrero después del pastoreo. Se propuso una carga anual de 60 corderos/ha tomando en cuenta experimentos previos en estación experimental. Sin embargo, la comunidad no logró reunir este número debido a que sólo disponía de 30 borregos lo cual implicó la utilización de la mitad del área establecida. Los pastos no utilizados requerían un corte del forraje excedentario, una actividad que emergió sin planificación tal que los productores no podían asignar su tiempo a esta actividad de una manera continua.

La ganancia diaria de peso durante el periodo de engorde se muestra en la Tabla 3, donde resalta la superioridad del pasto Tanzania que promovió una tasa de crecimiento 1,7 y 2,0 veces más rápida que el Andropogon y la braquiaria, respectivamente. Al final del periodo de engorde, los productores lograron animales con los pesos adecuados

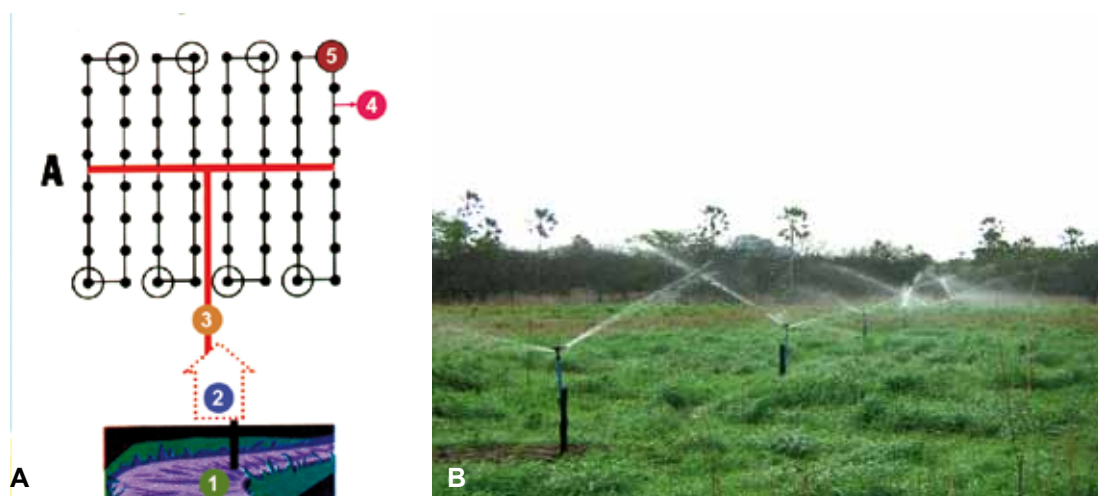


Foto: Ana Clara Rodrigues Cavalcante

**Figura 2. Diseño esquemático de sistema de irrigación. (1) reservorio de agua, (2) bomba de agua, (3) cañería principal (4) Cañerías secundarias (5) puntos de conexión de los aspersores (a) y sistema de irrigación en operación en el asentamiento Boa Vista, Quixadá, Ceará (b).**

Fuente: Figura A adaptada de Drumond e Fernandes (2004).

**Tabla 3. Ganancia de peso diaria promedio en el engorde de corderos pastoreando 3 forrajes en un sistema rotacional de irrigación en Boa Vista, Quixadá, Ceará.**

Especies de pastos <sup>(1)</sup>	Ganancia diaria de peso (g)
Andropogon	103
Tanzania	170
Braquiaria	84

Notas: <sup>(1)</sup> Andropogon (*Andropogon gayanus*), Braquiarião (*Brachiaria brizantha*), Tanzania (*Panicum maximum* cv. Tanzania).

para la venta mucho más antes que los mantenidos en la pradera nativa durante la época seca.

Dos logros pueden ser mencionados en este contexto: i) el precio alcanzado por los animales engordados fue el mismo (R\$ 2,80) de la feria pero con una diferencia de que fue necesario menos tiempo (60 días) para la terminación de los corderos y por esto fue más económico producir animales con esta práctica, y ii) los intermediarios que compran animales en los mataderos esta vez los compraron en puerta de rancho. Esta situación no es común puesto que con frecuencia los productores deben llevar sus animales a las feria ganaderas para venderlos, cubriendo los costos de transporte. Este cambio fue posible debido a la buena calidad y homogeneidad de los animales, una condición que ayudó a los productores a ahorrar costos y evitar ser tratados injustamente en el mercado.

No obstante de estos logros, los productores necesitaron más tiempo para comprender los detalles de esta tecnología tal que puedan realizar sus propios ajustes, en particular programar la estación de reproducción para asegurar el correcto número de animales requerido por el sistema. También en el caso de que el sistema opere con eficiencia, los productores requieren estar en una mejor posición para negociar, lo cual implica la necesidad de entrenarlos para mejorar su capacidad negociadora con el intermediario.

Con base en la experiencia ganada, los productores decidieron usar este sistema en la estación seca y si necesario complementar el manejo con pastoreo de la Caatinga en la estación lluviosa. Esto sin duda reducirá la edad al sacrificio de los animales. Además, el remanente de la masa forrajera producida durante la estación seca en los potreros de producción de forraje con riego puede ser conservado como ensilaje como una reserva para el futuro. Durante 2006 los productores produjeron 20 ton de ensilaje que fue usado para alimentar animales adultos criados en pastos nativos en la estación seca y de este modo cubrir déficits forrajeros. Lamentablemente, esta experiencia no fue repetida en años posteriores porque la comunidad no planificó la necesidad de mano de obra que esta actividad necesitaba.

En comparación con experiencias anteriores, la participación de la comunidad de productores permitió logros con mayor rapidez de los que se podría conseguir con una orientación tradicional donde el productor recibe prescripciones definidas por



Foto: Ana Clara Rodrigues Cavalcante

**Ovejas en pasto Tanzania (*Panicum maximum* cv. Tanzania)  
con irrigación, Boa Vista, Quixadá, Ceará**

el investigador. Por ejemplo la selección de un pasto con alto potencial y, de una manera menos evidente, la introducción de un mecanismo para producir corderos con más eficiencia, fue facilitada por la experiencia y el conocimiento de los productores. Sin embargo quedó en claro que la sola participación del productor no determina que la tecnología sea adoptada de un modo generalizado por toda la comunidad. La ejecución mostró una serie de facetas que no fueron anticipadas por la investigación y que emergieron de la mayor interacción con los productores: por ejemplo, la baja capacidad comunitaria para la producción de corderos que permita alimentar el sistema de engorde y el manejo de forraje excedentario, el cual es demandado por la comunidad pero cuya producción requiere de una proyección especial en cuanto a división del trabajo. Además, la necesidad de capacitar al productor para mejorar su capacidad negociadora resultó ser un tema fuera de la capacidad para atender problemas técnicos del consorcio.

Esta propuesta tecnológica fue asumida de inmediato por los productores cuando al final del proyecto cambiaron hacia un sistema de producción de leche de cabra por sus obvias implicaciones en ofrecer forraje en cantidades compatibles con los requerimientos de este tipo de orientación productiva. En consecuencia, para fines de escalamiento, la tecnología propuesta es adecuada para producir lotes uniformes de animales jóvenes y también para un sistema de producción de leche caprina.

La capacitación del productor fue también necesaria en lo referente a cálculos conservativos de agua, el principio y el uso de un sistema de aspersión, lo cual como en el caso de otras tecnologías, demandó tiempo no programado en el diseño y atención cuidadosa por ser ineludible en un modo participativo de trabajo.

El escalamiento de esta tecnología compleja es posible en tanto un proyecto de desarrollo, con inversión no necesariamente sustantiva, considere de manera integral las facetas que emergieron durante esta experiencia.

### ***Intervención 3. Suplementación estratégica durante el periodo seco con forrajes convencionales y no convencionales*** *(Alto nivel de complejidad e inversión media)*

La alimentación animal durante la estación seca enfrenta serios déficits de proteína y energía con consecuencias severas para la productividad anual de los rebaños. Para superar esta condición, se diseñó una estrategia orientada a proveer, por al menos 120 días críticos del año cuando el déficit de estos nutrientes es extremo, todos los nutrientes deficitarios con productos producidos en la finca, utilizando fuentes adecuadas de N, energía y fibra. Con este fin la comunidad asignó áreas para el cultivo de forrajes para suplir fibra (3 ha); arbustos perennes tales como leucaena (0,3 ha) y gliricidia (0,3 ha) y una planta nativa de la Caatinga (*Manisoba*- 0,3 ha), todas plantas excelentes fuentes de N; y sorgo de grano (0,5 ha) como fuente de energía.

### 3.1) Establecimiento de forrajes para suplir fibra en la estación seca

Para la producción de fibra se establecieron en la estación de lluvias dos pasturas perennes utilizando los pastos *Massai* y braquiaria *Marandu*, ambos seleccionados por los productores de entre otras opciones forrajeras. Con este fin, la comunidad de Boa Vista asignó dos potreros de 1,5 ha cada uno, desprovistos de malezas y matas donde se efectuó la siembra al voleo (en diciembre de 2005), utilizando 12 kg de semillas/ha independientemente de las especies usadas. El rendimiento en pie combinado de ambos pastos fue de aproximadamente 20 ton MS/ha. Las pasturas establecidas fueron diferidas para ser consumidas y evaluadas en la época seca. Debe notarse que no es recomendable la utilización del pasto antes de 90 días después de la germinación de las semillas, y, que en el caso de pasturas de más de dos años, el diferimiento debe ocurrir después de la mitad de la época de las lluvias (desde marzo) para reducir pérdidas por encame y lograr buena acumulación de forraje que será utilizado durante el periodo más crítico de la época seca (septiembre, octubre y noviembre), cuando no existe pasto natural disponible para los animales.

### 3.2) Establecimiento de forrajes para suplir energía en la estación seca

Para la suplementación de energía se planificó la producción de grano de sorgo utilizando un híbrido producido por Embrapa (BR 610), conocido por su alta productividad y adaptación a las condiciones semiáridas. El cultivo utilizó un área de 0,5 ha, la cual fue sembrada en líneas con un espaciamiento de 50 cm entre plantas y una densidad de siembra de 8 kg de semilla/ha (Embrapa Milho y Sorgo, 2005). La excesiva humedad del suelo causada por lluvias intensas en 2006, además de un ataque severo de pájaros, redujo la producción esperada de granos, no siendo usado este recurso para la suplementación como había sido planeado, pero sí un grano similar comprado en el mercado local. De cualquier modo, los productores pudieron evaluar las diferencias entre una variedad de sorgo mejorado y la variedad de uso tradicional.

### 3.3) Establecimiento de forrajes para suplir N en la estación seca

Como fuente de N, se optó por la producción de leguminosas arbustivas y forrajes no convencionales. Con este fin, en una superficie de 0,9 ha, se estableció un banco de proteína. Se utilizaron 2 especies leguminosas arbustivas (leucaena y gliricidia) y una especie no convencional (*Manisoba*) del género *Manihot*. El plantío fue establecido utilizando plántulas cultivadas en un vivero. Luego de 45 días en vivero, las plántulas fueron transferidas al área de cultivo para su implantación en huecos de 20 cm de profundidad con un espacio de 0,50 x 0,5 m entre plantas de las especies utilizadas.

La gliricidia y la leucaena son especies con amplia difusión en los países tropicales y subtropicales y su follaje es utilizado como fuente de N. Es posible obtener de estas especies 3 cortes en la época de lluvias y 1 corte en la época de sequía, después



Fotos: Ana Clara Rodrigues Cavalcante



**Módulo de producción de forraje para suplementación animal para la época de sequía: pasto *Marandu* diferido (1,5 ha) (a), pasto *Massai* diferido (1,5 ha) (b), sorgo grano (0,5 ha) (c), *Leucaena* (0,3 ha) (d), *Gliciridia* (0,3 ha) (e) y *Manisoba* (0,3 ha) (f)**

de su primer año de establecimiento. La suplementación se efectuó en forma de heno molido, para lo cual las hojas y tallos finos de la leucaena y gliciridia fueron cortados y secados por dos días en un área con sombra, volcando el material durante 4 veces en el primer día y dos veces en el segundo día, para después de seco ser triturado en una maquina picadora y almacenado en bolsas.



Foto: Ana Clara Rodrigues Cavalcante

**Borregas apacentando pasto *Massai* diferido en la época seca en el asentamiento de Boa Vista, Quixadá, Ceará**



Fotos: Ana Clara Rodrigues Cavalcante

**Boa Vista: Sorgo mejorado (a) y una variedad tradicional de sorgo (b)**

La *Manisoba* (*Manihot* sp.), una especie autóctona de las zonas semiáridas del nordeste de Brasil y conocida por los productores como una planta venenosa, fue identificada anteriormente por investigadores de Embrapa debido a su alta tolerancia y capacidad para producir forraje en condiciones de escasez de agua, si la planta es ensilada o transformada en heno (eliminándose así el peligro de intoxicación para los animales que implica su ingestión en fresco). Plantas del genero *Manihot* fueron

Fotos: Ana Clara Rodrigues Cavalcante



**Banco de proteína con leucaena (a) y gliricidia (b) al final de su primera estación de crecimiento en el asentamiento de Boa Vista, Quixadá (CE)**

Fotos: Ana Clara Rodrigues Cavalcante



**Viveros con plántulas de *Manisoba* y un tubérculo de esta planta reteniendo carbohidratos almacenado**

ya probadas con productores en otros proyectos de metodología participativa en el semiárido de Brasil (Fukuda *et al.*, 2000).

Lamentablemente el clima del nordeste de Brasil es en extremo fluctuante, a menudo afectado por sequías prolongadas y en ocasiones por lluvias abundantes (Araújo Filho, 2006). El exceso de humedad del suelo durante la estación lluviosa del año 2006 también fue perjudicial para el establecimiento de la *Manisoba*, que es una especie que se establece bien en precipitaciones cercanas a 300 mm (Silva y Santana, 2005). El exceso de agua afectó a todas las plántulas sembradas de esta especie que murieron en contraste con las plántulas de leucaena y gliricidia que sobrevivieron.

### 3.4) Prueba experimental de la estrategia de pastoreo y suplementación con animales

Los potreros con pastos forrajeros fueron dispuestos en un arreglo factorial con diferentes combinaciones de tratamientos pastoreo-suplementación (con leguminosas arbustivas) como se delinea en la Tabla 4. Un total de 56 borregas (de aproximadamente 8 meses de edad y con un peso inicial de 22,8 kg) fueron distribuidas en 4 grupos de 14 animales cada uno y asignadas a los diferentes tratamientos que se detallan en la Tabla 4.

Como se observa en la evaluación de forrajes de la Tabla 5 el pasto *Massai* produjo más biomasa seca que la braquiaria *Marandu*. Esto se debe a que el *Massai* tiene un potencial más alto de acumulación de forraje que la braquiaria *Marandu*. La Tabla 5 refleja una declinación de la oferta de materia seca a medida que avanza el periodo seco porque los animales al consumir el pasto causan una ligera descomposición que se exagera por efecto del clima en el pasto diferido.

La suplementación con heno de leguminosas y grano de sorgo (comprado) fue ofrecida en la proporción igual a 1% del peso vivo del animal/día al inicio del experimento y 1,5% durante los 15 últimos días. El balance de suplementos fue hecho para asegurar al menos 1% de N (en base seca) y una tasa de consumo de proteína degradable (DIP) de 13 g DIP/100 g NDT (nutrientes digestibles totales), recomendada por el NRC (2001).

**Tabla 4. Tratamientos de suplementación y pastoreo.**

<b>Tratamiento 1</b> Pastoreo en pasto <i>Massai</i> Suplementación con heno de leucaena y grano de sorgo	<b>Tratamiento 2</b> Pastoreo en pasto <i>Massai</i> Suplementación con heno de gliricidia y grano de sorgo
<b>Tratamiento 3</b> Pastoreo en braquiaria <i>Marandu</i> Suplementación con heno de leucaena y grano de sorgo	<b>Tratamiento 4</b> Pastoreo en braquiaria <i>Marandu</i> Suplementación con heno de gliricidia y grano de sorgo

Nota: Braquiaria (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), pasto *Massai* (*Panicum maximum* cv. Massai).

**Tabla 5. Oferta de forraje (kg MS/kg de peso vivo) durante el pastoreo.**

Especie forrajera <sup>(1)</sup>	Mes			Promedio
	Septiembre	Octubre	Noviembre	
Pasto <i>Massai</i>	7,49	5,10	2,79	5,13
Pasto braquiaria <i>Marandu</i>	4,36	2,33	2,45	3,05
Promedio	5,92	3,71	2,62	

Nota: <sup>(1)</sup>Braquiaria (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), pasto *Massai* (*Panicum maximum* cv. Massai).

La composición bromatológica de todos los forrajes utilizados en la estrategia de alimentación se presenta en la Tabla 6. A pesar de su menor rendimiento, el pasto braquiaria *Marandu* presentó mejor calidad que el *Massai*. Las diferencias se acentúan si se hace una comparación del contenido y tipo de lignina que en el pasto *Massai* es menos digestible que en la braquiaria (Tabla 6).

Sin que se haya encontrado una interacción significativa pasto x leguminosa, los promedios de ganancias diarias de las borregas se incluyeron en la Tabla 7.

Aunque no se detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos, la mejor calidad de la braquiaria influyó en la ganancia media diaria de los animales que ganaron 34% más que los pastoreados en *Massai*. Este resultado es de suma importancia por cuanto las pérdidas de peso registradas en el periodo seco son alarmantes al punto de quedar los animales emaciados y sin perspectivas de cumplir sus funciones fisiológicas con eficiencia. Notar que las ganancias de peso incluidas en la Tabla 7 son bajas por

**Tabla 6. Composición bromatológica de los forrajes y alimentos utilizados.**

Nutrientes	Forrajes				
	Leucaena	Gliricidia	<i>Massai</i>	Braquiaria	Grano de sorgo
Materia seca (%)	91,8	91,9	90,4	94,4	87,9
Materia orgánica <sup>(1)</sup>	87,4	85,9	87,9	85,4	98,4
Proteína Cruda <sup>(1)</sup>	8,1	15,9	4,2	4,3	9,5
FDN <sup>(1)</sup>	69,3	46,5	80,8	80,5	14,2
Hemicelulosa <sup>(1)</sup>	16,4	11,8	24,5	31,8	9,6
FDA <sup>(1)</sup>	54,9	32,0	56,3	48,7	6,3
Lignina <sup>(1)</sup>	15,6	15,1	15,7	5,9	1,2
Celulosa <sup>(1)</sup>	38,9	15,5	39,9	40,9	3,6
Extracto etéreo <sup>(1)</sup>	3,7	3,7	1,4	1,5	3,0
DMSIV <sup>(1)</sup>	33,5	59,7	28,2	35,9	79,9
DMOIV <sup>(1)</sup>	23,6	49,4	23,9	30,4	81,5

Notas: <sup>(1)</sup> % en base seca.

FDN = Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácido; DMSIV = Digestibilidad in vitro de la materia seca; DMOIV = Digestibilidad in vitro de la materia orgánica.

**Tabla 7. Efecto de la especie forrajera y heno de arbustos en la ganancia diaria de peso de borregas durante la estación seca (g/día).**

Especie forrajera <sup>(1)</sup>	Ganancia de peso (g/día) alimentado con heno		Promedio (g/día)
	Leucaena	Gliricidia	
Pasto <i>Massai</i>	46,71	36,85	41,78
Pasto braquiaria	54,57	57,85	56,14
Promedio	50,64	46,96	48,88

Notas: <sup>(1)</sup>Braquiaria (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), pasto *Massai* (*Panicum maximum* cv. Massai).

tratarse de animales no adultos pero que ya pasaron la fase de crecimiento, en los cuales se espera al menos la mantención del peso corporal como resultado de una dieta compensatoria en condiciones de escasez de forraje.

La acumulación de forraje por la braquiaria no fue suficiente para ofertar forraje para las hembras por todo el periodo de la estación seca (como se indicó anteriormente); en consecuencia, los animales en este tratamiento redujeron sus ganancias de peso al final del período experimental. Además, casi todas las plantas de braquiaria murieron durante la estación seca sin producir semillas. Esta condición fue indicativa para que los productores concluyan que la braquiaria no es una planta con posibilidades para las condiciones de clima semiárido. En contraste, el *Massai*, además de producir más biomasa, produjo gran cantidad de semilla viable que aseguró su supervivencia y multiplicación en el año siguiente, y un rebrote excelente a partir de la movilización de reservas de azúcares almacenados. El pasto *Massai* fue entonces seleccionado para proveer fibra.

En cuanto a la evaluación de las especies de leguminosas, a pesar de que no hubieron diferencias en relación con el rendimiento de las borregas, la gliricidia produjo más materia seca que la leucaena (5.468 vs 3.164 kg/ha), lo que puede significar una mejor adaptación a las condiciones ambientales. Además, el contenido de proteína cruda y los valores de digestibilidad de la materia seca casi duplicaron los promedios alcanzados por la leucaena. Con esta información la gliricidia fue recomendada como fuente de proteína en el sistema.

Aparte de que las hembras registraron un aumento en su ganancia diaria promedio durante la estación seca, su primer apareamiento se produjo 72 días antes que los animales criados en la Caatinga. Se registraron también menos envenenamientos de animales jóvenes con salsa (*Ipomea asarifolia*) una planta tóxica que permanece verde durante la estación seca y contribuye a la mortalidad de animales jóvenes. En los potreros de suplementación, los animales se mantuvieron alejados de las zonas donde la salsa se propaga.

Una característica importante de esta estrategia fue que para sostener 56 borregas sólo se requirió tener 2,7 ha disponibles. Si los agricultores aumentarían el mismo número de ovejas jóvenes en pasturas nativas, se necesitarían hasta 27 ha (0,5 ha/cabeza). Esto significa que los agricultores ahorraron 10 veces más vegetación nativa, reduciendo el riesgo de su degradación.

La utilización de esta estrategia por otros agricultores dependerá del acceso a las semillas, las cuales no son disponibles en los mercados locales o son caras. Para solucionar esta limitación, se estableció un banco de semillas como otra actividad desarrollada en el último año del proyecto. Tres hectáreas de terreno fueron utilizadas para cultivar *Massai* y leguminosas arbustivas con el objetivo de producir semilla que garantice la sostenibilidad del sistema. Además, los investigadores y productores

diseñaron y organizaron con éxito un vivero comunal de especies arbustivas en la comunidad de Boa Vista (véase el recuadro). Las plántulas necesarias para establecer el banco de proteína fueron producidas con éxito en el vivero.

Los productores participaron en todas las fases de esta tecnología cuyas características son complejas, y también fueron capacitados en entrenamientos en las diferentes fases del experimento, con un importante desvío de esfuerzos no anticipados en este contexto. Sin embargo, la capacitación fue facilitada por la experiencia ganada en las otras intervenciones y por el conocimiento y percepción que tiene el productor del periodo de sequía donde se registran los mayores riesgos para los animales adultos, no sólo en términos de pérdida de peso sino que también en la pérdida de animales por debilidad extrema. El ensamble de los componentes de esta tecnología no fue complicado una vez que el productor pudo entender el manejo del flujo de nutrientes hacia la época seca, por lo tanto esta es una opción promisoría para el escalamiento con impactos positivos para la recuperación de la Caatinga.

En una discusión reflexiva en torno a esta tecnología, el consorcio concluyó que los próximos pasos a seguir deberían hacer hincapié en lo siguiente:

- Continuación de la investigación relativa al manejo de la tecnología, en particular en cuanto a mejorar la calidad de los pastos diferidos.
- Investigación adicional de nuevas opciones para la suplementación, probando otras leguminosas tolerantes a la sequía y cultivos promisorios de granos.
- Investigación adicional de nuevas opciones para mejorar la alimentación de forraje probando otras gramíneas promisorias resistentes a la sequía.
- Escalamiento o masificación de esta tecnología en proyectos de desarrollo, beneficiando más agricultores.

***Intervención 4. Control de parásitos gastrointestinales: el método FAMACHA y otros métodos de control utilizados en el semiárido brasileño***  
*(Alto nivel de complejidad y considerable inversión en capacitación)*

Los parásitos intestinales (helminetos) afectan la productividad de los pequeños rumiantes y la economía de los productores en el nordeste de Brasil. Más aún en periodos cuando los animales se encuentran emaciados y con bajas defensas inmunológicas. Para controlar y prevenir los episodios de alta infestación parasitaria, los productores recurren a una costosa eliminación química de parásitos, sin tener en cuenta los riesgos de promover la resistencia genética de los parásitos a las drogas diferentes que se aplican (Amarante, 2008).

El proyecto examinó medidas epidemiológicas que puedan minimizar los riesgos de producción, el desarrollo de parásitos resistentes a las drogas, así como reducir los costos involucrados en el control clínico de todos los animales en el rebaño.

### Acción participativa en el uso de inoculantes con bacterias específicas para la germinación y crecimiento de plántulas de leucaena, Quixadá-Ceará



Fotos: Ana Clara Rodrigues Cavalcante

Viveros de plántulas de leucaena obtenidas de semillas tratadas con diferentes tratamientos por productores experimentadores

A la izquierda plántulas obtenidas después de tratar las semillas con agua caliente para romper la latencia e inoculadas con rizobios específicos; al centro plántulas obtenidas después de tratar a las semillas sólo con agua caliente y a la derecha testigo, obtenido a partir de semillas sin tratamiento para interrumpir el periodo de la latencia e inoculación de rizobio.

Los productores experimentaron el proceso de obtener plántulas de leucaena mediante la aplicación de tres tratamientos de semillas: 1) Uso de agua caliente para interrumpir el periodo de latencia y la inoculación con rizobios específicos, 2) Uso sólo de agua caliente, y 3) sin tratamiento para interrumpir la latencia e inoculación (control). Se encontró que la germinación en el grupo control fue la más pobre, en comparación con casi 100% de germinación en los tratamientos 1 y 2. El tratamiento con sólo agua caliente fue suficiente para inducir tasas de crecimiento mayores que en los otros grupos. La posibilidad de producir plantas de estos arbustos valiosos generó expectativas entre los productores que estimaron en sus observaciones de que una pequeña inversión (US\$ 3,0) en un paquete de 100 gramos de inoculante sería suficiente para tratar 10 kg de semillas de leucaena y producir 100.000 plántulas con las que se puede establecer 10 ha de un banco de proteína. Los productores discutieron la posibilidad de continuar con esta prueba para producir plántulas para sus propias necesidades y también para venderlas a otros productores.

Importante mencionar que en toda la región nordeste de Brasil las practicas agroforestales ligadas a la producción ganadera se encuentran en franca expansión. Los escalamientos tecnológicos correspondientes pueden en un futuro dar lugar a la apertura de una interesante opción adicional de mercado para pequeños productores y multiplicadores de estas especies, generalmente deficitarias, en los espacios informales de intercambio de semillas forrajeras y material forrajero perenne.



Durante el desarrollo de este trabajo, alrededor de 350 ovejas de la comunidad de Boa Vista fueron asignadas aleatoriamente a tres grupos de seguimiento de helmintos. Grupo 1: tratamiento antiparasitario estratégico (tres dosis durante la estación seca y una dosis en la estación de lluvias); Grupo 2: Recuento del número de huevos de helmintos por gramo de heces-NHPG (todos los animales fueron tratados cuando el NHPG alcanzó un promedio de 800 huevos/g) y el Grupo 3: método FAMACHA desarrollado en Sudáfrica, este método propone la evaluación de la condición anémica de los animales la cual está correlacionada con el grado de parasitismo de helmintos tal que el tratamiento antiparasitario se aplica sólo a los animales con un grado notable (conspicuo) de anemia (o alta infestación), a través de la inspección de la mucosa del ojo. El color de la mucosa del ojo es asignado a escores cualitativos que varían de 1 (no anemia y no infestación parasitaria) a 5 (máximo grado de anemia y alta infestación parasitaria). Los animales que llegan a una calificación igual o superior a 3, deben ser desparasitados para evitar una anemia avanzada (Molento, 2008).

La evaluación del número de NHPG fue realizada en todos los grupos para conocer el grado real de infestación parasitaria de los animales. La Tabla 8 muestra la evolución del parasitismo de helmintos en el rebaño en cada uno de los tres diferentes métodos de control.

**Tabla 8. Número promedio de huevos por gramo en ovinos criados en Boa Vista, probando tres diferentes métodos de control de parásitos gastrointestinales.**

Tratamiento	Fechas en 2006							
	29/3	12/4	26/4	10/5	24/5	7/6	4/7	3/8
FAMACHA	254	350	596	276	1.495	505	695	1.468
Recuento	22	170	448	381	380	186	890	425
Estratégico	77	181	1.227	80	260	1.329	623	1.805

Los animales con un control estratégico tuvieron conteos de hasta 800 huevos/g de heces en tres ocasiones: los días 26.04.06, 07.06.06 y 03.08.06. El grupo 2 registró más de 800 huevos/g de heces sólo una vez, el 04.07.06. Una situación similar se observó en el grupo FAMACHA que mostró sólo un nivel más alto de 800 NHPG, el 03.08.06. El grupo de desparasitación estratégica fue tratado los días 26.04.06 y 03.08.06, y el grupo 2 en 02.08.06. Este resultado es favorable al método FAMACHA desde el punto de vista económico y de la reducción de riesgo de desarrollar resistencia parasitaria puesto que sólo parte de los animales reciben tratamiento antiparasitario. En la Tabla 9 es posible ver que sólo animales que tenían grado de anemia 3, 4 y 5 fueran tratados. La cantidad de animales tratados se redujo con el tiempo. Con excepción de la primera observación el porcentaje de animales que llegaron a las clases 3 a 5 (requiriendo

**Tabla 9. Número y porcentaje de animales con diferentes grados (1-5) de anemia debido a parásitos intestinales, detectados por el método FAMACHA durante la estación de lluvias (2006) en el asentamiento Boa Vista, Quixadá, Ceará.**

Grados de anemia <sup>(1)</sup>	Fechas en 2006							
	29/03	12/04	26/04	10/05	24/05	07/06	04/07	03/08
1	0 (0%)	9 (12%)	46 (48%)	23 (26%)	31 (40%)	24 (32%)	35 (44%)	9 (10%)
2	9 (45%)	45 (60%)	30 (31%)	51 (58%)	36 (47%)	40 (54%)	33 (42%)	48 (56%)
3	10 (50%)	19 (25%)	16 (17%)	12 (14%)	10 (13%)	10 (14%)	11 (14%)	28 (33%)
4	1 (5%)	2 (3%)	4 (4%)	2 (2%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (1%)
5	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Total	20 (100%)	75 (100%)	96 (100%)	88 (100%)	77 (100%)	74 (100%)	79 (100%)	86 (100%)

Notas: <sup>(1)</sup>1-2 = Animales normales o con anemia leve; 3-5 = Grados de anemia que requieren desparasitación de animales.

tratamiento antiparasitario) fue siempre inferior al 50%. Esta cifra significa 75,6% de ahorro en costos de eliminación de parásitos.

Además del control parasitario, el uso del método FAMACHA ha permitido identificar el grupo de animales más sensibles (10% de la población estudiada). En este grado estuvieron todos los animales que recibieron más de cinco tratamientos antiparasitarios (en función del grado de anemia) la identificación de estos animales también ayudó a los productores a utilizar esta característica como criterio de descarte de animales para mejorar la eficiencia de producción de los rebaños. Además, una inspección más frecuente de los animales también permitirá la identificación temprana de problemas de salud, reduciendo el riesgo de pérdidas de animales.

El método FAMACHA se introdujo con éxito en la comunidad de Boa Vista, que la adoptó como un procedimiento normal para controlar el estado de infestación de sus animales. Asistidos por el proyecto y contando con la iniciativa y asesoramiento de los investigadores de Embrapa, los productores establecieron un pequeño laboratorio de base comunitaria en Boa Vista para apoyar a sus evaluaciones. El proyecto también desarrolló con éxito un plan de entrenamiento para los jóvenes, creando una capacidad que podría ser útil en el área circunvecina a Boa Vista y constituir una forma de ingresos por este servicio. Lamentablemente las condiciones de vida en la comunidad no son proclives a fijar los jóvenes en su comunidad, puesto que ellos se

Foto: Ana Clara Rodrigues Cavalcante



**Productores de Boa Vista aprendiendo como identificar grados de anemia en rumiantes menores, los cuales están correlacionados con infestación parasitaria**

Foto: Ana Clara Rodrigues Cavalcante



**Jóvenes de Boa Vista aplicando los conocimientos teóricos en situación real en la que se utilizó el método FAMACHA**

trasladan con frecuencia hacia la ciudad en busca de mejores condiciones de trabajo y aprendizaje.

Esta tecnología tiene un nivel de complejidad mayor y requiere también un mayor grado de capacitación de los productores. Puesto que los jóvenes son capaces de captar detalles de la tecnología rápidamente, esta opción puede ser un punto de entrada a programas de formación paraveterinaria. La posibilidad de escalamiento de esta tecnología es promisorio y puede tener impactos importantes en la economía del productor además de reducir los riesgos de resistencia a drogas que ya se empieza a observar en los trópicos americanos.

### ***Intervención 5. Producción, conservación de forrajes, y escalamiento tecnológico (Tecnología simple y de costo medio si existe acción colectiva)***

El programa de investigación adaptativa y participativa basada en la comunidad en el núcleo Boqueirão, Pajeú, Pernambuco, fue iniciado en 2003 e incluyó 23 productores caprinos. Con similares métodos para promover acción participativa, el proyecto investigó y probó forrajes adecuados a las condiciones semiáridas y diferentes tipos de silos para conservar forraje (la comunidad no había utilizado antes el ensilado de forrajes), los cuales fueron construidos con materiales de bajo costo y accesibles por los productores. El objetivo era cubrir las demandas de alimentación animal durante el período seco. La principal innovación de investigación adaptativa fue a través de la introducción de especies forrajeras y la modificación de una picadora de forraje refrigerada por aire—fundamental en una zona donde el agua es escasa y a menudo con elevada salinidad.

Las especies forrajeras seleccionadas para ensilaje incluyeron: pasto *buffel* (*Cenchrus ciliaris*), pasto corriente (*Urochloa mosambicensis*), maíz y sorgo. También se introdujeron leguminosas arbustivas (leucaena y gliricidia), guandú y *Manisoba*, como fuentes de proteína, para ser utilizadas como heno y enriquecer la ración de ensilaje.

El tratamiento control (sin conservación de forraje) que representó el manejo de la alimentación tradicional, contrastaba con la enorme mejora en la base forrajera mediante el uso de las tecnologías propuestas que se tradujo en una retroalimentación muy positiva para la comunidad. El productor ‘Chiquinho’ de Boqueirão señaló “La comida para nosotros se la encuentra sin problema en las tiendas locales en tiempos de sequía, pero las tiendas no venden comida para alimentar a nuestros animales y salvarlos de la muerte en periodos críticos de la sequía. Lo importante de la técnica del ensilaje es que ayudó a salvar a nuestros animales”.

Entre los silos probados, los agricultores optaron por el silo de anillo por su eficiencia, bajo costo, fácil de ensamblar y manejar.

Fotos: Gherman Garcia Leal Araujo



**Productores de comunidades en Flores (Pernambuco) que utilizaron la picadora de forraje refrigerada por aire para picar el forraje cosechado, con el apoyo de Diaconia**

Fotos: Gherman Garcia Leal Araujo

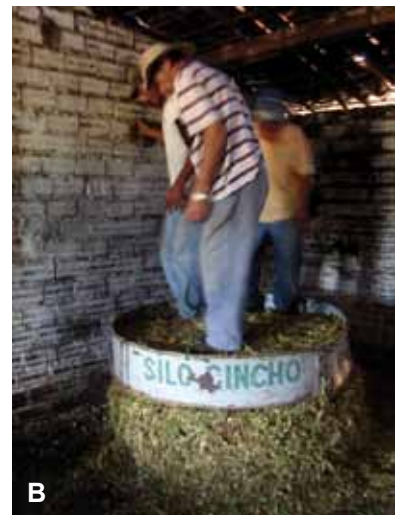


**Productores con sorgo cosechado (a) y Sr. Abdías en su banco de leucaena (b)**

La acción comunitaria y la investigación participativa aceleraron el proceso de comprensión de las tecnologías probadas y de alcanzar el objetivo de la investigación: minimizar las amenazas a los medios de subsistencia y la producción de los agricultores debido a la escasez de forraje durante el período seco.

Luego de los resultados de investigación, el PDHC y asociados comenzaron un proceso de escalamiento de las tecnologías en el año 2007. En sólo tres años las tecnologías probadas fueron adoptadas masivamente en diferentes regiones de Pernambuco, Paraíba y Sergipe, donde los productores la integraron en el manejo de sus rebaños. En 2009 los beneficiarios incluyeron:

- Más de 700 familias en 70 comunidades en Pajeú, Pernambuco, donde los gobiernos locales se unieron al proyecto para masificar la tecnología a escala municipal.



Fotos: Gherman Garcia Leal Araújo

**Productores en el proceso de ensamble del cincho y formación de ensilaje de sorgo en la comunidad de Ramada da Quixabeira (a) y Boqueirão (b)**



Fotos: Gherman Garcia Leal Araújo

**Comunidades asistidas por Diaconia que hicieron uso de la tecnología de ensilaje en el sertón de Pajeú (Pernambuco)**

- Más de 600 productores en 30 comunidades en Cariri, Paraíba.
- Más de 200 productores en 15 comunidades en el sertón de Sergipe, tras la exitosa experiencia de Pajeú, Cariri y Araripe.
- Más de 186 familias en 17 comunidades y 11 asentamientos en Araripe, Pernambuco, que habían producido 922 toneladas de ensilaje en 131 silos construidos en 2008.

Este resultado tiene una gran importancia puesto que la escasez de alimento representa una limitación importante en las zonas secas de América Latina. Reduce los riesgos de producción y mejora los ingresos y el sustento de los productores ganaderos de escasos recursos. Tomando nota de su rápido escalamiento ésta tecnología tiene un alto potencial para ser replicado en otras áreas de condiciones similares en América Latina.

## **Lecciones Aprendidas y Recomendaciones Pertinentes**

La experiencia ganada en este esfuerzo no sólo se relacionó con la interacción con productores ganaderos en un nuevo enfoque de trabajo de investigación adaptativa, sino que se extendió a interacciones en el ambiente de un programa de desarrollo, aportando lecciones valiosas que deben ser capitalizadas. El trabajo en sinergia con un plan de desarrollo tiene ventajas únicas. Permite contar con las condiciones no técnicas que faciliten la puesta en marcha de una tecnología dada y por sobre todo la posibilidad de expandir tecnologías que sean promisorias, más allá del núcleo piloto de investigación.

### **Selección de las comunidades**

La selección de los núcleos pilotos de investigación adaptativa y participativa no fue necesariamente adecuada y óptima, un problema que repercutió en el logro de la agenda de investigación. El procedimiento de selección se delegó al programa de desarrollo (PDHC) con la única condición de que los núcleos sean accesibles por los centros participantes de Embrapa. En el caso atendido por Embrapa Semiárido el PDHC eligió inicialmente un núcleo localizado a 1.000 km de distancia de este centro. Seis meses más tarde una de las comunidades (Ramada de Quixabeira en el estado de Pernambuco) vendió todos sus animales de modo que se tuvo que elegir un núcleo alternativo: el asentamiento de Boqueirão cerca de Ramada de Quixabeira. Además de la distancia y de poco conocimiento acerca de las comunidades seleccionadas, estos cambios dieron lugar a menor interacción con otros actores del contexto productivo a diferencia de lo que ocurrió en el caso de Quixadá. En cualquier nueva iniciativa de trabajo con un programa de desarrollo la selección de los sitios de aplicación debe ser cuidadosa, con directa participación del organismo de investigación, y en estrecha consulta con todos los actores sociales, además del programa de desarrollo. En este contexto será beneficioso consultar y estudiar experiencias de interacciones exitosas entre las comunidades, organizaciones de investigación y proyectos de desarrollo y aprender de estas interacciones exitosas detalles que pueden ser críticos en la puesta en práctica de nuevas acciones.

## La interacción con el proyecto de desarrollo

En general, la interacción con el proyecto de desarrollo Dom Helder Camara y la participación de organizaciones no gubernamentales y gubernamentales apoyando en la ejecución de actividades y en la superación de las dificultades encontradas fue positiva, sin embargo dos lecciones fueron aprendidas cuya consideración podría mejorar las sinergias entre investigación y desarrollo (IyD). La primera lección se refiere a la interacción diaria en los sitios de investigación. Si bien la base de la interacción se acordó con el PDHC a nivel ejecutivo, antes de iniciar el proyecto, en los núcleos de aplicación el montaje de la interacción no se produjo automáticamente. A campo la interacción se dio más bien con las organizaciones no gubernamentales ejecutoras contratadas por el PDHC. Estas organizaciones respondían a sus propias estructuras e ideologías, en algunos casos antagonistas con las del proyecto de investigación propuesto. Fue necesario entonces establecer un largo debate para alcanzar acuerdos de convergencia lo cual determinó una dilación. Este conflicto de enfoques también causó confusión entre los agricultores que podía haberse evitado. Es importante entonces que en la selección de sitios de aplicación de acciones de IyD se tenga en cuenta la naturaleza de las instituciones, para incluir aquellas que presenten menor grado de antagonismo con las metodologías y procedimientos de la investigación en el proceso de inducir un cambio tecnológico. La alternativa implicará dedicar un tiempo suficiente para alcanzar convergencia en el tipo de enfoques participativos y de base comunitaria a seguir.

La segunda lección se relaciona con la función del PDHC, la cual no estaba claramente definida en el consorcio. La interacción con el programa de desarrollo en el inicio de acciones conjuntas se limitó a brindar capacitación a los técnicos del PDHC y cumplir con el compromiso de llevar a cabo trabajos de investigación en áreas beneficiadas por el PDHC. En las nuevas iniciativas de IyD sería importante que el proyecto de desarrollo deba tener una función definida con acciones específicas apoyadas por una cartera de inversiones para lograr la realización tecnológica deseada. Es más, se asume que un verdadero cambio tecnológico será el resultado de una estrecha sinergia entre IyD. En una situación ideal, el componente de investigación debería participar activamente durante la planificación del plan de desarrollo, definiéndose su función mucho antes de la iniciación del plan.

## La vida útil del proyecto y la necesidad de mayor tiempo para su ejecución

Las zonas del nordeste de Brasil están permanentemente sujetas a fluctuaciones extremas en la precipitación anual total y su distribución durante la estación lluviosa. El proyecto coincidió con dos años consecutivos de sequía los cuales limitaron seriamente la ejecución de las acciones previstas. En particular esta condición obstaculizó la



aplicación de tecnologías asociadas con el manejo y mejoramiento de la vegetación nativa. Estas tecnologías que incluyen la siembra de forrajes perennes, plantas arbustivas o mejoras en la productividad de la Caatinga, aun cuando en condiciones de años favorables excepcionales, no podrían concretarse en el corto tiempo de vida de un proyecto (generalmente de tres años). Tecnologías para un manejo agrosilvopastoril requerirán de períodos entre 5 y 7 años antes de producir resultados tangibles. Por esta razón algunas actividades relativas al mejoramiento de la Caatinga sólo fueron parcialmente ejecutadas. En nuevas iniciativas similares es importante tener en cuenta que la mejora de la producción ganadera en las zonas secas debe planificarse por lo menos para un período de cinco años. Esta situación debería ser explicada y justificada con suficiente información a los gobiernos y las entidades donantes.

### **Organización de productores**

En general, los productores del semiárido son pobres, con un nivel pobre de alfabetización y de organización en lo relativo a producción y comercialización, sin embargo existen organizaciones naturales a menudo ignoradas que representan la base para un trabajo colectivo. En los núcleos de aplicación el consorcio desplegó esfuerzos especiales para organizar a los productores cooperantes en grupos de trabajo. El consolidar estos grupos tomó tiempo, debido a la reticencia del productor en adoptar nuevas iniciativas, siguiendo una actitud conservadora natural y entendible que deriva de su permanente confrontación con situaciones de riesgo. Es importante que las nuevas iniciativas de investigación examinen este aspecto antes o al inicio de la ejecución de un proyecto, sin dejar de lado los mecanismos institucionales existentes. Si las nuevas iniciativas se centrarán en la integración de la cadena de producción, la organización de productores será fundamental y, requerirá de una actividad específica y experiencia adecuada en su diseño y puesta en práctica.

Dentro de la comunidad fue importante trabajar con grupos de interés de acuerdo con la afinidad de los productores por el tipo de investigación propuesta. Los productores tienen preferencias muy marcadas, p.ej. los hay que gustan trabajar con ovejas mientras otros en producción de forrajes. Este es un tema importante cuya exclusión puede derivar en el fracaso de las acciones programadas; por consiguiente, debe integrarse en la agenda de los talleres organizativos anteriores a la aplicación de tecnologías.

### **Los agricultores: sus actitudes y puntos de vista conservadores**

Con frecuencia los pequeños productores de las zonas semiáridas están acostumbrados a recibir asistencia gratuita y beneficios directos de diferentes

instituciones y organizaciones no gubernamentales. En consecuencia, al iniciar el proyecto resultaba difícil convencerlos de que los beneficios del proyecto no se traducirían en pago por servicios, sino que derivarían de las tecnologías para mejorar sus sistemas de producción. Sin embargo, al final de proyecto la mayoría de los productores se identificó con la propuesta de trabajo.

Además, la investigación con base comunitaria y participativa no se establece automáticamente y requiere de repetidas discusiones con los agricultores. Por estas razones es recomendable no forzar a los productores a integrarse, para lograr un número substancial de ellos en el núcleo, sino más bien seleccionar aquellos interesados que se constituirán en un grupo de referencia para otras personas dentro y fuera de la comunidad. En este contexto, se ha visto que es importante que las nuevas iniciativas incluyan a un facilitador profesional para el trabajo comunitario, contratándolo a tiempo completo con una base en el núcleo para guiar y encaminar el trabajo participativo a ser ejecutado por los investigadores.

Un hecho destacable es que los productores tenían que realizar sus actividades diarias en forma simultánea a las actividades de investigación participativa que se propusieron. Esto determinó que los productores se organizarán en grupos de interés con base en sus tiempos disponibles de tal manera que las actividades de investigación participativa puedan ser ejecutadas sin perjudicar las actividades individuales de rutina de los productores.

## **Incorporar el conocimiento local**

La participación efectiva de los productores en ‘aprender haciendo’ y una capacitación enfocada, ha demostrado que los productores tienen la capacidad de acelerar el proceso de transferencia de conocimientos y también de contribuir con ideas innovadoras en el proceso de prueba de tecnologías. Fue posible observar el surgimiento de productores con perfil de investigadores, que comprendieron la importancia de hacer investigación y motivaron e involucraron a aquellos productores que inicialmente se interesaron más en conseguir jornales por su mano de obra.

Los productores de la comunidad de Boa Vista en varias ocasiones sugirieron procedimientos creativos para superar las dificultades en interrumpir la latencia de las semillas de leucaena. Sus decisiones, como en el caso de seleccionar el pasto *Massai* para las pruebas de la suplementación de los animales, han demostrado una notable capacidad predictiva en temas de manejo de plantas. Por tal razón es recomendable que nuevas iniciativas en IyD enfoquen en el conocimiento local y traten de integrar las experiencias de los productores muchas veces ignoradas en los procesos de prueba y transferencia tecnológica.

## Los Desafíos Metodológicos e Institucionales de la Investigación Participativa con las Comunidades

La investigación participativa con las comunidades, en el contexto de un proyecto integral y multidisciplinario, fue más bien una nueva tarea para Embrapa Caprinos y Embrapa Semiárido. La experiencia fue valiosa y promovió la motivación de investigadores jóvenes deseosos de seguir este enfoque en otras comunidades y proyectos. Un beneficio importante fue el contar con una plataforma de intercambios sur-sur que permitió aprender de otras experiencias en zonas áridas en el mundo. Es importante que nuevas iniciativas de investigación adaptativa y participativa incluyan un componente de intercambio con experiencias exitosas en otros lugares con la eventual visita de investigadores e investigadores-productores líderes para acelerar el proceso del cambio tecnológico y beneficiarse de otras lecciones aprendidas.

### Importancia y necesidades de investigación estratégica

Si bien el énfasis del proyecto fue en investigación adaptativa y participativa en las comunidades, la necesidad de aplicar acciones para resolver problemas confrontó con vacíos de información y conocimiento tal que existe una obvia necesidad de ligar estos esfuerzos con investigación estratégica y orientada a resolver problemas. Por ejemplo, el brote de plaga de cochinilla que está diezmando los campos de nopal en varios estados del nordeste de Brasil, requiere de investigación estratégica para

Foto: Ana Clara Rodrigues Cavalcante



**Productores-investigadores en una experiencia con utilización de rizobio en leguminosas**



Foto: Ana Clara Rodrigues Cavalcante

### **Productores-investigadores haciendo evaluación de producción de biomasa en pasto *buffel***

su resolución. Lo mismo es cierto con respecto a calidad del producto, en especial cuando los animales obtienen su alimento de forrajes no convencionales (p. ej. de especies de la Caatinga ricas en taninos y componentes secundarios) cuyos productos pueden tener efectos positivos o negativos en la salud humana. Es entonces importante vincular un componente de investigación estratégica adecuadamente orientado para ayudar a resolver problemas críticos, fuera del alcance de la investigación adaptativa y participativa. Esto evitará desconexión y brindará una sólida justificación y pertinencia a los centros cuyo mandato es resolver los problemas del pequeño productor utilizando los recursos modernos de la ciencia.

### **Intercambio de experiencias con investigadores de otros países**

El proyecto abrió la oportunidad para intercambios sur-sur y norte-sur que contribuyeron de manera substancial en su ejecución. Talleres metodológicos y visitas específicas fueron métodos exitosos introducidos en el proyecto que promovieron un intenso intercambio de información con colegas de la región (Argentina, México y Venezuela) y de otras regiones del mundo (Indonesia, Escocia, España, Siria y Túnez). Una nueva iniciativa debería propender a proyectar las acciones locales a un ámbito más regional debido a los beneficios que esta orientación deriva.

Foto: Ana Clara Rodrigues Cavalante



### **Investigadores de Brasil, Argentina, México, Venezuela e ICARDA reunidos en el Chaco Argentino para intercambio de conocimiento en nutrición animal y manejo de pasturas**

## **Escalamiento/masificación de tecnologías probadas con éxito**

El diseño del proyecto no incluía el escalamiento o masificación de las tecnologías probadas. Sin embargo las experiencias de Boa Vista y Boqueirão fueron usadas como referencia por los gobiernos locales (prefecturas), organizaciones no gubernamentales y el PDHC. Muchas tecnologías aplicadas con éxito en ambas comunidades, como es el caso del ensilaje en Boqueirão se está ampliando dentro y fuera del PDHC. Por esta razón nuevas iniciativas podrían captar más atención y visibilidad si ofrecen en su diseño un modelo de expansión de tecnologías promisorias a un número mayor de comunidades, conduciendo simultáneamente investigación adaptativa y participativa y la masificación tecnológica. Por este motivo los vínculos con los proyectos de desarrollo, los gobiernos y otros actores serán críticos en este contexto.

## **Vinculación de la cadena de producción y la interacción con el sector público y privado y las políticas**

El proyecto tuvo éxito en identificar las oportunidades de mercado para los productos de pequeños rumiantes, sin embargo, no pudo lograr la integración de la cadena de producción con la de comercialización. Tampoco pudo interactuar de manera más formal con el sector público y las políticas disponibles. Sin embargo, localmente el proyecto recibió un gran apoyo del Gobierno municipal de Quixadá mediante la designación de uno de sus técnicos a compartir la responsabilidad durante la ejecución de acciones. Es importante que nuevas iniciativas de IyD se orienten a vincular la cadena de producción con la de comercialización, la participación de todos



Foto: Ana Clara Rodrigues Cavalcante

### **Productor de Boa Vista (Quixadá) comentando su experiencia en investigación participativa a técnicos y otros productores**

los interesados en el contexto de producción, la vinculación con las políticas existentes y la participación en el diseño de políticas orientadas a mejorar el sustento de los recursos a los productores pobres de la región.

## **Síntesis de Resultados más Importantes**

La investigación participativa acercó a los productores a tecnologías que no conocían, las cuales se están haciendo fundamentales para una propuesta de producción sostenible en la comunidad de Boa Vista en Quixadá – Ceará. Estas tecnologías lograron trascender más allá de la proyección del proyecto con el exitoso escalamiento de tecnologías de producción y conservación de forraje en Boqueirão. Se asume que todas las tecnologías propuestas tienen posibilidades promisorias de escalamiento provisto que se logre una adecuada interacción con proyectos de desarrollo de largo plazo, y se cuente con el apoyo de políticas adecuadas.

Dentro de las tareas planteadas los agricultores-investigadores lograron:

- 1) Evaluar pastos, escogiendo con bastante certeza especies adecuadas a sus condiciones de producción.
- 2) Ajustar un sistema de irrigación conservativo para producir forraje con opciones de ser utilizado tanto en el engorde de corderos como en la producción de leche.

- 3) Ensamblar una tecnología de producción de forrajes de valor para enfrentar los problemas ocasionados por la época de la sequía y mantener tasas adecuadas de reproducción.
- 4) Aplicar con efectividad metodologías que permiten reducir cargas parasitarias sin el riesgo de incrementar la resistencia genética de los parásitos a las drogas (el caso de FAMACHA).
- 5) Evaluar el efecto de la inoculación con rizobio en el desarrollo de plántulas de leucaena, constatando que esta práctica es eficiente y de bajo costo.

Como un subproducto de las acciones del proyecto:

- 1) Los agricultores realizaron un día de campo exitoso donde describieron las tecnologías probadas, a productores y técnicos del PDHC y a técnicos de la prefectura de Quixadá.
- 2) Un agricultor-investigador dio una charla en un evento técnico regional presentando los resultados de su experiencia y otros agricultores participaron en programas de televisión divulgados a escala regional y nacional, en los cuales hablaron de sus incursiones en investigación participativa y de los resultados obtenidos.

## **Consideraciones Finales**

Los productores son el foco principal de las estrategias de investigación participativa. En consecuencia, su participación y la acción comprometida son indispensables, desde la identificación de problemas y selección de tecnologías para probar y adaptar a la evaluación de los resultados. Por consiguiente, en cada evento los productores deben estar de acuerdo con participar. Los investigadores por su parte deben estar persuadidos de estas condiciones y tratar a los agricultores como socios y no simplemente como ejecutores de lo que se propone. Esto se complica cuando intervienen otros socios actores en el proceso (p. ej. las organizaciones no gubernamentales, el Proyecto de Desarrollo y el Gobierno municipal), lo cual implica un cuidadoso acuerdo interinstitucional con todos los interesados que no es fácil de lograr.

Nuestra experiencia ha demostrado que la aplicación de la investigación participativa es una tarea que consume tiempo y requiere la concertación de agendas de trabajo y prioridades diferentes: los miembros de la comunidad además de sus actividades diarias y prioridades en su agenda rutinaria deben añadir nuevas actividades. Al propio tiempo técnicos de otras instituciones asociadas (p. ej. de organizaciones no gubernamentales, del Proyecto de Desarrollo, o del Gobierno municipal) también deben adecuarse a una nueva agenda, posiblemente con nuevos métodos de trabajo, además de sus propias prioridades y compromisos. Por consiguiente para que un

programa con una agenda acordada logre resultados tangibles, se requerirá de una gran dosis de compromiso y paciencia, y tiempo necesario para consolidar las acciones propuestas. Tomando en cuenta todos estos aspectos más aquellos relacionados con las fluctuaciones extremas de clima de las regiones semiáridas, es claro que un período de tres años no es suficiente para cumplir los objetivos de proyectos con esta orientación.

El comentario final se relaciona con el desarrollo y políticas para un escalamiento efectivo de las tecnologías. Afortunadamente en el Brasil estas condiciones se están dando de manera paulatina y existen orientaciones claves para el cambio tecnológico del pequeño productor de zonas áridas. Por ejemplo la apertura de mercados para la venta de leche de pequeños productores caprinos que reciben un precio preferencial ha dado lugar a que muchas áreas deprimidas del nordeste Brasileño empiecen a vislumbrar los caminos para revertir la pobreza. La investigación participativa y adaptativa, apoyada por una investigación estratégica, en sinergia con el desarrollo, puede aprovechar de estas grandes oportunidades para consolidar el proceso de reversión de la pobreza en el área rural.

## Agradecimiento

Los autores agradecen al Dr. Luis Iñiguez por su valiosa contribución en la construcción y ejecución de la propuesta de investigación participativa y por sus consideraciones en la elaboración del presente capítulo.

## Literatura Citada

- Amarante, A.F.T. 2008. Fatores que afetam a resistência dos ovinos à verminose. In: Alternativas de Controle da Verminose em Pequenos Ruminantes (C.J.Verrissimo, Ed.). Nova Odessa, Brasil. pp. 15-24.
- Araújo Filho, J.A. 2006. O bioma caatinga. In: Semi-Árido Diversidades, Fragilidades e Pontencialidades (J.F. Sobrino and C.L.C. Falcão, ed.). Sobral, Ceará, Brasil. pp. 49-70.
- Balanço Social da Embrapa. 2009. <http://bs.sede.embrapa.br/> (Consulta: 14.3.2011).
- Campello, M.S. e C.R. Melo. 2002. Recursos Hídricos no semi-árido da caatinga no estado de Pernambuco. In: Quanto Vale a Caatinga? (H. Teuchler e A.S.H. Moura, ed.). Fortaleza, Ceará, Brasil. pp. 89-117.
- Cavalcante, A.C.R., F.B. Souza, e M.J.D. Candido. 2003. Estratégias de manejo de pastagens cultivadas no semi-árido. Documentos 45, Embrapa, Sobral, Ceará, Brasil. 28 pp.
- Costa, R.G., C.C. Almeida, E. Pimenta Filho, E.V. Holanda Júnior e N.M. Santos. 2008. Caracterização do sistema de produção caprino e ovino na região Semi-Árida do estado da Paraíba. Brasil. *Archivos de Zootecnia* 57(2): 195-205.
- Drumond, L.C.D. e Fernandes, A.L.T. 2004. *Irrigação por aspersão em malha para a cafeicultura familiar*. UNIBE, Uberaba, 88 pp.
- Embrapa Milho e Sorgo. 2005. 6 ed. Sistema de produção de sorgo. [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo\\_6\\_ed/index.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/index.htm) (Consulta: 21.12.2010).



- Fukuda, W.M.G., C. Fukuda, R.C. Caldas, J. Cavalcanti, J.A. Tavares, J.A. Magalhães, e L.C. Nunes. 2000. Avaliação e seleção de variedades de mandioca com a participação de agricultores do Semi-Árido do Nordeste brasileiro. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Brasil. 44 pp.
- ICARDA. 2009. Strengthening Institutional Capacity to Improve Marketing of Small Ruminant Products and Income Generation in Dry Areas of Latin America. Final Project Report 2003-2008. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Syria. 101 pp.
- Leite, E.R., J.A. Araújo Filho e F.C.Pinto. 1995. Pastoreio combinado de caprinos com ovinos em Caatinga rebaixada: desempenho da pastagem e dos animais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30(8): 1129-1134.
- Mendonça, F.C., P.M. Santos e A.C.R. Cavalcante. 2010. Irrigação de pastagem. In: Bovinocultura de Corte (A.V. Pires, ed). 1 ed. Piracicaba, Brasil. pp. 473-496.
- Molento, M. 2008. Método Famacha: tratamento seletivo no controle do *Haemonchus contortus*. In: Alternativas de Controle da Verminose em Pequenos Ruminantes (Verrissimo, C.J., ed.). Nova Odessa, Brasil. 25-34 pp.
- Rocha, E.N. e J.C.P. Machado. 2004. Formação de educadores rurais: construindo uma política de educação contextualizada. In: Educação no Contexto do Semi-árido Brasileiro (A. Küster, e B. Mattos, ed.). Fortaleza, Brasil. pp. 185-198.
- Silva, A.F. e L.M.Santana. 2005. Crescimento de mandioca, maniçoba e pornunça conduzidas sob podas em épocas distintas na região semi-árida. In: *Proceedings*, Congresso Brasileiro de Mandioca, 9, 2005, Campo Grande, Brasil. Secretaria de Agricultura do estado do Mato Grosso do Sul, Campo Grande. Mato Grosso do Sul, Brasil. pp. 1-4.

# Capítulo 11

## Investigación Participativa y su Rol en el Desarrollo y la Investigación de Rumiantes Menores en Zonas Áridas de México

<sup>1</sup>Homero Salinas González, <sup>2</sup>Manuel de Jesús Flores Nájera,  
<sup>2</sup>Francisco Echavarría Cháirez y <sup>3</sup>Cesar A. Meza Herrera

<sup>1</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro Investigación Regional Norte Centro, Matamoros, Coahuila, México*

<sup>2</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Zacatecas, Zacatecas, México*

<sup>3</sup>*Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo (URUZA), Bermejillo, Durango, México*

### Introducción

La investigación agrícola en las zonas áridas y semiáridas de México tiene la difícil tarea de contribuir al mejoramiento de los medios de vida de sistemas productivos de agricultores pobres, todos ellos sujetos a condiciones limitantes, marginales para la producción agropecuaria: escasez de agua durante periodos largos del año y frecuente recurrencia de sequías prolongadas. Se ha asumido con reiteración que las tecnologías disponibles o en proceso de gestación serían adoptadas rápidamente por el productor en vista de las mejoras que se atribuían a su utilización. Sin embargo, la adopción ha sido mínima si se la compara con la ocurrida en sistemas comerciales de zonas menos marginales para la producción agropecuaria. En principio se atribuyó la baja adopción a un enfoque inadecuado de la investigación y a fallas en la transferencia. Esto dio lugar a cambios de enfoque en la investigación, desde un enfoque de sistemas de producción hasta la introducción de métodos participativos y más incluyentes. Si bien se han logrado avances sustantivos en la percepción de problemas e identificación de sus posibles soluciones, la adopción aún sigue siendo pobre sin que se haya logrado concretar el objetivo central de mejorar los medios de vida de los productores. Existen barreras importantes que franquear, en particular en el área de políticas y normativas, en el desarrollo y su integración con la investigación, y en lograr contar con un ambiente facilitador que permita concretar la adopción y el cambio tecnológico (Iñiguez, 2011).

Este capítulo hace una revisión rápida de la evolución de la investigación participativa en las zonas áridas de México, resaltando matices importantes de esta aproximación, y describe las experiencias de un proyecto colaborativo entre ICARDA y el INIFAP, con financiamiento del FIDA, llevado a cabo en el periodo 2003-2006 en la comunidad de Pánuco en el estado de Zacatecas, el cual utilizó métodos de la

investigación participativa para plantear soluciones a problemas de la producción de rumiantes menores en esa comunidad (ICARDA, 2009).

## Las Aproximaciones y Enfoques de la Investigación Agrícola en México

Desde 1963, México aplicó el concepto de sistemas de producción en la investigación agrícola. Se conceptualizó a un sistema de producción como un arreglo de componentes físicos, relacionados de manera que interactúan como una unidad. La utilización de este enfoque permitió mejorar la comprensión de los procesos complejos ligados a la agricultura, y además, adecuar el desarrollo o elección de opciones tecnológicas a las diferencias de clima y suelo asociadas con los sistemas de producción, evitando prescripciones generalizadas (Laird, 1986). La adecuación del desarrollo y elección de tecnologías para resolver problemas fue beneficiada con el concepto de agrosistemas, como sugería Turrent (1978), y la consideración de semejanza de circunstancias de los productores, bajo el criterio de dominios de recomendación (Byerlee y Collinson, 1983). Un complemento al enfoque de sistemas, fue discriminar el contexto de producción en tres subsistemas: a) productor-cultivo, b) ecológico y c) socioeconómico, lo cual posibilitó analizar con mayor eficiencia el funcionamiento de procesos, entradas y salidas del sistema, con la debida evaluación económica y social de los indicadores biológicos (Villarreal y Byerly, 1984; Salinas *et al.*, 1999).

Durante la década de 1980 el enfoque de sistemas ayudó a develar que los productores no tenían sistemas estáticos, sino que estos se iban innovando aun sin apoyo externo, aunque la presencia de un apoyo externo podía acelerar los cambios. Esta información fue clave para plantear el mejoramiento de sistemas de producción de pequeños agricultores con escasos recursos, cuya problemática tiene una mayor complejidad que los sistemas de producción comerciales integrados al mercado. Sin embargo, la metodología asociada con este enfoque tenía una proyección muy prolongada y era obvia la necesidad de herramientas que permitan acelerar el diagnóstico y la toma de decisiones para la intervención tecnológica. Además, en su aplicación el enfoque de sistemas no era inclusivo en tanto no se exigía que el productor asuma una función preponderante en la formulación de hipótesis de trabajo, el planteo de métodos para resolver sus problemas y la toma de decisiones respecto al uso de opciones tecnológicas. Algunas de estas herramientas fueron aportadas por un nuevo concepto más inclusivo en su enfoque que el anterior: la investigación participativa (Cromwell *et al.*, 2001; Aagaard-Hansen *et al.*, 2007; Palacios *et al.*, 2010). Este concepto se adecuó mejor a la realidad del pequeño productor y por tanto a la identificación de su problemática, a los cambios rápidos que ocurren en los sistemas y los mercados,

y a posibilitar acciones conjuntas entre el investigador y el productor para resolver la problemática identificada.

El nuevo enfoque metodológico puede ligarse al enfoque de sistemas permitiendo una aproximación más robusta a la solución de problemas y una cierta aceleración de los procesos de diagnóstico e identificación de posibles opciones tecnológicas, aunque requiere también del fortalecimiento institucional, tanto de la comunidad como del ente conductor de la investigación y de otros actores del contexto productivo. Por consiguiente, su aplicación no soluciona el dilema de resolver la problemática en tiempos cortos. Nuestra experiencia ha mostrado por ejemplo, que un proyecto de financiamiento de tres años es insuficiente en tiempo por cuanto al concluir el mismo, los aspectos de organización y educación de la comunidad y otros actores pueden estar aún en proceso de consolidación (ICARDA, 2009). Detalles centrales en este nuevo enfoque incluyen:

- La puesta en práctica simultánea de líneas (módulos) de acción en los siguientes frentes: i) formación del investigador, de la comunidad y de otros actores en todos los procesos desde la formulación de hipótesis a la aplicación de cambios e intervenciones para mejorar los sistemas productivos, de manera que cada actor entienda las funciones que debe desempeñar y se logre una comunicación fluida (un lenguaje común) entre todos los actores, ii) organización de la comunidad y su inclusión para plantear y formular estrategias y tecnología apropiada para una producción eficiente y mejorada, y iii) la aplicación y prueba de esa tecnología por la comunidad en las condiciones del contexto productivo (Schutter y Yopo, 1983; Conroy *et al.*, 2002).
- El uso del conocimiento endógeno de la comunidad, definido como el conocimiento y la experiencia práctica de la gente que aún tiene vínculo directo con la tierra y el entorno natural inmediato. Para tal fin las instituciones y el investigador tienen que reconocer y aceptar que los conocimientos y métodos pragmáticos del productor pueden complementar a los de la ciencia en la solución de problemas (Mata, 2003). Tal inclusión conlleva una diferencia notable con el esquema tradicional de la investigación en tanto que permite franquear la barrera entre el conocimiento empírico y el científico (Muñoz-Ramos y Brunet-Leyva, 2006).
- Lograr contar con un conocimiento de la realidad con base científica; las necesidades, los requerimientos y problemas de las comunidades; y la inclusión de los productores y/o comunidades, antes de ingresar a la planificación, de manera que el estudio de la realidad culmine con la generación de propuestas pertinentes a los problemas expresados por la comunidad (Neiland *et al.*, 2005; Devendra, 2007; Lisson *et al.*, 2010).

- Contar con una preparación interdisciplinaria del investigador más allá de una preparación unidimensional, con el fin de visualizar la realidad que es compleja (Schutter y Yopo, 1983). Tal condición requirió de un programa de entrenamiento, incluyendo visitas para fortalecer las experiencias y enriquecerlas con las de otros países (p. ej. Siria, Chipre, Tunes y España) y talleres metodológicos propuestos por el proyecto que contribuyeron a un intercambio sur-sur (entre instituciones latinoamericanas de investigación) bastante provechoso.
- Contar con productores formados de manera que la comunicación con el investigador sea más fluida y libre de ambigüedades, lo cual determina inversiones adicionales en tiempo y recursos para cubrir los procesos de entrenamiento que emergen en el proceso y que en general no son programados.

El enfoque participativo contempla ayudar a: 1) responder a los problemas, necesidades y oportunidades identificadas por los productores; 2) identificar y evaluar las opciones tecnológicas que se basan en el conocimiento y los recursos locales; 3) asegurarse de que las innovaciones técnicas sean apropiadas para los contextos socioeconómicos, culturales y políticos locales; y 4) promover una mayor participación en el uso de las innovaciones. En contraposición al proceso lineal de generación-transferencia-utilización de tecnologías de enfoques convencionales, la investigación participativa abarca un conjunto más amplio de fases y actividades, donde interactúan productores, investigadores, extensionistas y otros actores de importancia en el entorno productivo (Conroy, 2002; Neiland *et al.*, 2005; Muñoz-Ramos y Brunet-Leyva, 2006; Aagaard-Hansen *et al.*, 2007).

Es importante notar que la adopción de metodologías participativas en el planteamiento de un cambio tecnológico para el universo de pequeños productores de escasos recursos no es la prescripción final para lograr la adopción tecnológica y el mejoramiento efectivo de las condiciones de vida del pequeño productor. Existen otros factores que deben ser tomados en cuenta más allá de los factores técnicos para concretar ese cambio, en particular la acción de políticas adecuadas, de planes de desarrollo, dentro de una voluntad y compromiso de los gobiernos nacionales o locales para desarrollar y mejorar las condiciones de vida de los pequeños productores con una proyección de largo plazo. También importante es la participación de otros actores como por ejemplo la empresa privada y la industria en este particular. Por lo tanto, la aplicación de los métodos participativos tendrá un mayor impacto en lograr el cambio tecnológico y el objetivo de mejorar las condiciones de vida del productor, en un ambiente en el que se aseguren las condiciones facilitadoras para el escalamiento tecnológico y la adopción (Aw-Hassan, 2008; Iñiguez, 2011).

## Marco Metodológico

El marco metodológico de este proyecto utilizó un enfoque de sistemas ligado a métodos de la investigación participativa. Con esa orientación se planteó un trabajo en etapas y en procesos simultáneos desde la recolección de información básica para entender los problemas generales de los componentes del sistema, la etapa de identificación de problemas de producción y posibles soluciones con activa participación de los productores y la aplicación de opciones de mejora de la productividad con incursiones en promover la acción colectiva en la comercialización y en la adición de valor. En todo el proceso se sostuvieron con los productores discusiones simultáneas a las acciones indicadas, de manera que los productores puedan sentir una apropiación del trabajo y participar en decisiones de cambio. Se requirió una importante inversión en el entrenamiento de productores en relación con los detalles de las tecnologías que ellos seleccionaron como opciones para el mejoramiento de sus sistemas, lo cual repercutió en una inversión en tiempos y recursos no contemplada en el diseño del proyecto.

Se siguieron 5 etapas sucesivas en este proyecto: i) la revisión de información secundaria para lograr comprender el contexto general de la producción, las potencialidades de la región en la cual se encuentra el sitio de trabajo y una síntesis que luego sirvió para definir el sitio de ejecución del proyecto e iniciar el trabajo participativo en las etapas ii-v siguientes; ii) la realización de un diagnóstico estático a través de una encuesta para conocer la naturaleza de los sistemas en el sitio de trabajo y su problemática, iii) la conducción de talleres participativos de trabajo, con los productores, para validar la problemática captada en el diagnóstico estático así como la formulación de posibles soluciones y selección de opciones tecnológicas; iv) la formalización con la comunidad de una estrategia de trabajo, con la definición de responsabilidades y disciplina a seguir entre los actores (productores, investigadores y agentes de transferencia del estado de Zacatecas); y v) la aplicación de las opciones elegidas por los productores en los predios de ejecución seleccionados por la comunidad.

### Información secundaria y mapa de potenciales de producción para el estado de Zacatecas

Este proceso que utilizó suficiente información sobre las características físico-biológicas, ecoregionales, de uso de la tierra, y de la distribución de la vegetación y ganadería de la región, permitió enfocar los sistemas de producción predominantes, así como la selección del área objetivo. Para tal fin se consideraron las potencialidades productivas, utilizando sistemas de información geográfica (Medina *et al.*, 1997), de acuerdo con características agroecológicas y socioeconómicas de la región.

De acuerdo con Salinas (1995), en el norte-centro de México se presentan tres sistemas de producción de caprinos orientados a: i) la producción de leche y cabrito, ii) la producción de carne de animales adultos (venta de machos de 10 meses en adelante) y, iii) la producción de cabrito y adultos de descarte. Las características del agroecosistema, su función objetivo y principales limitantes se presentan en la Tabla 1. El agroecosistema de mejor condición ecológica (Tabla 1), por sus mejores condiciones de disponibilidad de alimento, favorece a la producción de leche. En un agroecosistema intermedio, con menor disponibilidad de alimento, el propósito productivo es la carne de adulto, mientras que en el agroecosistema con marcada reducción de alimento, el propósito productivo es el cabrito antes del destete. Estos productos según las

**Tabla 1. Características de los sistemas de producción caprinos en el noroeste de México.**

Sistema de producción	Agroecosistema	Función objetivo	Principales limitantes
Leche – Cabrito	Precipitación 200-600 mm Uso de residuos de cultivo de riego y/o temporal y de vegetación natural	Venta de leche para liquidez Venta de cabrito para ahorro y venta de animales adultos para liquidez inmediata	Escasez de alimento de febrero a abril Época inadecuada de parición Fluctuaciones en precio de cabrito Calidad genética Parasitosis y alta mortandad de crías
Carne – Adulto	Precipitación 350-450 mm Uso de residuos de cultivos de temporal y de vegetación natural	Venta de animales adultos para ahorro y liquidez	Escasez de alimento de febrero a abril Calidad genética Parasitosis
Cabrito <sup>(1)</sup>	Precipitación 180-300 mm Uso de escasos residuos de cosecha de cultivos de temporal y alta dependencia de la vegetación natural	Venta de cabritos para ahorro y venta de descartes de animales adultos para gastos imprevistos	Desnutrición preparto Alta incidencia de abortos Escasez de alimento de diciembre a mayo Sobrepastoreo

Fuente: Salinas (1995).

Nota: <sup>(1)</sup>Este sistema también puede producir para la venta animales adultos de descarte, aunque estos son destinados, en general, al consumo familiar.

características del sistema, han permitido el desarrollo de mercados, p. ej. la venta de leche fresca o transformada en productos como quesos o dulces, o la venta de cabritos o animales adultos para elaboración de diferentes platillos regionales que han desarrollado una demanda creciente a través de los años.

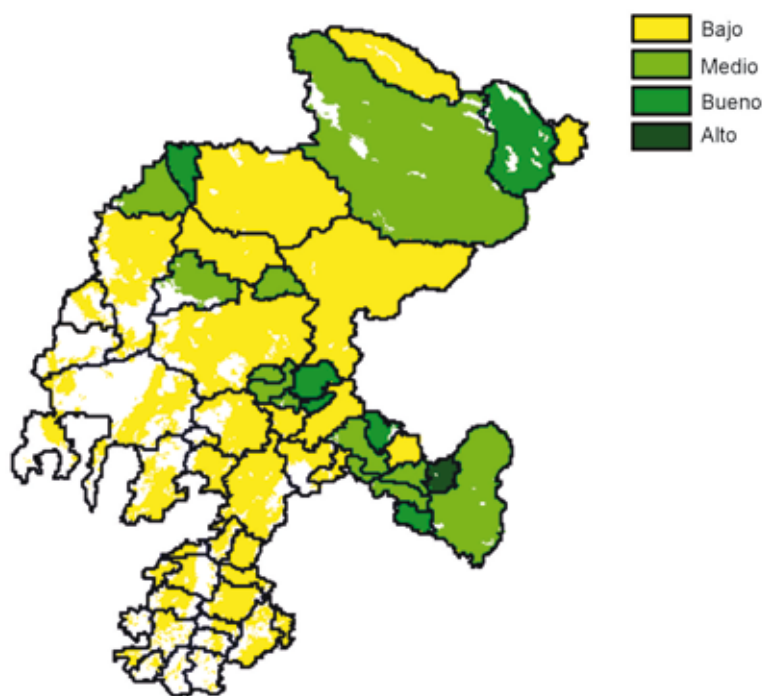
La presencia de residuos de cosecha juega un papel importante en los tres sistemas de producción, siendo notoria la concentración de la actividad caprina alrededor de las áreas agrícolas ya sea de temporal o de riego (Salinas, 1995). De acuerdo con la condición anterior y transformándola en una definición operativa, fue posible establecer geográficamente el potencial productivo de cabras en Zacatecas (Salinas *et al.*, 2004). La definición operativa conceptualiza a los caprinos como animales con capacidad de ramonear matorrales bajos, consumir la vegetación herbácea (pastos) y usar residuos de cosechas. Los sitios donde se presentó la combinación de estas tres capacidades fueron definidos como los más apropiados para el desarrollo de cabras. Mediante el uso de sistemas de información geográfica se ubicaron los sitios de potencial alto, mediano, bueno o bajo para el desarrollo de caprinos (ver detalles en Capítulo 5). En el caso de Zacatecas las variantes de este potencial incluyeron al menos dos sistemas de producción: i) producción de cabra adulta para carne (centro del estado) y, ii) producción de cabrito (norte del estado) (Figura 1).

El municipio de Pánuco con sus comunidades de productores fue seleccionado como receptor de las actividades de investigación. Esta decisión se debió a una relación histórica entre el Campo Experimental Zacatecas con este municipio y la corta distancia entre el Campo Experimental y Pánuco, lo cual permitiría una actividad y monitoreo más intenso con la comunidad. El municipio está localizado en la parte central del estado de Zacatecas (23° 05' 36'' y 22° 50' 40'' N y 102° 19' 54'' y 102° 39' 51'' O) y es parte de la subcuenca Fresnillo-Yesca la cual cuenta con 18 microcuencas una de ellas denominada Pánuco (675.814 km<sup>2</sup>) que se constituyó en el área y base de trabajo. Los productores del municipio están organizados en un ejido<sup>1</sup> que lleva también el nombre de Pánuco, cuyos suelos son pobres en materia orgánica (< 1.0%) y poco profundos (< 20 cm); aproximadamente 50% de la superficie es utilizada como pradera nativa (agostadero) de una manera comunal, con acceso irrestricto y sin tener en cuenta su productividad, lo cual ha determinado procesos evidentes de degradación del agostadero y de conflictos en la comunidad.

---

<sup>1</sup> El ejido es una sección de área agrícola y pastizal ocupada por población rural y organizada durante la reforma agraria de 1920 a 1936. La reforma estipuló que la tierra sea distribuida, dotando a las familias de un terreno para uso familiar, generalmente dedicado al cultivo de productos, y otro terreno de agostadero de propiedad del ejido y uso comunal al cual los productores del ejido (llamados ejidatarios) pueden acceder de manera irrestricta para el pastaje de sus animales. A partir de la modificación del 27 constitucional (1992) la fracción de terreno agrícola pasó a ser propiedad del ejidatario teniendo pleno usufructo del suelo (producir, rentar o vender).





**Figura 1. Potencial productivo de caprinos en el estado de Zacatecas.**

*Fuente:* Salinas et al. (2004).

## **Diagnóstico estático y validación de resultados con la comunidad**

Una vez seleccionada el área y base de trabajo se condujo una encuesta a 63 productores para conocer las principales características y limitantes de los sistemas de producción. Con esta base de información se convocó a productores, con un perfil asociado con la producción caprina, a talleres de trabajo o foros participativos para validar los resultados de la encuesta y analizar la problemática que enfrentan. Los talleres contemplaron 4 fases:

- *Fase 1.* Presentación y comentarios breves de cada uno de los actores participantes: la comunidad, investigadores, agentes de extensión y otros actores, como una apertura previa y democrática para la discusión.
- *Fase 2.* Presentación a los productores de una fotografía aérea del área, así como de características generales socioeconómicas, productivas y ecológicas de los sistemas de producción predominantes de la comunidad, de la revisión de información secundaria; seguida por una discusión orientada a conocer la ubicación de los terrenos agrícolas de los participantes y la superficie de agostadero, además de identificar problemas generales. Esta discusión

permite verificar y validar una fotografía aérea con la experiencia y el conocimiento local, concluyendo con un mapa diagramado por la comunidad con identificación precisa de áreas y problemas.

- *Fase 3.* Identificación de las principales actividades productivas en la comunidad y su problemática específica con señalización en el mapa.
- *Fase 4.* Jerarquización de los problemas, con base en las posibilidades de solución.

## **Características del sistema de producción**

El sistema predominante es el de producción de carne caprina y ovina, que es representativo de la región norte de México. Este sistema es extensivo marginal y comunal (ejidatario) de rumiantes menores, con problemas de estacionalidad reproductiva asociada con el fotoperiodo y la precipitación pluvial que determina variaciones en la producción de pastos y del matorral. El nivel tecnológico de los sistemas de producción es mínimo, lo cual, en adición a las limitantes mencionadas, se traduce en baja productividad de carne y leche (Salinas *et al.*, 1991).

El municipio de Pánuco tiene una superficie de 555,36 km<sup>2</sup> y una población de 13.985 personas (INEGI, 2000). Por su parte, el ejido Pánuco posee 4.914 ha, de las cuales 2.444 ha son dedicadas a la agricultura y 2.470 ha son pastizales. El municipio tiene 71 comunidades.

Los 63 productores de cabras y ovejas entrevistados pertenecen a la microcuenca Pánuco y a las comunidades de Pánuco, Casa de Cerros, Goteras, San Antonio del Ciprés, la Susaya, Pozo de Gamboa y Saucedá de la Borda. La edad media de los productores entrevistados fue de 51,3 ± 12,1 años, 76% de los cuales leen y escriben. Las familias de los productores encuestados están conformadas por 4 o 5 miembros y la cabra es la especie de mayor interés en las comunidades de Pánuco, registrándose un total de 3.939 cabras y 1.336 ovejas. El tamaño medio de rebaño mixto fue de 63 cabras y 24 ovejas, incluyendo 67 gallinas, 3 vacas y 2 cerdos por familia.

## **Aspectos socioeconómicos**

La población predominante (58,4%) en el municipio es joven (menor de 25 años), la población adulta (25 a 64 años) representa 36,8% del total y el remanente de la población tiene una edad mayor de 64 años. La población económicamente activa, representando 20,5% de la población, involucra 2.972 personas; de esta población económicamente activa, 53,2% se dedica a actividades primarias (producción agropecuaria), 27,4% a actividades secundarias (producción de agua dulce de maguey, queso y pan) y 19,4% a actividades terciarias (venta de insumos y servicios por comercio local). Por lo tanto, la principal vocación de este municipio se asocia con

actividades primarias. La escolaridad de la comunidad promedió 4,67 años de estudio, con una proporción de 5,7% de población analfabeta. Con respecto a servicios, existen 256 viviendas, de las cuales 98,8% cuentan con electricidad, 61,3% con agua potable y 37,5% con pozo séptico.

## Características sobresalientes del sistema de producción predominante

La mayor parte (80%) de los productores son ejidatarios y combinan la actividad ganadera con la agricultura de temporal, donde destacan la siembra de maíz y frijol con una superficie cultivada promedio de 4,7 y 5,3 ha/productor, respectivamente. La raza caprina que predomina es la criolla, encastada con Anglo-Nubia, Granadina y Alpina. Las razas ovinas más frecuentes incluyen *Suffolk*, *Rambouillet* y, aunque con menor frecuencia, *Pelibuey*. El manejo de ganado es tradicional y no sigue normas ni recomendaciones apropiadas de cría, además de carecer de asistencia técnica. La alimentación del ganado se basa en el pastoreo extensivo en grandes superficies de tierra de uso común, complementado por una suplementación con residuos de cosecha, en gran parte derivados del cultivo del maíz y del frijol, durante los meses de noviembre a febrero. Por la orientación del sistema (producción de carne) las crías permanecen con sus madres desde el nacimiento hasta que la madre vuelve a quedar gestante, esto implica que durante gran parte de la lactación el productor no dispone de leche de ordeña. El manejo reproductivo del rebaño no sigue un empadre estratégico que permita que las pariciones ocurran en una época adecuada. Con una permanencia continua de los machos sementales, aproximadamente 70% de las pariciones ocurre entre noviembre y febrero, periodo en que la calidad de la vegetación en el agostadero es pobre (Echavarría *et al.*, 2005; Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2010) y coincide con los meses de baja temperatura medio ambiental. El porcentaje remanente de las pariciones ocurre en cualquier otra época del año.

## Características del mercado

En el estado de Zacatecas, el sistema de producción se especializa en la producción de carne debido a contar con vegetación nativa del pastizal y residuos de las cosechas de maíz y frijol. La tradición del consumo en esta región no enfoca el cabrito pero sí un plato denominado *birria* que se prepara con la carne de cabra o de ovejas adultas. Este guiso es muy popular en Zacatecas y otros estados del centro de México. La comercialización de cabras y ovejas involucra principalmente animales adultos. Se definieron tres canales principales de comercialización (Tabla 2): i) el intermediario, quién compra las cabras o las ovejas del pastor, siendo el canal de actividad predominante, ii) las personas que cocinan la *birria* (*birrieros*) y la venden directamente al consumidor; un canal con menor incidencia en la comercialización y iii) el carnicero, que compra el producto al

productor y lo vende a elaboradores de *birria*, o lo comercializa directamente como carne cruda al consumidor, aunque con menor frecuencia. Los márgenes de comercialización varían entre 20 y 30% entre los tres canales de comercialización, siendo el más alto el del intermediario (Falcón *et al.*, 1994).

**Tabla 2. Canales de comercialización de cabras y ovejas con relación al tamaño del rebaño.**

Tamaño de rebaño (número de cabezas)	Intermediario (%)	Carnicero (%)	Birriero (%)
<50	72,8	13,6	13,6
≥50 a <100	82,4	0	17,6
≥100 a <150	66,7	0	33,3
≥150	75,0	0	25,0

Fuente: Echavarría *et al.* (2006).

### Validación y síntesis de la información por los productores en foros participativos

Un grupo de 20 productores generaron un listado de las principales actividades y problemas asociados con los procesos de producción. Algunos de los problemas encontrados en la encuesta fueron corroborados/validados en el taller de trabajo.



Foto: Francisco Echavarría Cháirez

**Taller participativo con productores de Pánuco, Zacatecas**

Los principales cultivos y las especies ganaderas del sistema de producción fueron el frijol y maíz, y las cabras y ovejas, respectivamente. En la Tabla 3, se presentan los principales problemas descritos por los productores. Tanto en el subsistema pecuario, agrícola, así como de servicios de la comunidad, se tomaron en cuenta las tendencias en los últimos 30 años. La problemática es bastante compleja con directa incidencia en la productividad del sistema e incluye: intensa degradación de la tierra debida a la apertura de tierras a la agricultura sin vocación para ello y el subsecuente sobrepastoreo; baja productividad de cultivos teniendo como causa principal la utilización de semillas no mejoradas; precipitaciones pluviales fluctuantes e inestables que afectan la producción de cultivos y la producción de forrajes en el agostadero; estacionalidad en la disponibilidad y calidad del alimento en el agostadero, agravada por el sobrepastoreo; deficiente infraestructura y obsolescencia de equipamiento agrícola; injusta comercialización de frijol y del ganado en pie por intermediarios; debilitamiento de la organización ejidal, y presencia de productores sin pertenecer a ella; ausencia de programas de mejoramiento genético de los rebaños; y bajos precios de mercado de productos cárnicos, por lo que no existen épocas definidas de empaque de animales para un mercado objetivo. A esto se suma la mínima acción del Estado federal y del Gobierno estatal en relación con acciones de desarrollo y políticas adecuadas que

**Tabla 3. Principales limitantes de producción y comercialización de productos agropecuarios.**

Actividades	Problemas	Clasificación
Cabras/Ovejas	Falta de suministro de agua para animales	Equipo
	Falta de equipo para desparasitar	Equipo
	Manejo de corrales inadecuado	Equipo
	Escasez general de alimento	Tecnología
	Estrategias inadecuadas de alimentación	Tecnología
	Excesivo uso del agostadero y sobrepastoreo	Tecnología
	Falta de sementales y empaque controlado	Tecnología
	Carencia de planes de mejora genética	Tecnología
	Precios bajos de venta de productos	Mercados
	Falta de capacitación en valor agregado	Tecnología/Mercados
Agricultura	Falta de variedades mejoradas en maíz	Tecnología
	Comercialización injusta por intermediarios	Mercados
	Bajos rendimientos en frijol y maíz	Tecnología
	Falta de opciones forrajeras en lugar de frijol	Tecnología
Comunidad	Limitada disponibilidad de agua potable	Organización
	Falta de drenaje sanitario	Organización
	Falta de centros de salud	Organización
	Deficiente acceso a electricidad	Organización

transformen de manera efectiva las condiciones de producción, mercados y los medios de vida de los productores de la región.

Una vez definidos los problemas, se procedió a una ordenación de los mismos por los productores en relación con su importancia. Los problemas o limitantes más importantes que los productores resaltaron incluyen la comercialización con alto grado de intermediación, la falta de organización. Estos problemas fueron seguidos por otros relativos a necesidad de componentes tecnológicos y falta de equipamiento agrícola.

### **Foros participativos para sintetizar información y formular la estrategia de investigación participativa**

Esta etapa es crucial en un enfoque de investigación con métodos participativos, puesto que define las acciones que deben ser puestas en práctica y su alcance, las responsabilidades de todos los actores involucrados, y los términos de un acuerdo entre partes que garanticen la ejecución y la disciplina requerida. Estos talleres encararon cuatro fases importantes:

- *Fase 1.* Con base en la información de los estudios anteriores, identificación del potencial de cambio y las brechas que existen entre los niveles y condiciones actuales de producción y los niveles que se pueden alcanzar. Se consideró el valor actual de la producción y el tiempo para que se produzca el cambio.
- *Fase 2.* Identificación por parte de los productores de las principales estrategias y programas ofertados y/o realizados en la comunidad en los últimos 30 años. En especial diferenciando los casos exitosos y fallidos, y las posibles causas que determinaron los casos fallidos.
- *Fase 3.* Selección de tecnologías a evaluar con diferente grado de inclusión de los productores, dependiendo de la complejidad de la innovación tecnológica o conservación de recursos naturales.
- *Fase 4.* Formalización de los términos de la aplicación de las tecnologías en los predios designados por la comunidad, definiendo las responsabilidades de cada actor y de la disciplina que debe seguirse en la ejecución.

### **Estrategia planteada por los productores para la solución de problemas**

Con la definición de las limitantes de producción, los productores estimaron el rendimiento óptimo que se pudiera obtener por producto, los costos mínimos de producción y mejores precios de venta (Tabla 4).

**Tabla 4. Definición de propósitos de cambio hacia niveles óptimos y dimensionamiento de la brecha para alcanzarlos.**

Actividad	Valores actuales	Valores óptimos perseguidos	Brecha
<b>Rendimiento actual</b>			
Cabras	25 kg en canal	35 kg en canal	Alta
Maíz	400-450 kg/ha	600 kg/ha	Alta
Frijol	500 kg/ha	700 kg/ha	Alta
<b>Costo producción<sup>(1)</sup></b>			
Cabras	200 \$ MXN/animal	200 \$ MXN/animal	Leve
Maíz	1.500 \$ MXN/ha	1.500 \$ MXN/ha	Leve
Frijol	1.500 \$ MXN/ha	1.500 \$ MXN/ha	Leve
<b>Precios de venta<sup>(1)</sup></b>			
Cabras	325 \$ MXN/animal	455 \$ MXN/animal	Alta
Maíz	1,1 \$ MXN/kg	1,5 \$ MXN/kg	Alta
Frijol	4 \$ MXN/kg	6 \$ MXN/kg	Alta
<b>Ingresos<sup>(1)</sup></b>			
Cabras	125 \$ MXN/animal	255 \$ MXN/animal	Alta
Maíz	410 \$ MXN/ha	900 \$ MXN/ha	Alta
Frijol	500 \$ MXN/ha	2700 \$ MXN/ha	Alta

Nota: <sup>(1)</sup>\$ MXN = Pesos Mexicanos (Tasa de cambio 1 US\$ = 10.8979 Pesos MXN en 2005).

Los productores definieron los cambios que pudieran ser viables y deseables en el sistema de producción. La transformación de productos de la cabra, como la leche en quesos fue presentada por los productores como una opción para tener ingresos adicionales; esta misma opción fue planteada por Arechiga *et al.* (2008). Se asumió que el cambio de cultivos alternativos a frijol y maíz de temporal puede coadyuvar en la solución a la falta de mercado para los productos. Aunque la ordeña de cabras no es una actividad común en Pánuco, al promoverse la reconversión agrícola hacia la producción de forrajes (cereales de grano pequeño) se podría contar con los medios nutricionales adecuados para lograr un cambio en el sistema de producción.

Se notará que los productores mantuvieron fijos los costos de producción (Tabla 4) aun cuando en las discusiones se insistió en que cualquier modificación tecnológica para la mejora de la productividad implica costos adicionales.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriores, los productores plantearon una estrategia para la solución de sus problemas técnicos con el objetivo de mejorar los procesos de producción, captar las oportunidades de mercado y así lograr un ingreso mejorado. La Tabla 5 resume esa estrategia.

**Tabla 5. Estrategia sintetizada por los productores de una manera participativa, para la solución de problemas técnicos y captar oportunidades de mercado.**

---

Establecimiento de sistemas adecuados de pastoreo en la microcuenca para frenar y si posible revertir el deterioro y degradación del agostadero.

Prueba de nuevas opciones forrajeras para ampliar la oferta forrajera en el periodo seco, substituir al frijol (reconversión de cultivo) y reducir los efectos del sobrepastoreo.

Mejora de las prácticas de manejo nutricional y reproductivo de los caprinos para incrementar la productividad, volumen y calidad de producto comercializable.

Tecnología para promover la producción de leche como una nueva actividad que contribuya con mayor aporte de ingresos.

Tecnología para transformar la leche para capitalizar el valor añadido y ofrecer nuevas formas de empleo, en especial para la mujer.

Diferenciación de productos a través de la producción de cabrito como una nueva ventana de comercialización para aprovechar nichos de mercado.

---

**Identificación de acciones específicas de intervención tecnológica**

De acuerdo con la estrategia planteada por los productores y con los otros actores del proyecto, se seleccionaron 6 líneas específicas de intervención tecnológica, las cuales en sí mismas pasaron por un proceso de diseño, conducción, análisis y discusión:

- 1) Rehabilitación de pasturas en agostaderos degradados con alto riesgo de erosión hídrica
- 2) Pastoreo diferido rotacional para reducir riesgos de degradación y ampliar la oferta forrajera
- 3) Evaluación de germoplasma de *Opuntia* para ampliar la base forrajera en el periodo seco
- 4) Modificación de la época reproductiva del rebaño para incrementar la productividad
- 5) Producción de queso de leche de cabra en microempresa familiar para incrementar el ingreso
- 6) Suplementación nutricional estratégica en caprinos para incrementar la productividad



## Aplicación de Propuestas Tecnológicas

En esta sección se describen 5 de las propuestas tecnológicas aplicadas ilustrando detalles de la participación y dificultades encontradas, complejidad de la propuesta, y requerimientos facilitadores para la adopción y el escalamiento.

### **Intervención 1. Rehabilitación de 208 ha de pasto degradado en sitios con alto riesgo de erosión hídrica**

*(Intervención compleja, de largo plazo y que requiere de inversiones, con baja apreciación costo-beneficio)*

Con la participación de productores usuarios de agostaderos degradados por el sobrepastoreo y con evidentes procesos de erosión hídrica, investigadores del INIFAP-Zacatecas y miembros del programa FIRCO<sup>2</sup> organizaron una serie de foros participativos para discutir opciones tendientes a rehabilitar las zonas degradadas, establecer responsabilidades y las acciones requeridas en este trabajo, así como sintetizar la información que se generaba en el proceso. Este proceso no fue sencillo por la complejidad que implica comprender tanto la naturaleza del problema como las tecnologías disponibles de mitigación. Se identificaron sitios en el pastizal con riesgo elevado de ser afectados por la erosión provocada por el escurrimiento del agua de lluvia. Con este objetivo se utilizó el Modelo Universal para la Pérdida del Suelo y sistemas de información geográfica (Echavarría *et al.*, 2010). Esta información fue generada como un insumo por el componente de investigación sin mayor intervención de los productores por su complejidad. Con la información de los modelos, fueron construidos mapas utilizando información de pendientes, tipo de suelo, vegetación y áreas más susceptibles a la pérdida de suelo. Los mapas se usaron con el propósito de facilitar la discusión con los productores sobre las posibles áreas de rehabilitación. La experiencia del productor fue determinante puesto que permitió correlacionar los insumos de la información técnica con las observaciones prácticas y la memoria institucional de la comunidad y así identificar sitios precisos de intervención. Finalmente, las áreas más susceptibles a la erosión por el agua fueron seleccionadas por los productores con auxilio de investigadores y miembros de FIRCO, a través de un foro participativo.

Con el acuerdo de la mayoría de los productores y usuarios se decidió excluir una superficie de 208 hectáreas degradadas para aplicar opciones que eviten la degradación de la tierra. Estas opciones incluían 1) el cercado del área, con el fin de excluir el agostadero al pastoreo por al menos un año y 2) la construcción de presas filtrantes en áreas de escurrimiento con el objetivo de retener solutos arrastrados por el agua. Un total de 30 productores participaron colocando postes y alambrado, así como en la

<sup>2</sup> Durante el desarrollo de esta actividad, el programa Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) recibió un apoyo financiero del Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (FIDA).

construcción de las presas filtrantes. El financiamiento de estas construcciones involucró al programa de desarrollo de las microcuencas liderado por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). En total, se establecieron 200 presas filtrantes, 22 de las cuales fueron monitoreadas a través de mediciones antes y después de la época de lluvia, midiendo el sedimento acumulado. En estas mediciones participaron los productores, señalando aquellas presas que mejor estaban funcionando para retener el suelo. Los productores no solo lograron percatarse visualmente de la mayor retención de suelo por la tecnología propuesta sino que también lograron cuantificar esa retención con los datos generados en forma participativa. Este hecho permitió que valoraran el trabajo realizado y propusieran la aplicación de la innovación en otras áreas degradadas.

A pesar del corto plazo transcurrido en un trabajo cuya proyección implicaba un número de años mayor que los que disponía el proyecto, los resultados mostraron las ventajas de las opciones elegidas por el consorcio productor-investigación-programa de desarrollo. La retención de suelo por las presas de filtración evitando su pérdida por escorrentía y caudal de arroyos era evidente: desde 30 kg de suelo retenido por una presa de 5 m de longitud, hasta 212 ton de suelo sedimentado por una presa de 25,5 m de ancho. La retención de suelo previene la formación de cárcavas en el pastizal, ayuda a una mejor infiltración y al establecimiento de especies vegetales en el suelo retenido por las presas filtrantes. Aun cuando el área no se excluyó al pastoreo por más de un año, los productores valoraron las actividades de rehabilitación realizadas, y aprendieron sobre el efecto nocivo del sobrepastoreo sobre la vegetación y la pérdida de suelo. Los productores comprendieron que en la medida que crece la superficie con suelo desnudo por pastoreo excesivo, se potencializa el escurrimiento de agua de lluvia y la pérdida de suelo.

El trabajo en áreas de pastoreo comunal requiere compartir una visión de la urgencia de la conservación de los recursos naturales, como lo es el suelo, agua y la vegetación. Por las inversiones necesarias, los trabajos de rehabilitación de pastizales son costosos y poco redituables. Sólo es posible el escalamiento de estas tecnologías con el apoyo de políticas adecuadas y programas de desarrollo de largo plazo, donde componentes de productividad de la tierra estén ligados a los de conservación de los ecosistemas. Será muy difícil que la sola orientación participativa concluya en adopción, aunque es posible que una comunidad convencida pueda lograr, por una acción colectiva, el apoyo de programas gubernamentales.

## **Intervención 2. Cambio de un sistema de pastoreo continuo a un sistema de pastoreo diferido rotacional**

*(Intervención con menor grado de complejidad, de largo plazo, requiere de menores inversiones y con una mayor apreciación costo-beneficio)*

Las cabras y ovejas se manejan en Pánuco en un sistema extensivo tradicional, apacentando de manera continua en el pastizal, lo cual provoca sobrepastoreo e inhibe

el crecimiento de especies vegetales de alta calidad. Además, el pastoreo continuo provoca la pérdida de cubierta vegetal e incrementa la erosión hídrica (Echavarría *et al.*, 2007). A través de talleres de trabajo entre los productores e investigadores se concluyó que el pastoreo continuo no permite el descanso de sectores mayores del agostadero y provoca una pérdida acelerada de suelo y vegetación. Con ese antecedente, los productores optaron por conducir una prueba participativa, excluyendo un área ejidal al pastoreo, para luego evaluar si un sistema racional de pastoreo permitiría ofrecer una mejor alimentación y una mejora simultánea de la condición del pastizal.

Esta actividad fue iniciada con cierta anterioridad al proyecto cooperativo ICARDA-INIFAP, cuando los productores acordaron en asamblea ejidal ceder por el tiempo de 10 años un sector de agostadero del ejido, consistente de 53 ha de superficie, para fines de pruebas de manejo conservativo y de recuperación del pastizal. Este sector fue excluido al pastoreo por un periodo de 6 años. A partir del 7° año, se realizaron pruebas comparativas entre el pastoreo tradicional (continuo) y un pastoreo rotacional (conservativo) regulado, utilizando un rebaño de cabras y ovejas de 200 animales. El pastoreo conservativo fue planificado con base en una carga de 78 kg de peso vivo/ha o su equivalente de 2,6 machos de 30 kg/animal (Gutiérrez *et al.*, 2006). Con este fin, las 53 ha fueron divididas en cuatro secciones/potreros con cerco de alambre con el apoyo financiero adicional de programas de desarrollo de la SAGARPA. La evaluación en el 7° año enfocó los efectos sobre la vegetación y en el 8° año incluyó evaluaciones de peso animal para evaluar los efectos del sistema de pastoreo en el crecimiento de machos cabríos.

A la tecnología seleccionada se la conoce como Pastoreo Rotacional Diferido, el cual consiste en utilizar las cuatro secciones/potreros en forma rotacional en un año; de tal forma que, en los siguientes años, a cada uno de los potreros les toque el turno de descanso (no pastoreo) durante la época de lluvias. Esta estrategia tiene el propósito de promover un desarrollo vigoroso de los pastos y de producción de semilla en cada potrero aprovechando el periodo más propicio para ello. Para la comparación de la prueba se tomaron datos de productividad del pastizal, calidad de forraje producido, composición botánica, pérdida de suelo por erosión y respuesta animal, tanto en el área excluida, manejada con pastoreo rotacional, como de un área de agostadero mantenida con la práctica tradicional de pastoreo continuo.

Los resultados mostraron de manera contrastante ( $P < 0,01$ ) que el área en pastoreo diferido rotacional contaba con una mejor cobertura vegetal (60%) que la cobertura en el área en pastoreo continuo (35%). La producción de biomasa también reflejó un contraste evidente ( $P < 0,01$ ) entre ambas áreas: 996,5 kg de MS/ha en pastoreo diferido y 280,8 kg de MS/ha en pastoreo continuo. En cuanto a calidad de forraje, los contenidos de proteína cruda, fibra detergente ácido y fibra detergente neutro no fueron diferentes ( $P > 0,05$ ) entre ambos sistemas de pastoreo (Gutiérrez *et al.*, 2006). En este proceso, los productores tuvieron la posibilidad de evaluar la

respuesta de la vegetación con diferentes grados de cobertura a las cantidades de lluvia caída en el agostadero a través del año, comparando las mejoras encontradas, de manera cuantitativa y objetiva, con sus experiencias propias.

El impacto del pastoreo rotacional fue obvio en relación con la composición botánica: se registraron sólo 27 especies en pastoreo continuo en comparación con 59 especies en pastoreo diferido rotacional, un dato concordante con observaciones efectuadas por Echavarría *et al.* (2006). Otro impacto de singular importancia fue observado en torno a las evaluaciones sobre pérdida de suelo, conducidas en los años 2004 y 2005: la pérdida de suelo en pastoreo continuo promedió 477,0 kg/ha/año mientras que en pastoreo diferido la pérdida fue de sólo 6,2 kg/ha/año (Echavarría *et al.*, 2007).

El impacto de los sistemas de pastoreo en la producción animal fue también notable. Los machos en crecimiento en pastoreo diferido lograron un incremento de peso 27% superior al incremento de animales contemporáneos en pastoreo continuo ( $P < 0,01$ ), debido a la mayor disponibilidad de materia seca y opciones de especies a ser seleccionadas por el animal (Gutiérrez *et al.*, 2006).

La experiencia obtenida por los productores generó interés en los integrantes del ejido por los beneficios asociados con un volumen incrementado de biomasa. El interés de expandir esta práctica a otros sectores del agostadero no fue concretado, por no contarse con apoyos financieros, ni con una legislación y normativa de respaldo. Existen por otra parte características sociales relacionadas con el uso de las áreas comunales que en un largo plazo pueden causar problemas. Por ejemplo productores ejidatarios que no se benefician de la producción ganadera pueden desequilibrar la acción y decisión colectiva de excluir áreas del agostadero, puesto que tal medida no afecta a sus modos de vida. Acciones futuras, deberán enfocar el diseño de políticas gubernamentales que incentiven el uso racional del agostadero a través de la rotación de potreros; además de avanzar en el reglamento de uso del ejido de tal forma que pudiera haber un usufructo seguro por los ejidatarios. Es importante notar, además, que este tipo de acciones de largo plazo requieren de las inversiones del desarrollo y de una interacción estrecha entre el desarrollo y la investigación.

### **Intervención 3. Evaluación de germoplasma de Opuntia con el propósito de enfrentar problemas de escasez de alimentación**

*(Intervención simple, de corto plazo, requiere de inversiones mínimas y con alta apreciación costo-beneficio)*

Una opción para la rehabilitación de áreas abandonadas de cultivo es replantar especies que se puedan utilizar con un doble propósito, por ejemplo para la producción de forraje y productos para el consumo humano (Kathiresan, 2010), y, si acaso fuera posible, usando especies con ventajas adicionales que puedan ofrecer un valor añadido

(p. ej. propiedades funcionales). El nopal (*Opuntia* spp.) tiene una amplia difusión en México como una planta productora de frutos (tunas) para el consumo humano y como forraje de emergencia durante los periodos de sequía. Debido a su adaptación a las condiciones del semiárido mexicano (es una planta nativa de estos ambientes), con una alta tolerancia a la escasez de agua en el periodo de sequía, en el que puede reducir el uso de agua en alimentación animal, y su alta productividad de agua en áreas con irrigación (Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2010; Nobel, 2001), esta especie fue elegida como una alternativa forrajera complementaria para las zonas en estudio. Paradójicamente en atención a las propiedades señaladas, la investigación para la producción forrajera del nopal ha estado rezagada en el país.

En esta experiencia se determinó el comportamiento productivo de diversas variedades de *Opuntia* (*Opuntia* spp.), identificando las mejores variedades con intervención de los productores. Se seleccionaron tres lotes para la evaluación, todos ellos en los predios de productores participantes, el primero en suelos que habían sido abiertos al cultivo y que fueron luego abandonados, y los dos restantes en un área agrícola de temporal. Con la colaboración de los productores, en el primer lote se establecieron y evaluaron once variedades comerciales y en los otros dos lotes veinte variedades. En ambos casos los productores seleccionaron el material a evaluar de una colección de más de 200 variedades de nopal disponible. En la plantación del pastizal (primer lote) la mejor variedad de nopal fue la Amarilla Olorosa con una tasa de supervivencia de 90,7%. Una proporción igual a 83,5% de las plantas tuvieron brotes nuevos con 1,6 tallos/ planta. La variedad que destacó en vigor de crecimiento fue la Pico Chulo. Dentro de los lotes agrícolas (segundo y tercer lote), los productores constataron que la variedad con mejor establecimiento fue la Cristalina con una supervivencia de 92%, todas las plantas vivas produjeron brotes nuevos con 3,5 tallos/ planta, esta característica demostró ser la mejor opción para plantaciones en áreas de temporal (ICARDA, 2009). Los productores expresaron su aceptación de contar con pequeñas plantaciones en sus predios, lo cual les permitiría diversificar sus actividades. También expresaron que dependiendo del comportamiento futuro de las variedades tratarían de ir incrementando la superficie de las mismas.

Esta tecnología es sencilla de aplicar y tiene la capacidad de concitar el interés de parte de los agricultores. Los requerimientos de inversión son bajos y su escalamiento puede ser logrado sin dificultades. Las plantaciones de pequeñas superficies de nopal se presentan como una alternativa para que los productores puedan producir forraje, tuna o inclusive verdura para consumo humano. Estas plantaciones podrán ser establecidas en lotes agrícolas, en bordos a nivel en el área de agostadero o en pequeñas áreas de traspatio y constituirse en una reserva de forraje para los periodos críticos de severa escasez de agua.

## **Intervención 4. Tecnología para modificar la época reproductiva del rebaño**

*(Intervención de mayor complejidad, de corto plazo, requiere de inversiones mínimas y con apreciación costo-beneficio media)*

La reproducción de caprinos en las zonas semiáridas de cría extensiva de México es influenciada por diversos factores ambientales entre los que destacan la estacionalidad reproductiva y su interacción con la nutrición (Urrutia-Morales *et al.*, 2009; Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2010; Gamez-Vazquez *et al.*, 2008). Tanto las hembras como los machos registran un periodo de inactividad reproductiva en épocas del año con días más largos (Meza-Herrera *et al.*, 2004; Carrillo *et al.*, 2010). Lo anterior condiciona no sólo la época de empadre de las cabras sino que restringe la época del año en la cual se pueden comercializar los productos de la cría de caprinos (leche, cabrito o animales destetados). Esta es la situación que caracteriza a los sistemas de producción caprinos de Casa de Cerros en la municipalidad de Pánuco. En estos sistemas la función objetivo es la venta de machos entre 6 y 9 meses de edad provenientes de dos épocas de pariciones noviembre-enero y junio-agosto.

Teniendo en cuenta los problemas señalados por los productores en este particular, se decidió explorar la posibilidad de adelantar una de las pariciones de manera que ésta ocurra en octubre, lo cual determinaría la apertura de una ventana de producto (Hoyos y Salinas, 1994). Contar con nacimientos de cabritos en octubre implica lograr que los machos y las hembras entren en actividad sexual un mes antes de lo acostumbrado.

El presente estudio se estableció con el propósito de modificar la época de parición, adelantando el empadre, a través de una modalidad participativa, en un rebaño de uno de los productores participantes. Entre el investigador y productor se seleccionaron 73 hembras para evaluar el efecto de la suplementación y separación de machos y hembras sobre la actividad sexual. Se conformaron cuatro grupos de hembras con sus respectivos machos reproductores. En el primer grupo los sementales permanecieron con las hembras todo el tiempo, sin recibir suplementación alguna, en el segundo grupo los machos recibieron suplementación (18% PC y 2,77 Mcal EM/kg de MS) durante 30 días antes de entrar en contacto con las hembras, y en el tercer grupo, similar al anterior, los machos fueron expuestos a 4 hembras cuyo estro fue estimulado (usando Cipionato de Estradiol). La suplementación de machos y hembras permitió una respuesta reproductiva más temprana que el testigo (sin suplementación): 9 de mayo (grupo 2) vs 6 de junio (testigo representando la cría tradicional), por lo que esta estrategia se presenta como una alternativa para adelantar la época de parición (Flores-Najera *et al.*, 2010).

Al lograr preñeces en la primera quincena de mayo, se consigue tener pariciones en la primera quincena de octubre y ventas de cabrito en noviembre; una excelente ventana para la venta. La participación del productor fue crucial, para determinar el

objetivo del cambio del patrón reproductivo con fines comerciales y así contar con cabrito en un momento de alta demanda.

Esta tecnología es más compleja pero aún puede ser manejada por el productor sin inversiones sustantivas puesto que los aspectos de costo-beneficio son obvios e inmediatos. El productor participó en el control de los animales en sus corrales, así como en la suplementación de los animales según el tratamiento. Los productores vecinos reconocieron el efecto del manejo del macho y de las hembras como una alternativa para adelantar la época de empadre y así lograr fijar las pariciones en mejores épocas de alimentación y venta. Esta estrategia contribuye también a reducir la carga del agostadero, puesto que los animales pueden venderse a las primeras semanas de edad y a un precio competitivo. La posibilidad de escalamiento de esta tecnología es alta.

### **Intervención 5. Producción de queso de leche cabra en microempresa familiar**

*(Intervención simple, de corto plazo, requiere de inversiones y con alta apreciación costo-beneficio)*

En la comunidad de Casa de Cerros (Pánuco) las mujeres (563) representan 52% de la población (INEGI, 2000). Aproximadamente 57% de este grupo incluye a mujeres mayores de 18 años con una gran necesidad de ocupación laboral para incrementar los magros ingresos del productor. Existe también en la zona una tradición local en la producción de queso de leche de cabra, la cual de otro modo es destinada al autoconsumo. La posibilidad de integrar estas realidades a una producción de queso artesanal-comercial mediante pequeños talleres o microempresas fue sugerida como un medio para favorecer la productividad de la actividad caprina. El objetivo fue incluir la mano de obra de la mujer en la producción de quesos, mejorando la calidad de la producción tradicional de la cuajada (leche cuajada y luego secada en una tela) y el queso tipo rancho (queso de cuajada molida). La elaboración tradicional de quesos utiliza mezclas de leche de cabra y vaca y se la realiza siguiendo procedimientos inadecuados en cuanto a higiene se refiere, que incrementan los riesgos de transmisión de enfermedades zoonóticas a la población.

Analizando las perspectivas de adición de valor a la cría de caprinos en Pánuco para lograr ingresos adicionales, mujeres de la comunidad de Casa de Cerros e investigadores del proyecto INIFAP-ICARDA, concretaron las sugerencias mencionadas y establecieron un taller de producción de queso. En tres talleres participativos que convocaron a productores participantes, mujeres familiares y vecinas de la comunidad, se identificó a un grupo de mujeres interesadas, con experiencia en una organización local para la elaboración y venta de productos de panificación. Este grupo inició las bases de un plan de negocios, con el concurso de otros actores tanto técnicos como legales. El equipo técnico discutió los elementos de una infraestructura



Foto: Francisco Echavarría Cháirez

### **Taller de producción de queso establecido en la comunidad de Casa de Cerros, Pánuco, Zacatecas**

mínima, identificando los equipos e instalaciones requeridos para procesar la leche disponible en la comunidad: 100 L/día y con capacidad de incrementarse a 200 L/día. En forma simultánea al equipamiento de la planta con fondos provenientes de la Fundación Produce (una Fundación de apoyo a la producción agropecuaria en el estado de Zacatecas) y el proyecto INIFAP-ICARDA, se realizaron dos cursos de capacitación en producción de diferentes tipos de queso a 14 mujeres participantes. Estos cursos siguieron la modalidad productor a productor, al utilizar como capacitadores a productores-procesadores de la Comarca Lagunera, región con marcada experiencia en el procesamiento de leche caprina (la Comarca Lagunera representa el área con mayor producción de leche de cabra por pequeños productores en México). El curso enfatizó no sólo en los factores tecnológicos del procesamiento sino que también permitió transmitir las experiencias vividas de los productores de la Laguna en el proceso de elaboración y comercialización del queso.

Al término de la capacitación se fundó la microempresa en una modalidad cooperativa para producir queso de cabra de alta calidad. Los productos obtenidos



Foto: Francisco Echavarría Cháirez



**Capacitación a un grupo de 14 productores de Casa de Cerros, Pánuco, Zacatecas, por productores con experiencia en el procesamiento de leche caprina de la Comarca Lagunera**

fueron evaluados con base en sus propiedades organolépticas y comparados con quesos producidos con leche de caprino y de bovino. No se encontraron diferencias ( $P < 0,05$ ) en los indicadores (atributos) valorados, entre origen de la leche (cabra, vaca) y tipos de queso (Cuajada, Panela, Ranchero, Chihuahua, Francés) (Ruíz, 2009). La microempresa registró la marca de quesos *Texcuco* ante la Secretaría de Economía, además se dio de alta ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, por cuestiones fiscales. Tal negociación requirió de un nivel de experiencia no disponible en el nivel tecnológico del proyecto, para lo que fue necesario realizar consultas legales y de asesoramiento ofrecidas por la Fundación Produce. El producto se promocionó en un supermercado local (Wal-Mart). La penetración en el mercado fue adecuada, sin embargo la modalidades de pago de esta comercializadora (el pago no era inmediato sino un mes posterior a la fecha de entrega del producto) impidieron seguir esta vía de comercialización por falta de liquidez. La planta de producción también exploró las oportunidades de mercado en comunidades aledañas, incursionando con éxito hasta la fecha (2011) en el aprovechamiento de esas oportunidades.

Esta intervención tecnológico-empresarial tiene connotaciones importantes como opción generadora de ingreso y de incorporación del trabajo de la mujer en la comunidad. Requiere de una acción colectiva y de una inversión adecuada que puede ser viabilizada por diferentes fuentes disponibles de financiamiento para áreas rurales en tanto su proposición sea coherente y técnicamente sólida. La iniciativa requiere de diferentes especialidades, muchas de ellas no disponibles en el entorno técnico (p. ej. en los centros de experimentación agrícola), lo cual implica la necesidad de contar con un diseño más robusto. Las ventajas ofrecidas por la comunicación productor a productor pueden acelerar procesos. Fue importante también una preparación del personal técnico a través de visitas a otros países con similares emprendimientos (p. ej. en el Oriente Medio) que permitieron incluir experiencias exitosas en este renglón. Otro aspecto de ser resaltado es que en intervenciones de esta naturaleza explorar las organizaciones institucionales existentes (la experiencia en la organización para la panificación en este caso), sean estas exitosas o fallidas, aporta con información determinante.

## Conclusiones

Los productores de pequeños rumiantes de las zonas áridas y semiáridas practican un sistema de producción limitado por una serie de externalidades: escasez de agua, uso de agroecosistemas frágiles por la susceptibilidad a la erosión hídrica y de la vegetación, y la necesidad de integrarse a opciones de producción de agricultura de temporal. En estos sistemas las actividades pecuaria y agrícola son interdependientes y ofrecen al productor y a su familia alimento, recursos para compra de otros bienes y servicios, así como la posibilidad de ahorrar a través de la conservación de animales— de los que dispone cuando lo requiere. Es decir, los objetivos de producción son múltiples y se orientan a cumplir funciones sociales y económicas. Por consiguiente, su mejoramiento requiere de aproximaciones adecuadas y de un alto grado de inclusión de los productores y sus comunidades en todo el proceso de mejora. En general los sistemas tradicionales de manejo no son los más adecuados para mantener la productividad de la tierra. La actividad caprina muestra ser una alternativa productiva promisorias; sin embargo, también causa degradación de los recursos naturales por el sobrepastoreo del pastizal nativo que caracteriza su uso, cuyos efectos se traducen en baja productividad. La reducción de animales que utilicen el agostadero es deseable, pero requiere incrementar la productividad del rebaño para que el productor cumpla con su función objetivo al contar con menor número de animales. Se demostró que es posible producir opciones forrajeras en áreas agrícolas de temporal, las cuales pueden aligerar la carga animal de los agostaderos. El pastoreo continuo y comunal del pastizal no contribuye a la conservación de los recursos naturales por lo que se demuestra que el pastoreo rotacional y construcción de presas filtrantes contribuyen tanto a la salud del suelo y de la vegetación, como a la productividad animal. Es posible ajustar más la orientación de la producción a las demandas de los mercados, por ejemplo incursionando en una producción más eficiente

de carne de chivos jóvenes y cabritos. El cambio de época reproductiva usando el efecto macho y suplementación ofrece una ventana promisorio para lograr el ajuste sugerido. Es posible también lograr una adición de valor a la leche de cabra, mostrando en este caso que la participación de la mujer y de la familia puede contribuir a salir del ciclo vicioso de marginalidad.

El enfoque participativo en la investigación mostró ser adecuado para identificar las principales limitantes en el sistema de producción de cabras, y adecuar y probar cambios tecnológicos. Las tecnologías con respuestas inmediatas, de menor complejidad (p. ej. el efecto macho y suplementación en el cambio de la época reproductiva de cabras) y con bajo nivel de inversión resultan ser tecnologías atractivas que pueden ser escaladas por el desarrollo rápidamente. En contraste, para aquellas tecnologías de largo plazo que apuntan a la conservación de los recursos naturales y requieren de recursos que van más allá de las posibilidades financieras del productor, aun cuando las encare en una acción colectiva y comunitaria, muestran que la sola participación del productor no es la prescripción para la adopción. Estas tecnologías deben ser parte de planes de desarrollo de largo plazo que encaren el uso equilibrado y la conservación de los recursos naturales, con políticas, legislación y financiamientos adecuados. La investigación haciendo uso de estrategias participativas de escalamiento tiene un espacio importante en este reto.

La promoción de actividades empresariales requiere de la integración de varios actores en el contexto de producción-comercialización. Las organizaciones/instituciones naturales de la comunidad son críticas y deben ser identificadas y utilizadas con oportunidad. También son importantes las interacciones productor a productor, en particular para la transferencia de conocimiento. Se ha visto que las innovaciones propuestas son rápidamente asumidas por la organización de mujeres productoras, y también una ausencia de políticas y legislación que garanticen que la comercialización de productos transformados sea exitosa, beneficien al productor y logren consolidar una opción de valor agregado.

Aunque el pequeño productor en áreas marginadas evoluciona su sistema de producción y lo va adecuando en la búsqueda de un equilibrio, el deterioro de los recursos naturales avanza, las actividades agropecuarias son menos atractivas para las nuevas generaciones y existen inminentes cambios climáticos y sociales que se ciernen sobre el entorno productivo. Por esta razón la intervención del Estado con políticas e inversiones adecuadas ejecutadas por programas de desarrollo de largo plazo, donde se consolide la acción conjunta investigador-productor, nunca ha sido más urgente que en este momento.

## Agradecimientos

Se reconoce el apoyo recibido de ICARDA y el financiamiento provisto por el FIDA. También se agradece el apoyo de nuestros colegas Manuel Sánchez Hermosillo y Luis Iñiguez, y las sugerencias y discusiones del último de los colegas nombrados en la elaboración de este Capítulo.

## Literatura Citada

- Aagaard-Hansen, J., C.E. Schou L., N. Halberg, C.N. Hjorts, Q. Gausset and J. Kabirizi. 2007. Main-streaming participatory and cross-disciplinary approaches in animal science research in developing Countries. *African Journal of Agricultural Research* 2(4): 119-130.
- Arechiga, C.F., J.I. Aguilera, R.M. Rincón, S. Méndez de Lara, V.R. Bañuelos y C.A. Meza-Herrera. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 9: 1-14.
- Aw-Hassan, A.A. 2008. Strategies for out-scaling participatory research approaches for sustaining agricultural research impacts. *Development in Practice* 18: 564-575.
- Byerlee, D. y M. Collinson. 1983. Planeación de tecnologías apropiadas para los agricultores: conceptos y procedimientos. CIMMYT, México. 71 pp.
- Carrillo, E., C.A. Meza-Herrera and F.G. Veliz-Deras. 2010. Reproductive seasonality of young French-Alpine goat bucks adapted to subtropical conditions in Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 1(2): 169-178.
- Castro-Franco, R. y C.A. Meza-Herrera. 1997. Contribución al estudio de la leche de cabra y sus derivados: Composición química y evaluación del patrón en caseína y albúmina. En: Memoria de la XII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. AMPCA, AC, UAAAN-UL, URUZA-UACH, FAZ-UJED. Torreón, Coahuila, México. pp. 269-272.
- Conroy, C., Y. Thakur and M. Vadher. 2002. The efficacy of participatory development of technologies: experiences with resource-poor goat-keepers in India. *Livestock Research for Rural Development* 14(3) <http://www.lrrd.org/lrrd14/3/contr143.htm> (Consulta: 20.3.2011).
- Cromwell, E., P. Kambewa, R. Mwanza and R. Chirwa. 2001. Impact Assessment Using Participatory Approaches: 'Starter Pack' and Sustainable Agriculture in Malawi. KWERA Development Centre Agricultural Research and Extension Network Paper No. 112. 11 pp.
- Devendra, C. 2007. Goats: biology, production and development in Asia. Academy of Sciences Malaysia. 246 pp.
- Echavarría Ch., F.G., M.J. Flores N, R. Gutiérrez L., M.A. Flores O., H. Salinas G. y J.I. Ruiz. 2005. Caracterización del ambiente ecológico y socioeconómico de la microcuenca como paso inicial en el proceso de investigación participativa. En: Memoria de la XLI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Noviembre 14-18 de 2005. Cuernavaca, Morelos, México. p. 273.
- Echavarría Ch., F.G., R. Gutiérrez L., R.I. Ledesma R., R. Bañuelos V., J.I. Aguilera S. y A. Serna P. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano: I Vegetación nativa. *Técnica Pecuaria en México* 44(2): 203-217.
- Echavarría Ch., F.G., M.J. Flores N, L. Iñiguez y H. Salinas G. 2006. Caracterización de ambiente físico, ecológico y socioeconómico del sistema de producción caprino. El Caso de Pánuco, Zacatecas. Folleto Científico No. 7, Centro Experimental Zacatecas- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Zacatecas, México. 63 pp. [http://www.inifap-Nortecentro.gob.mx/files/biblioteca/sist\\_prod\\_caprinos.pdf](http://www.inifap-Nortecentro.gob.mx/files/biblioteca/sist_prod_caprinos.pdf) (Consulta: 20.3.2011).

- Echavarría Ch., F.G., A. Serna P. y R. Bañuelos V. 2007. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano: II cambios en el suelo. *Técnica Pecuaria en México* 45(2): 177-194.
- Echavarría-Chairez, F.G., A. Serna-Pérez, H. Salinas-Gonzalez, L. Iniguez and M.P. Palacios-Díaz. 2010. Small ruminant impacts on rangelands of semiarid highlands of Mexico and the reconvertng by grazing systems. *Small Ruminant Research* 89(2): 211-217.
- Flores Najera, M.J., C.A. Meza-Herrera, F.G. Echavarría, E. Villagomez, L. Iñiguez, H. Salinas and A. Gonzalez-Bulnes. 2010. Influence of nutritional and socio-sexual cues upon reproductive efficiency of goats exposed to the male effect under extensive conditions. *Animal Production Science* 50: 897-901.
- Falcón, J.A., F.G. Echavarría, H. Salinas, G. Hoyos y R.T. Flores. 1994. Comercialización de carne de caprinos en el estado de Zacatecas, México. *Turrialba* 44(4): 266-271.
- Gamez-Vazquez, H.G., C.A. Rosales-Nieto, R. Bañuelos-Valenzuela, J. Urrutia-Morales, M.O. Diaz-Gomez, J.M. Silva-Ramos and C.A. Meza-Herrera. 2008. Body condition score positively influence plasma leptin concentrations in criollo goats. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 7(10): 1237-1240.
- Gonzalez-Bulnes, A., C.A. Meza-Herrera, M. Rekik, H. Ben Salem and R.T. Kridli. 2010. Limiting factors and strategies for improving reproductive outputs of small ruminants reared in semi-arid environments. In: *Semi-arid environments: Agriculture, water supply and vegetation* (K.M. Degenovine, ed.). Nova Science Publishers Inc. Hauppauge, NY, USA. pp. 25-48.
- Gutiérrez, L., J. Flores N. y M.A. Flores O. 2006. Producción caprina bajo pastoreo rotacional diferido y continuo. Folleto Científico No. 9, Campo Experimental Zacatecas- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Zacatecas, México. 38 pp. <http://www.inifap-nortecentro.gob.mx/files/biblioteca/FC2032006438.pdf> (Consulta: 20.3.2011).
- Hoyos F., G. y H. Salinas G. 1994. Comercialización de leche y carne de caprinos en la Comarca Lagunera, México. *Turrialba* 44(2): 122-128.
- ICARDA. 2009. Strengthening Institutional Capacity to Improve Marketing of Small Ruminant Products and Income Generation in Dry Areas of Latin America. Final Project Report 2003-2008. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Syria. 101 pp.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2000. Anuario Estadístico del estado de Zacatecas. México, D.F.
- Iñiguez, L. 2011. The challenges of research and development of small ruminant production in dry areas. *Small Ruminant Research* 98: 12–20.
- Kathiresan, R.M. 2010. Spatial and temporal integration of component enterprises in smallholder farms of India for sustainability in farming and rural livelihoods. In: *Proceedings, 9th European International Farming System Association (IFSA) Symposium, 4-7 July 2010, Vienna, Austria*. pp. 2123-2128.
- Laird, R.J. 1986. Consideraciones metodológicas en la generación y validación de tecnología de producción agronómica. Serie Cuadernos de Edafología 7. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 23 pp.
- Lisson, S., N. MacLeod, C. McDonald, J. Corfield, B. Pengelly, L. Wirajaswadi, R. Rahman, S. Bahar, R. Padjung, N. Razak, K. Puspadi, Dahlanuddin, Y. Sutaryono, S. Saenong, T. Panjaitan, L. Hadiawati, A. Ash and L. Brennan. 2010. A participatory, farming systems approach to improving Bali cattle production in the smallholder crop–livestock systems of Eastern Indonesia. *Agricultural Systems* 103(7): 486-497.
- Mata B., G. 2003. Desarrollo Tecnológico participativo para una agricultura sustentable. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México, México. 255 pp.
- Medina, G., J.A. Ruiz C., R.A. Martínez P. y M. Ortiz V. 1997. Metodología para la determinación del potencial productivo de especies vegetales. *Agricultura Técnica en México* 23(1): 69-90.

- Meza-Herrera, C.A., J. M. Sánchez S., J.G. Chávez-Perches, H. Salinas and M. Mellado. 2004. Protein supplementation, body condition and ovarian activity in goats. Preovulatory serum profile of insulin. *South African Journal of Animal Science* 34(Suppl. 1): 223-226.
- Muñoz-Ramos, J. y R.N. Brunet-Leyva. 2006. Investigación-acción participativa en la búsqueda de alternativas sostenibles de desarrollo en Colombia. LEISA Revista Agroecológica, 15-18 [http://latinoamerica.leisa.info/index.php?url=getblob.php&o\\_id=88654&a\\_id=211&a\\_seq=0](http://latinoamerica.leisa.info/index.php?url=getblob.php&o_id=88654&a_id=211&a_seq=0) (Consulta: 20.3.2011).
- Neiland, A., E. Bennett and P. Townsley. 2005. Participatory research approaches-what have we learned? The experience of the DFID Renewable Natural Resources Research Strategy (RNRRS) Programme 1995-2005. <http://www.research4development.info/pdf/ThematicSummaries/FMSPParticipationSummary.pdf> (Consulta: 20.3.2011).
- Nobel, P.S. 2001. Ecophysiology of *Opuntia Ficus indica*. In: *Cactus (Opuntia spp.) as forage* (J. Mondragón C. and S. Pérez G., ed.), FAO Plant Production and Protection Paper 169. FAO, Rome, Italy. <http://www.fao.org/DOCREP/005/Y2808E/y2808e06.htm#bm06> (Consulta: 20.3.2011).
- Palacios, C., V, J.L. Martínez R., C. Tinoco A., J.A. Quijano C. y F. Echevarría Ch. 2010. Experiencias de una estrategia con investigación participativa. Libro Técnico No. 1, Campo Experimental Centro Altos de Jalisco-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Jalisco, México. 56 pp. [http://www.inifap-nortecentro.gob.mx/files/biblioteca/invest\\_participativa.pdf](http://www.inifap-nortecentro.gob.mx/files/biblioteca/invest_participativa.pdf) (Consulta: 20.3.2011).
- Ruiz R., J.I. 2009. Elaboración y caracterización de tipos de queso de cabra para proporcionar valor agregado a la producción de leche en el municipio de Pánuco, Zacatecas. Tesis de Maestría. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia (UAVZ), Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ). Zacatecas, México. 75 pp.
- Salinas G., H. 1995. Análisis de sistemas de producción agropecuarios e intervención tecnológica. Tesis doctoral. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nuevo León. 162 pp.
- Salinas G., H., J.L. Ávila, A. Falcón y R. Flores. 1991. Factores Limitantes en el sistema de Producción de Caprinos en Zacatecas, México. *Turrialba* 41(1): 47-52.
- Salinas, G., H., R.G. Ramírez and A. Rumayor. 1999. A Whole-Farm Model for Economic Analysis in a Goat Production System in Mexico. *Small Ruminant Research* 31: 157-164.
- Salinas G., H., F. Echavarría Ch. y G. Medina G. 2004. Sistemas de producción caprina y su potencial productivo. En: Memoria de la XVI Semana Internacional de Agronomía, Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ)-Universidad Juárez del estado de Durango (UJED). Gómez Palacio, Durango, México. pp. 41-47.
- Schutter de, A. y B. Yopo. 1983. La Investigación Participativa en América Latina. Antología: Desarrollo y perspectiva de la investigación participativa. Cuadernos del Centro Regional de Educación Fundamental en América Latina (CREFAL) No. 19. Pátzcuaro, Michoacán, México 341 pp.
- Turrent F., A. 1978. El agrosistema, un concepto útil dentro de la disciplina de productividad. No. 3. Escritos sobre la metodología de la Investigación en Productividad de Agrosistemas. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. pp. 291-319.
- Urrutia-Morales, J., C.A. Meza-Herrera, F.J. Escobar-Medina, H.G. Gamez-Vazquez, B.M. Ramirez-Andrade, M.O. Diaz-Gomez and A. Gonzalez-Bulnes. 2009. Relative roles of photoperiodic and nutritional cues in modulating ovarian activity in goats. *Reproductive Biology* 9(3): 283-294.
- Villarreal F., E. y K.F. Byerly M. 1984. Metodología para la planeación de la investigación agrícola a partir de problemas de la realidad. SARH – INIA. Unidad de planeación de la investigación. 99 pp.



## IV. Hacia una Base Forrajera Acrecentada: Manejo de la Vegetación Nativa y Uso de Forrajeras Convencionales y no Convencionales







# Capítulo 12

## Propuestas Tecnológicas para el Manejo de la Vegetación de la Caatinga con Fines Pastoriles

João Ambrósio de Araújo Filho

*Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa),  
Embrapa Caprinos y Ovinos, Sobral, Ceará, Brasil*

### Introducción

El éxito de la producción pecuaria, introducida en el semiárido brasileño alrededor de 1635 (Braga, 1962), se debió en parte a la riqueza sorprendente de la vegetación de la Caatinga en lo que respecta a especies forrajeras en sus estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo, con casi 70% de las especies arbóreas participando de la composición de la dieta de los pequeños rumiantes (Araújo Filho *et al.*, 1998). La producción pecuaria aumentó en importancia, como agente de desarrollo de la Colonia, suministrando el producto alimenticio (carne) y la materia prima (cuero) para una incipiente industria (Lima, 2002). Sin embargo, las grandes sequías (Lima, 2002) asociadas con el manejo inadecuado de estos recursos forrajeros, que ya en los años de 1850 daban señales claras de degradación, según informes y recomendaciones de la Comisión Científica (Braga, 1962), determinaron la decadencia de la explotación pastoril en la región.

Diversas publicaciones han tratado la vegetación de la Caatinga y sus ecosistemas asociados (Luetzelburg, 1923; Loefgren, 1923; Braga, 1976; Duque, 1980), pero prácticamente todas tienen un carácter descriptivo, sin relevancia en lo que respecta al manejo de sus recursos forrajeros. En 1964 se dio un paso importante con la entrada en vigencia de un acuerdo de cooperación entre la Universidad de Arizona y la Universidad Federal de Ceará (UFC). El acuerdo creó condiciones para la venida a Ceará de especialistas en manejo de pasturas nativas y para la ida de profesores de la UFC a programas de postgrado en la Universidad de Arizona. Con el retorno de los profesores, la UFC inició un programa de investigación dirigido a desarrollar tecnologías de manejo de la vegetación de la Caatinga con fines pastoriles. La creación del Curso de Maestría en Zootecnia en 1977 reforzó el programa debido a la intensificación de las investigaciones para el desarrollo de tesis.

A lo largo del tiempo, diversas instituciones proporcionaron financiamiento para las investigaciones, destacándose el Banco del Nordeste, la Superintendencia para el Desarrollo del Nordeste (SUDENE), el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq), el Banco Nacional para el Desarrollo Económico y Social (BNDES) y Embrapa. A partir de 1981, un nuevo programa impulsó los trabajos de investigación. Se trataba del Programa Cooperativo de Apoyo a la Investigación en Pequeños Rumiantes (Small Ruminant Cooperative Research Support Program –

SR-CRSP), el cual involucró a algunas universidades americanas y una unidad de Embrapa: Embrapa Caprinos y Ovinos. El SR-CRSP originó una intensa agenda de investigación en el área de manejo de pasturas nativas, nutrición animal en pastoreo en la Caatinga y estudios de la composición botánica de la dieta de ovinos y caprinos. Posteriormente, en la década de 2000, se incluyó el programa de investigación del convenio entre ICARDA y Embrapa Caprinos, el cual desarrolló trabajos en manejo sostenible de los recursos forrajeros nativos en dos estados del nordeste, utilizando técnicas de investigación participativa, incluyendo comunidades, asentamientos y pequeños productores de rumiantes menores.

En la actualidad, se dispone de un buen acervo de tecnologías de manejo pastoril de la Caatinga, incluyendo técnicas de recuperación de pastos nativos degradados y sistemas agroforestales pecuarios. Embrapa, con la colaboración de diversas instituciones gubernamentales y no gubernamentales, ha estado desarrollando trabajos participativos con los productores, apuntando a la adopción de estas opciones tecnológicas. El incremento de la cría de ovinos y caprinos en los sertones del nordeste, con base en el uso de los recursos forrajeros nativos, está abriendo nuevos horizontes y creando nuevos desafíos para la aplicación de estas opciones, sobre todo por su visión de sostenibilidad ecológica, económica y social. Este capítulo enfocará en la descripción de las tecnologías mencionadas.

## **Tecnologías de Manipulación de la Vegetación de la Caatinga**

La manipulación de la vegetación consiste en cualquier modificación inducida por el hombre en la cobertura florística de un área, con miras a adecuarla a los objetivos de la explotación deseada, sea esta agrícola, pastoril o maderera. Desde el punto de vista de la producción de forraje, la vegetación leñosa de la Caatinga puede ser manejada con el objetivo de aumentar la producción y la disponibilidad de forraje, tanto del estrato arbustivo-arbóreo, como del herbáceo. En lo referente al estrato herbáceo, el objetivo es enriquecerlo con nuevas especies exóticas o nativas y estabilizar su composición florística a lo largo de los años, en particular si se compone de especies anuales. En el caso del estrato leñoso, además de los cambios en la composición florística y en la arquitectura de la cobertura florística, constituyen objetivos importantes el repoblamiento de las áreas de vegetación degradada con especies nativas y la formulación y manejo de bancos de proteínas (Araújo Filho, 1990; Sousa *et al.*, 1998).

Investigaciones desarrolladas por las instituciones científicas de la región resultaron en la generación de tecnologías sostenibles para la manipulación de la vegetación leñosa y herbácea de la Caatinga con elevados incrementos en la producción y mejoramiento de la calidad del forraje. Estas tecnologías serán ventajosas sólo si se utilizan métodos adecuados a los objetivos de la explotación de la hacienda; si existe potencial para la producción de forraje en el sitio ecológico donde se aplicará

la tecnología; si se conocen las respuestas de la cobertura florística a las prácticas utilizadas; si existe disponibilidad de mano de obra especializada, de insumos y de equipamientos adecuados; si se evalúan las respuestas económicas; y si hay líneas de crédito ajustadas a las condiciones reales de la actividad pastoril (Stoddart *et al.*, 1975; Heady y Child, 1994).

Tres recomendaciones fundamentales garantizan la sostenibilidad de las tecnologías de manipulación de la Caatinga: preservación de hasta 400 árboles por hectárea, o el equivalente a 40% de la cobertura, utilización máxima de 60% del forraje disponible y preservación de la vegetación ribereña (en Brasil conocida como *mata ciliar*) en toda la red de drenaje de la pastura. El mantenimiento de una cobertura arbórea en áreas de la Caatinga manipulada tiene cinco propósitos: preservación de la biodiversidad de la vegetación nativa; contención de una porción significativa de la precipitación pluvial, contribuyendo al control de las escorrentías y de la erosión; aporte de materia orgánica para el mantenimiento de la fertilidad del suelo; producción de forraje; y confort animal. Además, el mantenimiento en el suelo de por lo menos 40% del forraje disponible satisface los objetivos de protección contra la erosión eólica y laminar del inicio de la estación de las lluvias; adición de materia orgánica al suelo; y protección del banco de semillas, factor importante en especial cuando se trata de especies anuales.

La conservación de la vegetación ribereña busca la protección de los recursos hídricos mediante el control de la cantidad y de la calidad de agua que se escurre por la red de drenaje de la pastura, evitando la obstrucción de los manantiales y nacientes, además de servir como un corredor para la vida silvestre.

Entre las diversas alternativas de manipulación de la vegetación de la Caatinga dirigidas al aumento de la producción del forraje y al mejor desempeño de los rebaños, enfocaremos en las tres alternativas de mayor uso: el raleo (*raleamento* en portugués), el rebaje (rebajamiento en portugués) con manejo del rebrote y el enriquecimiento (Araujo Filho, 1990). Se puede afirmar que cada una de estas tecnologías constituye un modelo de sistemas de producción silvopastoril, en tanto se integre la producción pecuaria al manejo sostenible de los recursos naturales renovables de la Caatinga.

## Raleo de la vegetación

El raleo de la vegetación arbórea-arbustiva de la Caatinga consiste en el control selectivo de especies leñosas con el objetivo de obtener un incremento de la producción de fitomasa del estrato herbáceo, reduciendo la sombra y la densidad de árboles y arbustos indeseables, propiciando así la formación de un pastizal nativo de elevada productividad.

La intensidad del raleo depende de las condiciones topográficas del terreno y de las características de la vegetación. Las áreas de Caatinga raleada deberán tener

un sombreado de árboles y arbustos cercano al 40%, lo que corresponde a aproximadamente 400 árboles de porte medio por hectárea. Porcentajes menores de cobertura y densidad no resultan en aumentos relevantes de productividad del estrato herbáceo y de la producción de forraje como un todo. Sin embargo, las extensas áreas de los denominados tableros sertanejos, o sea, las regiones recubiertas por suelos de los tipos planossol solódico y solonetz solodizado, no necesitan y no responden a los métodos de raleo, pues la cobertura de su vegetación arbórea está muy por debajo del 40% (Araújo Filho *et al.*, 1982). Los aspectos topográficos del área, en particular el declive, influyen en la intensidad del raleo, debido al peligro de erosión causado por una mayor exposición del suelo, no siendo recomendable el raleo en áreas con declive superior al 10% (Araújo Filho, 1990).

Fotos: Araújo Filho



**Caatinga raleada: época húmeda (a) y época seca (b)**

La práctica del raleo deriva en un aumento considerable de la producción de fitomasa del estrato herbáceo, gran parte del cual (80%) es adecuado y disponible para el pastoreo, recomendándose usarlo en un área que no exceda 60%. Por lo tanto la base forrajera para la explotación pecuaria en particular para la explotación con ovinos y/o bovinos es ampliada y mejorada (Souza, 1991). Sin embargo, no todos los ambientes ecológicos responden al raleo. Muchas áreas del semiárido del nordeste, debido a factores poco claros, están desprovistos de estrato herbáceo que sirva, tanto cuantitativa, cuanto cualitativamente, al pastoreo (Araújo Filho, 1990). En consecuencia, antes de decidir cuál método utilizar, es importante obtener conocimiento previo del potencial forrajero del estrato herbáceo, a través de datos de investigación, evaluaciones de áreas agrícolas en descanso (*capoeiras*, que fueron cultivadas por periodos de hasta 3 años), o estudios de la vegetación herbácea presente en lugares inaccesibles.

La aplicación del método de raleo se inicia en el verano con un corte raso de las especies arbóreas y arbustivas, reduciendo su densidad al nivel arriba recomendado de aproximadamente 400 plantas por hectárea, sin afectar su biodiversidad. Deben ser mantenidas las especies con valor forrajero, las de sistema radicular profundo y las de valor maderero o paisajístico, en este orden de prioridad. Se deben eliminar los arbustos pioneros, las especies tóxicas o que causen problemas a los animales y al hombre. Después del corte, la madera útil debe ser retirada y las ramas picadas, para acelerar su descomposición. A mediados del siguiente periodo de lluvias, se realiza una rozada de todos los rebrotes de las especies leñosas. Esta operación deberá ser repetida en la misma época en los años siguientes, obteniéndose con el tiempo, un adecuado control de las especies leñosas indeseables, principalmente del *Marmeleiro* (*Croton sonderianus*). La experiencia ha mostrado que con la rozada y el retiro de los rebrotes por los animales, en el plazo máximo de cinco años, la mayoría de los tocones estarán muertos y pueden ser arrancados. A partir de ese momento, el mantenimiento del área raleada se logra rozando siempre en la estación húmeda y cada tres o cuatro años. En el primer año, el área raleada sólo deberá ser usada después de la maduración y caída de las semillas de las especies herbáceas, o sea, en el inicio de la época seca (Araújo Filho, 1990).

Una de las dificultades más comunes en el manejo de la Caatinga raleada consiste en el mantenimiento de la estabilidad de la composición florística del estrato herbáceo. Esto porque las preferencias forrajeras y el hábito de pastoreo de las especies animales pueden afectar la composición botánica de la cama herbácea. El hábito de pastoreo de los ovinos permite un corte excesivamente bajo y una selectividad elevada, lo que puede derivar en la eliminación de las forrajeras herbáceas, aun cuando sean plántulas. Esto resulta en un gran impacto en la composición botánica de la vegetación herbácea de la pastura, con una reducción drástica de la producción de fitomasa pastable (Araújo Neto, 1990; Pereira Filho, 1995). Es así que el pastoreo continuo con ovinos en áreas de Caatinga raleada no es recomendable, debiendo optarse por sistemas alternados o diferidos.

En la Caatinga raleada, la disponibilidad de forraje corresponde al 60% de la fitomasa producida, originando una capacidad de carga anual para caprinos y ovinos de 0,5 ha/cabeza (Tabla 1). La ganancia diaria de peso vivo en caprinos y ovinos en la época de lluvias (invierno) y en el verano en la Caatinga raleada, dan como resultado una producción de peso vivo anual de 61,7 kg/ha en caprinos y 76,4 kg/ha en ovinos. Vale remarcar que la caída de las variables de producción animal en la Caatinga raleada, en años de seca, fue de sólo 22% (Araújo Filho *et al.*, 2002a). Esto se debe, probablemente, a la presencia significativa de gramíneas y a que el aumento de la producción de fitomasa del estrato herbáceo en años normales, no implica un incremento en la producción de forraje pero sí de dicotiledóneas herbáceas anuales, en su mayoría no forrajeras (Araújo Filho *et al.*, 2002a).

**Tabla 1. Producción anual media de fitomasa, disponibilidad de forraje, capacidad de carga, ganancia diaria de peso y producción de peso vivo en una Caatinga raleada.**

Especie animal	Fitomasa (kg/ha)	Forraje disponible (kg/ha/año)	Capacidad de carga anual (ha/cabeza)	Ganancia de peso en invierno (g/día)	Ganancia de peso en verano (g/día)	kg de peso vivo por ha por año
Caprina	4.000	2.400	0,5	57,7	26,8	61,7
Ovina	4.000	2.400	0,5	77,9	32,0	76,4

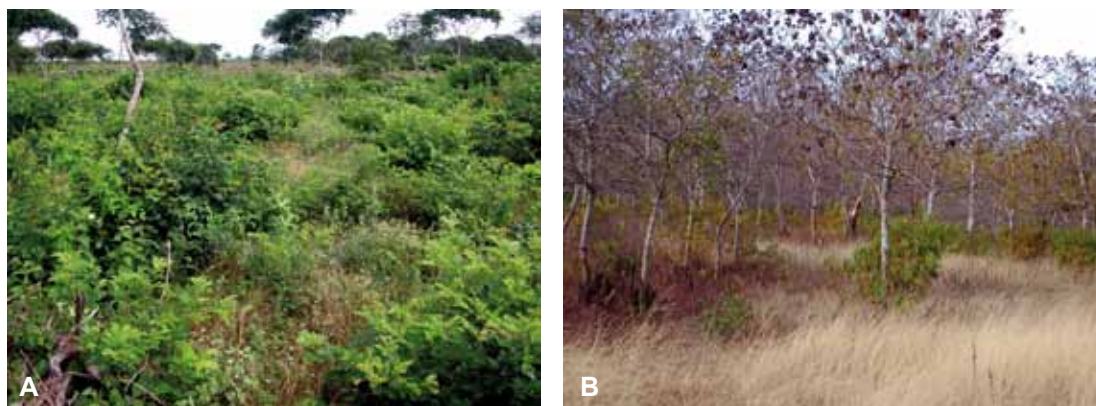
Fuente: Adaptado de Araújo Filho *et al.* (2002a).

Desde el punto de vista económico, los análisis de costo y rentabilidad demostraron que la operación del raleo sólo comienza a ser rentable cuando la producción de peso vivo animal sobrepasa los 30 kg por hectárea/año (Souza Neto *et al.*, 2003). En operaciones de recría siempre se sobrepasa este valor, pero en operaciones de cría el raleo no logra rendimientos económicos compensadores a no ser que sean adoptados sistemas de apareamiento con base en tres partos cada dos años y que resulten en una producción anual por madre de por lo menos 1,5 corderos destetados (Souza Neto *et al.*, 2003).

### Rebaje de la vegetación nativa con manejo del rebrote

El rebaje consiste en la poda de corte raso de especies leñosas, con el objetivo de aumentar el acceso al forraje de árboles y arbustos por los animales, mejorar su calidad alimenticia y extender la producción de follaje verde por más tiempo en la estación seca (Cavalcante *et al.*, 2000). Con la reducción del sombreado causado por las copas de árboles y arbustos, resultado de la poda, se observa un aumento significativo de la producción de fitomasa en el estrato herbáceo. Los resultados de investigaciones indican que alrededor de 40% de la fitomasa del sistema es producida por el estrato herbáceo y 60% por el estrato arbustivo arbóreo (Araújo Filho, 1990). Esta técnica constituye, probablemente, la alternativa más adecuada a los diferentes tipos de Caatinga del semiárido del nordeste para la producción de caprinos, puesto que cerca de 70% de las especies arbóreas y arbustivas de la Caatinga son forrajeras (Araújo Filho *et al.*, 1998). La técnica debe ser utilizada en áreas de vegetación leñosa donde predominan árboles y arbustos con propiedades forrajeras reconocidas.

El corte raso de la vegetación leñosa deberá ocurrir durante la estación seca, dejándose sólo las especies forrajeras cuyas hojas son consumidas cuando secas (p. ej. la caatinguera— *Caesalpinia pyramidalis*). Las especies de reconocido valor forrajero, tales como *sabiá* (*Mimosa caesalpinifolia*), *mororó* (*Bauhinia cheilantha*),



Fotos: Araújo Filho

### Caatinga rebajada en invierno (a) y en verano (b)

*jurema-preta* (*Mimosa tenuiflora*) y *quebra-faca* (*Croton heliotropifolius*) deben ser rebajadas/raleadas. A continuación, la madera útil es retirada y las ramas picadas en el lugar para acelerar su descomposición. En la siguiente estación de lluvias, los rebrotes de los arbustos no forrajeros deben ser rozados para controlar las especies indeseables. Al final del siguiente período seco, se procede al corte de los rebrotes de las especies leñosas forrajeras, dejándose de uno a dos rebrotes por tocón. El resultado de esta práctica es que la planta continuará produciendo forraje accesible para los animales a partir de los rebrotes en la base del tallo, produciéndose también el desarrollo de hasta dos tallos por planta para la futura producción de madera útil (Carvalho *et al.*, 2004).

La primera entrada de animales en áreas de Caatinga rebajada deberá hacerse sólo a mitad de la estación de lluvias después del rebaje, lo cual permitirá la lignificación de los rebrotes y evitará impactos negativos del ramoneo en las especies arbóreas rebajadas (Araújo Filho, 1990). La Caatinga rebajada deberá ser explotada con preferencia con caprinos, o con la combinación bovinos-caprinos (Araújo Filho *et al.*, 2002a).

La disponibilidad de forraje en la Caatinga rebajada corresponde a 40% de la fitomasa producida, o sea, 1.600 kg/ha/año. En estas condiciones, la capacidad de carga anual es de 0,7 ha para caprinos y 1,0 para ovinos (Tabla 2). Con las ganancias diarias de peso vivo en el periodo de lluvias y en el periodo seco se pueden lograr en caprinos y ovinos producciones anuales de peso vivo de 42,6 kg/ha y 25,1 kg/ha, respectivamente (Tabla 2).

### Enriquecimiento

En el sertón del nordeste existen extensas áreas cuya vegetación ya perdió la diversidad florística que le era peculiar, como consecuencia del uso indiscriminado, ya sea por las prácticas de agricultura itinerante o por el sobrepastoreo. En estas condiciones, la producción de forraje sólo puede ser incrementada con la introducción



**Tabla 2. Producción anual media de fitomasa, disponibilidad de forraje, capacidad de carga, ganancia diaria de peso y producción de peso vivo en una Caatinga rebajada.**

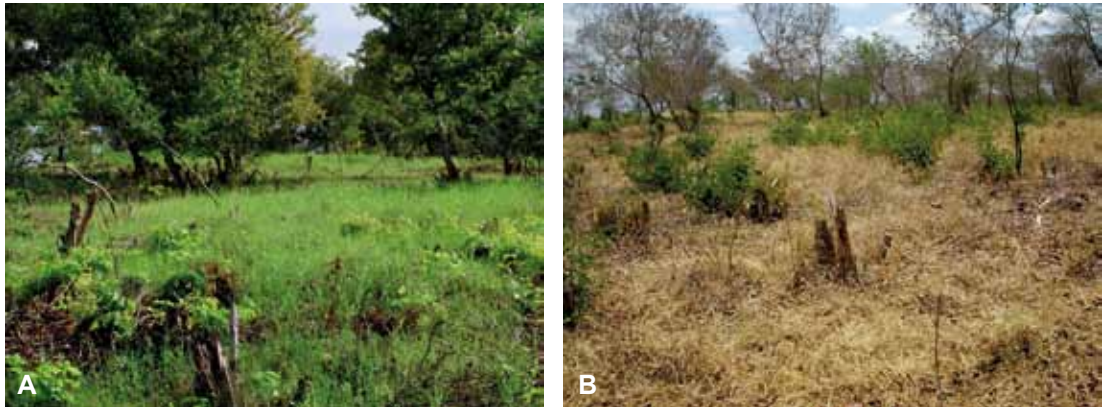
Especie animal	Fitomasa (kg/ha)	Forraje disponible (kg/ha/año)	Capacidad de carga anual (ha/cabeza)	Ganancia de peso en invierno (g/día)	Ganancia de peso en verano (g/día)	kg de peso vivo por ha por año
Caprina	4.000	1.600	0,7	54,0	27,8	42,6
Ovina	4.000	1.600	1,0	47,7	21,0	25,1

Fuente: Adaptado de Araújo Filho *et al.* (2002a).

de forrajeras nativas y/o exóticas adaptadas a las condiciones del ambiente ecológico (Foto 3). De preferencia, la replantación debe ser hecha por la práctica del cultivo conservativo con mínima labranza, teniendo en cuenta la preservación del estrato herbáceo nativo, rico en leguminosas forrajeras. Con este fin no es necesario desmontar la Caatinga sino que más bien practicar un raleo. El enriquecimiento puede ser hecho a nivel del estrato herbáceo o leñoso.

La aplicación de este método se inicia en la estación seca con el raleo de la vegetación leñosa, preservándose 150 a 200 árboles por hectárea, correspondiendo a una cobertura de 15% a 20%, lo cual proporcionará una condición de sombra que no interferirá con el crecimiento y desarrollo de las especies exóticas o nativas a ser introducidas. El plantío de la forrajera se efectúa en el periodo de lluvias. Con el objetivo de cubrir parte de los costos, en el primer año se puede asociar el plantío de la forrajera con un cultivo de subsistencia (p. ej. maíz, sorgo, frijol y yuca). Deberán realizarse carpidas y rozadas, siempre que sea necesario. Como el fósforo tiende a ser el nutriente de mayor deficiencia en la mayoría de los suelos de la Caatinga, se recomienda incorporar abono fosfatado en la cantidad de 100 kg/ha de  $P_2O_5$ . El enriquecimiento puede ser hecho a nivel del estrato herbáceo o del leñoso. En el primer caso, las mejores opciones entre las gramíneas incluyen pasto *buffel* (*Cenchrus ciliaris*), pasto corriente (*Urochloa mosambicensis*) y grama (*Cynodon dactylon*) (Sousa *et al.*, 1998), mientras que entre las leguminosas las mejores opciones incluyen *cunhã*-pronunciada como cuña (*Clitoria ternatea*), canavalia (*Canavalia ensiformis*) y yerba de oveja (*Stylosanthes humilis*). En el caso del estrato leñoso, observaciones de campo indican que especies que pueden constituir excelentes opciones incluyen *sabiá*, *mororó*, *quebra-faca*, leucaena (*Leucaena leucocephala*), gliricidia (*Gliricidia sepium*), *camaratuba* (*Cratylia argentea*) y *carquejo* (*Calliandra depauperata*) (Araújo Filho *et al.*, 1990).

Las áreas de Caatinga enriquecida, principalmente con leguminosas, constituyen verdaderos bancos de proteína para uso en la estación seca. Las investigaciones realizadas con caprinos, apuntan a leucaena, *cunhã* y *jurema-preta* como óptimas



Fotos: Araújo Filho

**Caatinga enriquecida con grama (*Cynodon dactylon*):  
época húmeda (a) y época seca (b)**

opciones promisorias para bancos de proteínas que pueden establecerse en la mayoría de los suelos del sertón (Araújo Filho *et al.*, 1990). Las especies mencionadas están adaptadas a las condiciones ecológicas del sertón, manteniéndose verdes y productivas (Araújo Filho *et al.*, 1990), inclusive durante el periodo seco, ofreciendo así forraje nutritivo a los animales durante el período más crítico del año. Por otro lado, un banco de proteína es un área que requiere un manejo intensivo de las forrajeras, y por lo tanto requiere cuidados extras, tales como fertilización, control de malezas, recuperación periódica del forraje plantado, poda de ramas residuales al final de la estación y control de plagas (Araújo Filho *et al.*, 1990).

Hay varias opciones de manejo de un banco de proteína. Puesto que la energía y la proteína constituyen los macronutrientes más limitantes en la época seca, se recomienda la asociación de una leguminosa (p.ej. leucaena y cuña) con sorgo, maíz, mijo o mijo perla [*Pennisetum americanum* (L.) Leeke cv. Comum; *milheto* en portugués]. El grano será usado para el consumo de la familia, suplementación de los animales en la época seca y para la venta. La idea es constituir un sistema agropastoril. Los dos primeros cortes de la leguminosa en el invierno, efectuados con intervalos de 50 días serán usados como abono verde, para mantenimiento de la fertilidad del suelo. Al final de la época de lluvias, se hará un nuevo corte y el forraje obtenido será conservado como heno. Al inicio de verano, aproximadamente 60 días después del último corte, la leguminosa estará lista para ser pastoreada por un período de 40 días con una carga de 15 ovejas o cabras/ha o de tres bovinos/ha, por un período diario de una hora y treinta minutos. Después de este período, el banco de proteínas debe ser vedado y los animales deben ser suplementados con heno y granos. Aproximadamente 80 días después del primer ramoneo, el banco estará listo para un nuevo repase de 40 días con el mismo número de animales, siguiendo el mismo protocolo anterior para empezar otro ciclo (Araújo Filho y Carvalho, 2001).

Los datos de la Tabla 3 muestran los índices de producción potencial para la Caatinga enriquecida con una gramínea. La introducción de la gramínea eleva la producción de fitomasa a 8.000 kg/ha/año, llegando la disponibilidad de forraje a promediar 6.400 kg/ha/año. Se observa entonces un vigoroso aumento de la capacidad de carga, que alcanza a 10,0 cabezas/ha/año con caprinos y ovinos. Las ganancias diarias de peso vivo por cabeza son semejantes a las obtenidas en la Caatinga raleada. Dada la mayor capacidad de carga del pasto, la producción de peso vivo anual alcanza valores más elevados para áreas de Caatinga manipulada: 120,0 kg/ha en caprinos y 180,0 kg/ha en ovinos (Tabla 3).

**Tabla 3. Producción anual media de fitomasa, disponibilidad de forraje, capacidad de carga, ganancia diaria de peso y producción de peso vivo en una Caatinga enriquecida con grama (*Cynodon dactylon*) con fertilización fosfatada.**

Especie animal	Fitomasa (kg/ha)	Forraje disponible (kg/ha/año)	Capacidad de carga anual (ha/cabeza)	Ganancia de peso en invierno (g/día)	Ganancia de peso en verano (g/día)	kg de peso vivo por ha por año
Bovina	8.000	6.400	1,1	650,0	25,0	172,0
Caprina	8.000	6.400	10,0	47,0	18,0	120,0
Ovina	8.000	6.400	10,0	69,0	29,0	180,0

Fuente: Adaptado de Araújo Filho, J.A. (datos no publicados).

El enriquecimiento de la Caatinga es una operación rentable, para la fase de cría y para la fase de recria; por ejemplo, investigaciones en operaciones de cría realizadas en Embrapa Caprinos, en Sobral – Ceará, encontraron una relación costo: beneficio de 1:2,5 al aplicar esta tecnología (Souza Neto *et al.*, 2003).

## Sistema de Producción Agrosilvopastoril para la Caatinga

En las regiones semiáridas los sistemas de producción agroforestales se fortalecen al integrar modelos que incluyen la actividad pecuaria por la capacidad de ésta de conferir una mayor estabilidad y resiliencia productiva y económica al sistema, considerando las fluctuaciones climáticas extremas, muy comunes en estas regiones (Araújo Filho *et al.*, 2002b; Gutierrez-Aleman, 1983), y por contribuir al asentamiento del hombre a la tierra, reduciendo así el éxodo rural.

Un modelo desarrollado de sistema de producción agrosilvopastoril, el SAF-Sobral (Sistema Agroforestal, modelo Sobral), está siendo evaluado en colaboración con productores de agricultura familiar en diversos estados del nordeste brasileño (Araújo

Filho *et al.*, 2006). Este sistema de producción tiene como objetivos principales fijar las actividades agrícolas en el terreno, suspender las quemas y el desmonte e integrar cultivo, actividad pecuaria y actividad forestal (Araújo Filho y Carvalho, 2001). Con este fin se seleccionó un área piloto de 8,0 ha, que representa el tamaño promedio de más de 60% de las propiedades en el semiárido brasileño (IBGE, 1995). El área está dividida en tres parcelas. La primera parcela, correspondiente a 20% del área, se destina a las actividades agrícolas asociadas con la producción invernal de alimentos para granos y heno. Esta parcela sirve, también, de banco de proteína para el rebaño durante el verano. La segunda parcela, equivalente a 60% del área, está constituida por un área con pasto para el mantenimiento del rebaño. La última parcela equivalente a 20% del área, constituye la reserva legal.

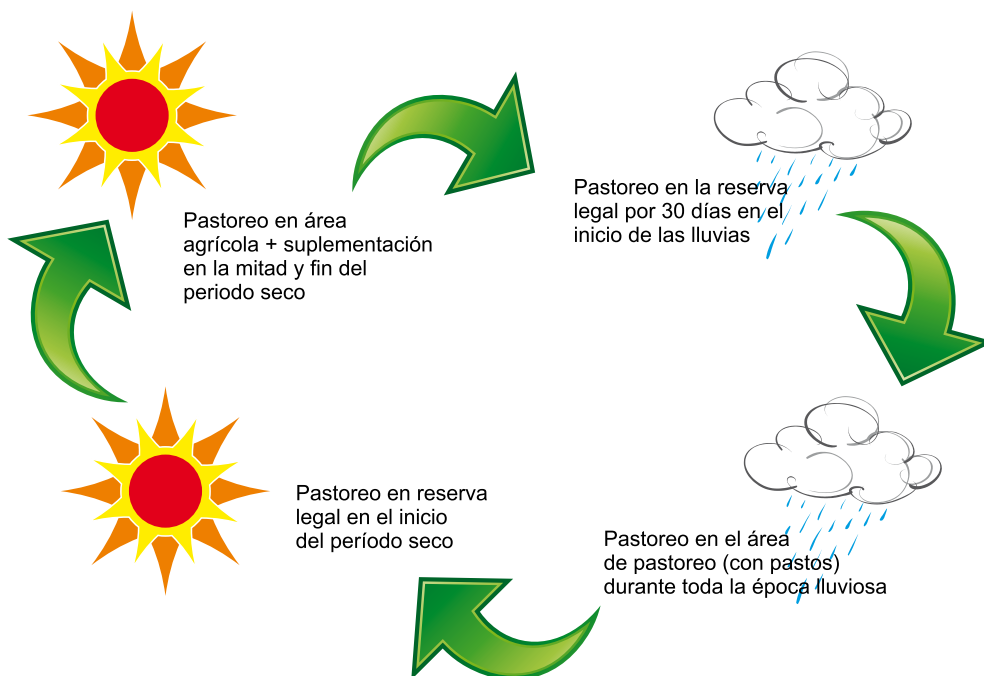
En la parcela agrícola, la vegetación arbórea es raleada a una densidad de 200 árboles/ha, las ramas son amontonadas en cordones perpendiculares al declive del terreno a espacios de 3,0 m. Se establecen hileras de una leguminosa perenne, que servirá para la producción de abono verde y heno. Los cultivos se siembran en el espacio entre los cordones. En la parcela para pastoreo, la vegetación es raleada a 400 árboles/ha, pudiendo usarse como Caatinga raleada o como Caatinga enriquecida.

El rebaño está constituido por ovinos o caprinos, totalizando 20 hembras (Caatinga raleada) o 50 hembras (Caatinga enriquecida). Además de los cuidados sanitarios de rutina, el rebaño recibirá suplementación energético-proteica en el período seco. Su manejo seguirá el esquema de la Figura 1.

La Figura 1 muestra el sistema de rotación del ganado en diferentes partes del SAF-Sobral. Al comienzo de la temporada de lluvias los animales son llevados a la reserva legal, donde permanecen durante aproximadamente 30 días utilizando rebrotes de las especies leñosas y el sustrato herbáceo. El objetivo es permitir el crecimiento de la vegetación herbácea en el área de pastoreo. A continuación, el rebaño es admitido en el área de pastoreo, donde permanece hasta el fin de la estación de lluvias. Al comenzar la estación seca, con la defoliación de las especies caducifolias, los animales son llevados de nuevo a la reserva, donde permanecen durante 30 días, alimentándose selectivamente del follaje seco de mejor calidad, para retornar luego al área de pastoreo y permanecer allí hasta el fin de la estación seca.

## Consideraciones Finales

Las actividades pastoriles en la Caatinga en los últimos cuatro siglos, caracterizadas por condiciones de agricultura de quema y sobrepastoreo, fueron factores preponderantes en la determinación de los procesos de degradación ambiental y establecimiento de la desertificación en el semiárido del nordeste brasileño. La Caatinga, desde los inicios de la colonización, tuvo una vocación pecuaria que alcanzó su apogeo en el siglo XIX. La decadencia de la cría de bovinos, ya en las últimas décadas



**Figura 1. Diferentes etapas de manejo en el año en el sistema agrosilvopastoril SAF-Sobral, haciendo uso de cuatro parcelas fuentes de forraje: una parcela agrícola, una parcela con pastos, y una parcela de reserva legal.**

Fotos: Araújo Filho



**SAF-Sobral. Área agrícola en la época húmeda (a) y época seca (b)**

de aquel siglo, convirtió gradualmente a los estados del nordeste en importadores de carne, corroborando la creencia de que la explotación pastoril de bovinos no era posible en la región de los sertones. En ese proceso el crecimiento vertiginoso de la cría de ovinos y caprinos en la región aparece como una opción, no de sustitución, sino de

complementación de la explotación pastoril de la Caatinga. El potencial de producción de forraje de calidad en los sertones es aún considerable y la recuperación de las áreas degradadas, con el consecuente aumento de la oferta de alimentos para los rebaños, es posible y está al alcance de los criadores. La adopción de las tecnologías discutidas, asociadas con el manejo conservativo de las pasturas, ciertamente recolocará a la explotación pastoril con sostenibilidad como uno de los baluartes en la generación de ingresos y en la mejoría de la calidad de vida del productor del nordeste.

## Literatura Citada

- Araújo Filho, J.A., S.M. de S.de Torres, J.A. Gadelha, D.F. Maciel e A.G. Catunda. 1982. Estudo de pastagem nativa do Ceará. Estudos Econômico e Sociais 13, Fortaleza, Universidade Federal do Ceará (UFC)/Banco do Nordeste do Brasil (BNB), Fortaleza, Ceará Brasil. 75 pp.
- Araújo Filho, J.A. 1990. Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris. Circular Técnica 11, Embrapa- Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos (CNPIC) Sobral, Ceará, Brasil. 18 pp.
- Araújo Filho, J.A., E.R. Leite e R.C.M Mesquita. 1990. Dieta e Desempenho de Caprinos em Bancos de Proteína na Região de Sobral, Ceará. Boletim de Pesquisa 8, Embrapa Caprinos, Sobral, Ceará, Brasil. 16 pp.
- Araújo Filho, J.A., E.R. Leite e N.L. Silva. 1998. Contribution of woody species to the diet composition of goat and sheep in caatinga vegetation. *Pasturas tropicales (Cali, Colombia)* 20: 41-45.
- Araújo Filho, J.A e F.C. de Carvalho. 2001. Sistemas de Produção Agrossilvipastoril para o Semi-Árido Nordeste. In: Sistemas Agroflorestais Pecuários: Opções de Sustentabilidade para Áreas Tropicais e Subtropicais (M.M. Carvalho; M.J. Alvim e J.C. Carneiro, org), 1 ed., FAO Brasília 1: 101-110.
- Araújo Filho, J.A., F.C. Carvalho, R. Garcia e R.A. Sousa. 2002a. Efeitos da manipulação da vegetação lenhosa sobre a produção e a compartimentalização da fitomassa pastável de uma Caatinga sucessional. *Revista Brasileira de Zootecnia* 31: 11-19.
- Araújo Filho, J.A., J.A. Gadelha, S.M.A. Crispim, e N.L. Silva. 2002b. Pastoreio misto em caatinga manipulada no sertão do Ceará. *Revista Científica da Produção Animal (Terezina)* 4: 9-21.
- Araújo Filho, J.A., E.V. Holanda Júnior, N. Laima Da Silva e F.M. França. 2006. Sistema agrossilvipastoril. In: Criação familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte Embrapa Caprinos (G.F.C. Lima, E.V. Holanda Júnior, F. Maciel, N.N. Barros, M.V. Amorim e A.A. Confessor Júnior, ed.). Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Norte (EMATER-RN), Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. 426 pp.
- Araújo Neto, R.B. 1990. Efeito do pastejo por ovinos sobre a composição florística da vegetação herbácea de uma Caatinga raleada. Tese Magister Scientiae, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.
- Braga, R. 1976. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. 4a ed. Natal, ESAM, 540 pp.
- Braga, R. 1962. História da comissão científica de exploração. Imprensa Universitária do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. 405 pp.
- Carvalho, F.C., R. Garcia, J.A. Araújo Filho, L.N. Couto, J.C. Lima e M.C.P. Rogério. 2004. Manejo in situ do sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) para produção simultânea de madeira e forragem, em um sistema silvipastoril. *Revista Brasileira de Zootecnia* 1: 121 - 129.
- Cavalcante, A.C.R., J.A. Araújo Filho, A.K.F. Moita e A.E. Ponte. 2000. Persistência da Folhagem de Espécies Lenhosas da Caatinga Durante a Estação Seca. In: XXXVII Reunião anual de la Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), 2000, Viçosa-Minas Gerais, Brasil. SBZ. 1: 113-113.

Duque, G.O. 1980. Nordeste e as lavouras xerófilas. 3º edn. Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), Mossoró, Rio Grande do Norte. 316 pp.

Gutierrez–Aleman, N. 1983. Sheep and goat production systems in the sertão region of Northeast Brazil: a characterization and linear programming analysis. PhD thesis, Purdue University, Indiana, USA.

Heady, H.F. and R.D. Child. 1994. Rangeland ecology and management. Westview Press, San Francisco, California, USA 1994. 519 pp.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 1995. Censo agropecuário, 1995. Rio de Janeiro, Brasil. 195 pp.

Lima, L.C. 2002. Produção do espaço, sistemas técnicos e divisão territorial do trabalho. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales* VI(119). <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn119-63.htm> (Consulta: 5.5.2011).

Loefgren, A. 1923. Notas Botánicas (Ceará). 2da. ed. Imprensa Inglesa, Rio de Janeiro, Brasil. 103 pp.

Luetzelburg, P. von 1923. Estudo Botânico do Nordeste. Imprensa Inglesa. Rio de Janeiro, Brasil. 126 pp.

Pereira Filho, J.M. 1995. Efeitos do pastoreio alternado ovino-caprino sobre a composição florística da vegetação herbácea de uma Caatinga raleada. Tese Magister Scientiae en Zootecnia, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Brasil.

Sousa, F.B., N.L. Silva e J.A. Araújo Filho. 1998. Recomendações para formação e utilização de capim-gramão. Comunicado Técnico, Embrapa Caprinos, Sobral, Ceará, Brasil. 5 pp.

Souza Neto, J., F.B. de Sousa, J.A. Araújo Filho e J.E.O. Cabral. 2003. Viabilidade dos sistemas de manejo da caatinga para a produção de ovinos. In: Anais do 41º Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2003, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. p. 140.

Souza, P.Z. 1991. Flutuações estacionais da dieta de caprinos e ovinos em pastoreio combinado na região dos Inhamuns, Ceará. Tese Magister Scientiae, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil.

Stoddart, L.A., A.D. Smith and T.W. Box. 1975. Range Management. McGraw-Hill Book, New York, USA. 532 pp.

# Capítulo 13

## Propuestas Tecnológicas para el Manejo de la Vegetación Nativa de las Zonas Áridas y Semiáridas de México

Agustín Fernando Rumayor Rodríguez y Ramón Gutiérrez Luna  
*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP),  
Campo Experimental Zacatecas, Zacatecas, México*

### Introducción

La producción de rumiantes menores en México se desarrolla en sistemas integrados con base en la utilización de pastizales nativos (localmente conocidos como agostaderos) y el uso de esquilmos (residuos de cosecha de las zonas agrícolas); sin embargo, la génesis y manejo de esos sistemas no fueron adecuados. En el proceso de expansión de la agricultura, la eliminación de la vegetación nativa para habilitar tierras agrícolas, la tala de árboles y arbustos para construcción y combustible, y la introducción de especies ganaderas para conformar los sistemas integrados, no ha seguido principios que aseguren la sostenibilidad de los recursos naturales en consecuencia induciendo a su deterioro y degradación.

El problema actual de mayor significación para la sostenibilidad de estos sistemas en las zonas áridas y semiáridas del país es el sobrepastoreo de los pastizales generado por su uso irrestricto, una característica del sistema ejidal mexicano que se inicia con la reforma agraria en 1910. Los productores de un ejido (ver Capítulo 11, pie de página 1, en relación con la definición de ejido) determinado, cada uno de los cuales es propietario de un área familiar destinada a la producción agrícola y de forrajes, tienen el derecho de usar un área comunal de pastizal, compartida por todos los miembros del ejido, a la que acceden de manera irrestricta y no regulada con fines exclusivos de pastoreo y extracción.

Un detalle que agrava la situación es que a pesar de ser dueños del pastizal, no todos los ejidatarios poseen ganado, en consecuencia el uso de esta fuente de forraje beneficia un grupo menor de productores dentro del ejido. Los ejidatarios propietarios de ganado poseen pequeños rebaños de rumiantes menores, números variables de vacunos y otras especies que suman una población animal que excede la capacidad de carga del pastizal. El sobrepastoreo sistemático y la continua extracción de recursos forestales, han dado lugar a procesos de erosión y desertificación del suelo, erosión de la vegetación nativa de valor forrajero, y una condición que afecta y disminuye la productividad de las unidades de producción ganaderas.

Diferentes instituciones mexicanas han dedicado recursos y esfuerzos a desarrollar tecnologías que permitan la recuperación de los pastizales y su pastoreo racional, sin



embargo estas tecnologías no fueron adoptadas masivamente por los productores sin que se logre el objetivo central de controlar los procesos de degradación y rehabilitar el pastizal. Se considera que lejos de ser un problema estrictamente técnico, el uso racional de los pastizales en los sistemas ejidales en México resulta ser un problema social y de Estado, cuya solución no sólo requiere de aproximaciones técnicas adecuadas, sino también de políticas y generación y aplicación de leyes que regulen el uso de áreas comunales de pastoreo. Un aspecto ligado a las tecnologías cuyo objetivo es mejorar el manejo de los pastizales persiguiendo su rehabilitación, es que para que ellas sean concretadas se requieren de acciones de largo plazo y de inversiones sustantivas. Lamentablemente, la intervención directa del Estado no ha sido suficiente, quedando aún mucho por lograrse en ese contexto.

Es interesante notar que el sistema alimenticio de la ganadería mexicana en estas regiones no tiene una dependencia absoluta de la vegetación nativa y hace uso de otras opciones como el pastoreo en residuos de cosechas y la suplementación con forraje en diferentes periodos del año, en particular cuando la oferta forrajera del pastizal es baja. Martínez *et al.* (2003) mencionan que esa condición, que permite la recuperación temporal del pastizal, confiere una relativa estabilidad a los sistemas ganaderos actuales y ofrece alternativas para reducir los procesos de degradación del pastizal a largo plazo. Intuitivamente se espera que una intensificación de la producción, p. ej. incluyendo la producción de forraje con aguas de escorrentías, puede tener un impacto directo en la recuperación de los pastizales. Sin embargo, los esfuerzos de la investigación y el desarrollo han hecho poco en esa dirección.

En este capítulo se discutirán opciones de manejo integrado agrosilvopastoril que recientemente han tenido impacto en proyectos liderados por el INIFAP en México, y tomadas en cuenta por instituciones gubernamentales del sector agropecuario como el programa de Manejo Integrado de los Recursos Naturales en Zonas Áridas (MIRZA) o Unidades MIRZA en el estado de Zacatecas que opera en las comunidades de Morelos, Río Grande, y Viboritas. Dos tecnologías integradas aplicadas en estas áreas incluyen la exclusión temporal al pastoreo y pastoreo racional, y la rehabilitación de áreas de agostadero en franjas. Existen otras experiencias con otro tipo de tecnologías, sin embargo se hace referencia a estas dos porque son tecnologías que ya están siendo usadas por los productores comunales y porque son sencillas de incorporar a las condiciones productivas de las regiones áridas y semiáridas de México.

## **Recuperación y Manejo del Pastizal: Efectos de la Exclusión Temporal al Pastoreo Seguida de Pastoreo Rotacional**

### **Antecedentes**

En relación con el estado actual de las áreas de pastizales naturales de México, Espinoza *et al.* (2000) indican que las presiones de pastoreo a las que la mayoría

de estas áreas están sometidas exceden su capacidad de carga. En el caso específico de Zacatecas, los datos permiten estimar que esa capacidad es excedida en 209% (SEDAGRO, 2004), determinando un intenso sobrepastoreo. Espinoza *et al.* (2000) sostiene que el sobrepastoreo continuo reduce el vigor de las plantas y la producción de semilla, y da curso a la proliferación de plantas poco aceptables por el animal o de plantas invasoras de poco valor nutritivo cuyo costo de erradicación es elevado.

El sobrepastoreo también determina que grandes áreas de suelo queden desnudas y expuestas a la erosión eólica e hídrica. En el caso del estado de Zacatecas, una gran proporción de los agostaderos está afectada por diferentes procesos de erosión con importantes superficies en etapas de erosión avanzada. Los disturbios planta-suelo, afectan el escurrimiento e infiltración del agua, con una repercusión directa en el ciclo del agua que afecta la productividad general del pastizal y causa la reducción de la capacidad de captación del agua de lluvia que alimenta los acuíferos subterráneos. En tales condiciones la productividad ganadera por unidad de área es pobre. En el estado de Zacatecas se estiman producciones de sólo 50 kg de carne de rumiantes menores/ha, comparadas con los rendimientos potenciales de 150 kg de carne/ha que podrían ser logrados con un manejo mejorado.

La idea central de la tecnología propuesta para recuperar y manejar pastizales comunales degradados es excluir el ganado temporalmente hasta lograr un cambio en su productividad, con una producción de biomasa aceptable y multiplicación de especies con propiedades forrajeras conocidas. Cuando tales condiciones han sido alcanzadas, el pastoreo debe entonces reiniciarse de manera rotacional para mantener la productividad recuperada.

La tecnología se aplicó en la comunidad de Pánuco, Zacatecas (22° 54' Norte y 102° 33' Oeste), México, localizada a 2.285 msnm, con una precipitación promedio anual de 400 mm. El trabajo involucró un área ejidal y comunal degradada de agostadero de 53 ha, a la cual los productores tienen acceso irrestricto sin que se ejercite un uso racional y se controle la carga animal (Gutiérrez *et al.*, 2006). Las áreas de Pánuco incluyen cuencas de diverso tamaño con cauces que en muchos casos forman cárcavas con profundidad variable (hasta de 5 metros de profundidad). La fisiografía varía de ondulada a escarpada. Los suelos varían en su estructura, con pH moderadamente alcalino (7,8) y bajo contenido de nutrientes y de materia orgánica. De acuerdo con la clasificación del USDA-NRSC (1999), los suelos de esta región se clasifican, en general, como Aridisoles con un horizonte petrocálcico de profundidad variable.

Tomando en cuenta los tipos de cobertura definidos por COTECOCA (1980), el tipo de vegetación donde se aplicó la tecnología caracteriza un matorral mediano espinoso, donde la vegetación predominante es típica de la formación pastizal nativo-matorral espinoso-nopalera, con predominio en algunas áreas de pastizal y nopalera, esta última vegetación representada por diversas variedades de nopal silvestre (*Opuntia* spp.). En el pastizal predominan las gramíneas *Bouteloua curtipendula* Gould,

*Bouteloua gracilis* HBK Lag, *Aristida* spp. y *Lycurus phleoides* HBK; mientras que en el matorral espinoso se incluyen *Acacia farnesiana* (L) Willd, *Prosopis laevigata* (Willd) M.C. Johnston, *Mimosa biuncifera* Benth y *Dalea bicolor*.

## Descripción de la aplicación

Una acción relevante y decisoria en la aplicación de esta tecnología involucró el trabajo participativo con la comunidad para lograr consenso de no usar la porción de pastizal excluida, y la participación de instancias del Gobierno que oferten incentivos, en un concepto de pago por servicios ambientales que permita financiar los recursos necesarios.

El consenso se logró gracias a tres elementos esenciales, la confianza ganada por el grupo técnico del INIFAP entre los productores del área, derivada de acciones pasadas conjuntas con la comunidad; la acción positiva y de respaldo de la autoridad propia del ejido, quien es un líder dentro del grupo de productores comunitarios; y la participación de autoridades del sector agropecuario que a través de programas estatales subsidiaron los costos derivados de la exclusión. La comunidad quedó convencida del beneficio económico que tendrían al final del periodo a través de diversos apoyos, p. ej. la provisión de ganado mejorado e infraestructura para operar de manera racional el área comunal.

En general la tecnología prescribe que una gran área a ser recuperada debe dividirse en cuatro grandes sub-áreas. La primera debe ser totalmente excluida del pastoreo por al menos 2 años. Al fin de este periodo de exclusión el potrero recuperado es habilitado al pastoreo y al mismo tiempo uno de los tres restantes excluido por otro periodo similar. En estas condiciones los animales dispondrán de tres potreros, uno con una capacidad mejorada y dos aún sin mejorar. Al concluir el proceso de exclusión-habilitación de todos los potreros (a los 8 años si el tiempo mínimo de exclusión son dos años), toda la superficie contará con una pradera recuperada (Echavarría *et al.*, 2006).

El pastoreo debe seguir una normativa que evite el incremento de la carga animal más allá de la capacidad de pastizal, para tal fin todos los potreros mejorados deberán ser subdivididos para ser pastoreados en rotación y así lograr mantener su productividad. El pastoreo rotacional ha sido propuesto como una alternativa de manejo para mejorar la condición de los sitios de pastizal que se pastorean siguiendo el sistema tradicional de manera continua, beneficiando la vegetación y el suelo (Wood y Blackburn, 1984).

Un total de 53 ha fueron elegidas por la asamblea de productores, y, por decisión de la comunidad, cercadas y excluidas al pastoreo durante 5 años (1995-2000) hasta su recuperación, realizándose observaciones comparativas con áreas no excluidas, sujetas a sobrepastoreo, en cuanto a productividad del pastizal se refiere. Al fin de este periodo, en 2002 como una actividad integral del proyecto ICARDA-INIFAP (ICARDA, 1999),



Fotos: Ramón Gutiérrez Luna

**Cercos divisorios, fabricados con postes de acero y alambrado de púas, usados para excluir el apacentamiento o dividir potreros en los pastizales de Zacatecas**



Fotos: Ramón Gutiérrez Luna

**Pastizal al inicio (izquierda) y un año después (derecha) de la exclusión del ganado**

también por decisión de la asamblea comunitaria, el área recuperada fue subdividida en cuatro potreros mediante cercos internos. En esta área se pastorearon 40 caprinos, siguiendo un esquema de pastoreo rotacional (en cuatro potreros). Como control se incluyó un rebaño manejado con el esquema tradicional de pastoreo continuo, para cuyo fin se destinó un potrero diferente no excluido. Sólo en el sistema rotacional, aplicado por dos años consecutivos, se utilizó una carga regulada, destinándose 1,33 ha por unidad caprina a través del año, con un tiempo de permanencia de tres meses por potrero.

## Resultados

Después de cuatro años de no permitir el apacentamiento del ganado dentro del área de exclusión, las diferencias con las áreas no excluidas, en producción de materia seca y en cobertura de plantas e índices de erosión, fueron notables. El primero de los

cuatro años de exclusión coincidió con la presencia de una sequía intensa, con una precipitación pluvial 30% menor al promedio de la región. En tales condiciones, la producción de materia seca en el área excluida fue de 282 kg/ha, contrastando con una mínima producción fuera del área de exclusión que llegó a producir 30 kg MS/ha; un rendimiento 9,4 veces menor que en el área excluida (Serna *et al.*, 2004). Los siguientes años de exclusión coincidieron con condiciones de precipitación más cercanas al promedio histórico de la región; en esta condición la producción de biomasa en el área excluida fue de 925 kg MS/ha contrastando con 5,1 veces menos producción, 183 kg MS/ha, en el área abierta (Echavarría *et al.*, 2004). El porcentaje de cobertura basal también reflejó diferencias significativas entre áreas: fue mayor en el área de exclusión al pastoreo (60%) y menor en el área con pastoreo continuo (21%) (Echavarría *et al.*, 2004).

La erosión hídrica media en las áreas de agostadero excluidas (1,21 ton de suelo/ha) se redujo, al compararse con una mayor erosión registrada en suelos descubiertos con intenso sobrepastoreo (8,65 ton de suelo/ha). La tecnología de la exclusión redujo los niveles de erosión o pérdida de suelo en 86%, en relación con los valores obtenidos en las áreas no excluidas (Echavarría *et al.*, 2004). Al comparar un suelo desnudo y un área cubierta de pasto y excluida al pastoreo, se obtuvieron valores de erosión hídrica de 2.951 kg de suelo/ha/año y 443 kg/ha/año, respectivamente; implicando una reducción de 85% de erosión hídrica debido a la exclusión (Serna y Echavarría, 2002a). Las mediciones de la pérdida de agua entre un suelo desnudo, sujeto a pastoreo continuo y sobrepastoreo, y en suelo de pastizal mejorado, en el área excluida al pastoreo, mostraron diferencias acentuadas y una mejor capacidad de retención natural de la lluvia. El área con pastizal excluida al pastoreo perdió en promedio 51 mm de lluvia/año, un valor de pérdida 14% menor que en el área de pastizal con suelo desnudo: 58,4 mm de lluvia perdida/año (Serna y Echavarría, 2002b).

En los dos primeros años de aplicación del sistema rotacional de pastoreo, los rendimientos de materia seca en áreas en pastoreo continuo y rotacional contrastaron marcadamente tanto en el primer año que coincidió con baja precipitación (370 mm) como en el segundo que coincidió con mejor precipitación (607 mm, es decir, 200 mm adicionales al promedio histórico anual de 407 mm de lluvia): 30 kg/ha y 101 kg/ha, respectivamente en el primer año y 471 kg/ha y 1.151 kg/ha, respectivamente, en el segundo año. La cobertura vegetal también se diferenció: 35% en pastoreo continuo y 60% en pastoreo rotacional. Aunque los valores de proteína cruda de la masa forrajera entre sistemas de pastoreo no se diferenciaron, se detectaron diferencias entre épocas; con más proteína producida en el verano (12,1%) que en el invierno y primavera (5,3 y 4,3%, respectivamente) (Echavarría *et al.*, 2006)



Fotos: Ramón Gutiérrez Luna

**Área de pastoreo extensivo (a) y pastoreo rotacional controlado (b) del pastizal en Pánuco, Zacatecas, posterior a la recuperación con exclusión al pastoreo**



Foto: Ramón Gutiérrez Luna

**Control de cárcavas a través de pastoreo controlado**

### **Impacto en la comunidad y limitantes mayores**

La reacción de los productores a la exclusión del pastoreo, y a la posterior aplicación de un esquema rotacional de pastoreo, se diferenció entre productores participantes y no participantes en el proyecto. Los productores ganaderos participantes entendieron

los procesos de recuperación y el mantenimiento de productividad de la pradera de una manera objetiva y consideraron la necesidad de usar este esquema de manejo en toda el área comunal. Esta percepción y decisión contrastó con la de los productores de ganado que no participaron en el proyecto, quienes en diversas ocasiones intentaron violentar el acuerdo de la asamblea y usar el terreno excluido, argumentando tener iguales derechos de uso del área comunal. Se observó también que los productores más jóvenes percibieron una necesidad de usar sus recursos comunitarios de un modo más racional y sustentable en comparación con productores de edades mayores que en general son más cautelosos y conservadores. Estas discrepancias muestran la urgente necesidad de contar con elementos legales y normativas que acompañen a la puesta en práctica de las tecnologías. En ausencia de esos elementos que pueden permitir fijar un modo de manejo, existe el riesgo de una regresión hacia un uso continuo del pastizal.

Para una recuperación adecuada de pastizales degradados se requiere de un largo plazo – 2-5 años de recuperación, un hecho que limita la aplicación de la tecnología propuesta y otras con iguales objetivos. Los productores en general esperan respuestas inmediatas a sus problemas álgidos, en consecuencia la aplicación de este tipo de tecnologías hace implícita la necesidad de una intensa interacción con la comunidad para lograr su aceptación.

Estas tecnologías también requieren de inversiones sustantivas para contratar maquinaria, compra de semillas, compra de postes y alambre entre otros costos, que sólo pueden ser logradas con el concurso de programas nacionales de manejo de los recursos naturales. Por tanto es necesario promover la acción colectiva de la comunidad para lograr acceder a esos programas. La proyección de planes de desarrollo a largo plazo que incluyan como tema importante el manejo adecuado de los pastizales, con el apoyo de financiamientos adecuados, se vislumbra como la única salida para la concreción de la masificación de estas tecnologías.

Hasta el presente, la tecnología propuesta ha sido aplicada en aproximadamente 10.000 hectáreas dentro del programa gubernamental MIRZA. Si bien lo anterior representa un avance importante sus alcances son insignificantes en relación con la magnitud del problema a resolver en México.

## **Rehabilitación de Agostaderos Degradados Utilizando Franjas de Recuperación Sembradas con Especies Forrajeras**

### **Antecedentes**

En el estado de Zacatecas, el matorral mediano subinerme ocupa más de 300.000 ha. El sitio donde se aplicó la tecnología de esta sección, que incluye ese tipo de matorral, tiene una media de precipitación anual característica de una región semiárida

de 394,6 mm (promedio de 29 años). Como ocurre con la mayoría de estas áreas, los sistemas productivos pertenecen a productores de bajos recursos organizados en el sistema ejidal, donde es común la sobreexplotación de los agostaderos de tenencia comunal. Lo anterior determina la presencia de grandes áreas de suelo desnudo, alta compactación, baja infiltración, grandes escurrimientos y una fuerte erosión. Además existe baja presencia de especies herbáceas entre gramíneas y plantas de hoja ancha, las cuales tienen un rendimiento pobre en materia seca, con rendimientos que no exceden 2,0 g/m<sup>2</sup>.

Estudios realizados por el INIFAP en Zacatecas sugieren que es posible lograr la rehabilitación de matorrales del semidesierto, utilizando pastos adaptados al semiárido, por ejemplo pasto *buffel* (*Cenchrus ciliaris*) y banderilla (*Bouteloua curtipendula*), y obras de cosecha de agua que determinan una adecuada cubierta vegetal.

La tecnología que se describe resume las experiencias del INIFAP en relación con la recuperación de pastizales degradados utilizando franjas a nivel donde se siembran especies forrajeras, técnicas de cosecha de agua y la exclusión al pastoreo. Esta tecnología aporta prácticas promisorias y adecuadas para la recuperación de grandes superficies de matorrales de la zona norte-centro de México.

## Descripción de la aplicación

La tecnología descrita, desarrollada y usada en el estado de Zacatecas, sirve para la rehabilitación de matorrales medianos, incrementando su producción forrajera además de mejorar la salud del suelo. Partiendo de la premisa de mover la menor superficie posible en el pastizal, de no disturbar la condición natural de las áreas con riesgo de erosión a ser mejoradas y reducir costos (a 1,800 dólares americanos/ha), en 2003 se puso en práctica un sistema de siembra de pastos y rehabilitación en franjas (Rubio, 2005) en una superficie de 1.250 ha, en la unidad MIRZA Río Grande, Zacatecas. Se sembraron materiales sobresalientes de pasto banderilla en el talud de bordos a nivel, y se complementó con pasto *buffel* sembrado en franjas mediante la práctica del subsolado para favorecer la captura del escurrimiento superficial del agua de lluvia y aflojar el suelo. El pasto *buffel* utilizado consistía de un cultivar colectado por el INIFAP en Zacatecas, adaptado a condiciones de altura de hasta 2.000 msnm. En casos similares se recomienda usar semilla de pastos adaptados a las condiciones del semiárido y con aptitud forrajera sobresaliente o bien materiales nativos de la región con aptitud forrajera sobresaliente (p. ej. pasto banderilla). El área a rehabilitar debe ser cercada y excluida al apacentamiento por al menos dos años a fin de favorecer el establecimiento de las nuevas plantas forrajeras.

La construcción de los bordos a nivel, previo levantamiento topográfico, mejora el grado de humedad durante el establecimiento de los pastos sembrados. Los bordos (pequeños canales no profundos para retener o estancar aguas, con una elevación o



cresta en la parte donde el agua debe ser retenida) se construyen con una cuchilla frontal de maquinaria pesada, con una dimensión de 2,0 m de ancho y una altura a la cresta de 50 o 60 cm. La distancia entre bordos dependerá del grado de pendiente, p. ej. en pendientes pronunciadas los bordos se construyen más cercanos unos de otros.

Con un trazo a nivel y la construcción de bordos es posible captar escurrimientos superficiales de agua, que mejoran significativamente el grado de establecimiento de pastos como el *buffel* (Reyes y Ortega, 2003) y zacatón alcalino (Royo, 2003).

La siembra del pasto banderilla se hizo al voleo antes de inicio de la época de lluvias, sobre el talud interior de cada bordo que recibe el escurrimiento, procediéndose luego a cubrir ligeramente la semilla con rastrillos o ramas; la densidad de siembra fue de 15 kg/ha de semilla comercial de buena calidad. Previo a la siembra de pasto *buffel*, se realizó un subsolado en el terreno disponible entre bordos, mediante un arado de cinceles de tres picos y maquinaria pesada (tractor D-6), para romper la compactación del suelo. La siembra de esta semilla también se efectuó al voleo sin cubrir la semilla, sobre suelo recién removido obtenido al momento del subsolado. El sitio de siembra del pasto *buffel* correspondió a una franja de 6,0 m de ancho, la cual quedó ubicada 3,0 m aguas arriba del bordo, a nivel donde fue sembrado el pasto banderilla. La densidad de siembra del pasto *buffel* fue de 20 kg/ha de semilla de buena calidad.

Foto: Ramón Gutiérrez Luna



**Curva a nivel (bordo) para incrementar la retención de humedad y de suelo**



Fotos: Ramón Gutiérrez Luna

### **Bordos a nivel construidos para el establecimiento de pastos en franjas (en cosecha) en los pastizales de Zacatecas**

Con base en este arreglo del agostadero, las áreas ocupadas por la vegetación nativa (sin movimiento de suelo), pasto *buffel* y pasto banderilla representaron, respectivamente, 80%, 10% y 1,5%. El área removida para levantar el bordo y el área ocupada por él, representaron 5% y 3,5%, respectivamente. Toda la superficie a ser rehabilitada fue cercada y excluida al apacentamiento por el tiempo indicado anteriormente.

Las plantas arbustivas deseables presentes en el área, p. ej. *Atriplex canescens*, mostraban un desarrollo pobre debido a la presencia continua del ganado. Para lograr la recuperación de estos arbustos se construyeron pequeñas piletas o represas en forma de media luna hacia la parte baja de la pendiente en cada uno de los arbustos. Con represas pequeñas se lograron áreas de captación de escurrimientos que beneficiaron el desarrollo de los arbustos. La construcción de estas pequeñas piletas se llevó a cabo con mano de obra de la comunidad, a través de un programa de apoyo gubernamental conocido como Empleo Rural Temporal.

La toma de decisiones en las tierras comunales de México (ejidos) tiene lugar en asambleas generales que son coordinadas por una mesa directiva presidida por un comisariado o presidente. Las decisiones participativas para ejecutar acciones de mejora en los pastizales del ejido Río Grande fueron promovidas a través de tres grandes estrategias: capacitación a los productores involucrados, participación de las autoridades del sector agropecuario con políticas de apoyo económico y convencimiento de las autoridades del ejido. La aprobación de la ejecución de las distintas acciones se estableció en un acta de acuerdos firmada con fecha preestablecida de conclusión.

## **Resultados**

La aplicación de esta tecnología en las 1.250 hectáreas dedicadas a este propósito, coincidió con una precipitación 30% superior al promedio de lluvia de la región

Foto: Ramón Gutiérrez Luna



**Bordos media luna para captura del escurrimiento de la lluvia para establecimiento de arbustos**

Foto: Ramón Gutiérrez Luna



**Captura de escurrimiento superficial de agua, posterior a una lluvia con arbustos de *Atriplex canescens***

(400 mm/año). A 15 meses de la siembra de los pastos, se incrementó la producción de forraje en el área rehabilitada, en comparación con la obtenida en la vegetación de gramíneas nativas. Considerando sólo la proporción de la superficie sembrada con pasto *buffel* y banderilla (10% y 1,5% del área total, respectivamente,) el pasto *buffel* produjo 112 g/m<sup>2</sup> de forraje en base seca (llevado a peso constante en estufa de aire forzado) y el pasto banderilla 60 g/m<sup>2</sup> de forraje seco; mientras que la vegetación nativa, que desarrolló en 80% de la superficie, produjo sólo 2,0 g/m<sup>2</sup> de forraje seco (Rubio, 2005). La producción de forraje en base seca por hectárea se incrementó en 6,85 veces; de 20 kg/ha (vegetación nativa sin aplicación de tratamiento) a 137 kg/ha, un resultado sobresaliente dada la condición inicial del agostadero que demuestra la posibilidad de incrementar la base forrajera en corto plazo. Las plantas arbustivas tuvieron una recuperación importante, tanto en número de especies como en número de individuos. Es importante enfatizar que a los tres años de iniciada la rehabilitación reaparecieron especies anuales y perennes que habían desaparecido del pastizal.

Con cantidades adecuadas de precipitación y ausencia de sequía, la aplicación de la tecnología descrita garantiza un establecimiento deseable de los pastos *buffel* y banderilla, con lo cual es posible lograr una rehabilitación efectiva de matorrales medianos con degradación. La aplicación posterior de un programa de manejo racional del pastoreo, favorecerá el aumento de la cobertura y densidad de gramíneas nativas, gramíneas sembradas y arbustos forrajeros, como *Atriplex canescens*, una planta nativa de estos ecosistemas.

En otros reportes se ha logrado demostrar que la rehabilitación con gramíneas o pastos nativos y arbustivas (p. ej. nopal) reduce de manera efectiva la pérdida de suelo por erosión (Serna y Echavarría, 2002a) y mejora la retención de agua perdida por las escorrentías (Serna y Echavarría, 2002b). Se espera también que las áreas rehabilitadas puedan producir semilla de pastos y arbustos, para rehabilitar áreas vecinas dentro y fuera de los propios terrenos comunales.

### **Impacto en la comunidad y limitantes mayores**

De manera similar a las experiencias conseguidas con la tecnología de exclusión al pastoreo, las reacciones de los productores fueron encontradas. Los productores ganaderos que no participaron argumentaron ser afectados puesto que sus animales no podían acceder al pastizal comunal a pesar de estar empoderados con el derecho de uso. El gran impacto fue logrado con productores participantes porque lograron observar de manera objetiva una notable transformación de la capacidad productiva del área pastoril en muy corto plazo. Esta condición hace que esta tecnología se adecue a un escalamiento a mayor número de comunidades.



**Establecimiento de pastos banderilla (*Bouteloua curtipendula*)  
en franjas en pastizales degradados en el estado de de Zacatecas  
(nótese la presencia de arbustivas)**

Sin duda las inversiones requeridas para la aplicación de franjas y pastos en el agostadero son mayores que para la tecnología anterior aunque los retornos conseguidos en menor tiempo pueden compensar por esa diferencia y conferir una condición más atractiva en las esferas de los programas de Gobierno que apoyan acciones de este tipo, proclives hacia respuestas de corto plazo. La acción comunitaria para acceder a estos programas es importante pero será aún más importante contar con una política de Estado de plazo largo, y políticas y normativas, que permitan viabilizar los objetivos de rehabilitar los agostaderos y manejarlos de acuerdo con su capacidad productiva.

Esta tecnología está siendo aplicada por productores ejidatarios en al menos dos distritos de desarrollo agropecuario del estado de Zacatecas (Río Grande y Zacatecas respectivamente). Las áreas mejoradas que involucran 10.000 ha, están siendo usadas para producir ganado bovino, caprino y ovino. En estos proyectos los productores participan de manera directa en la aplicación de tratamientos, dan seguimiento a las recomendaciones técnicas, y toman la decisión, con base en la información y respuesta de los recursos naturales, de cuando vender su ganado y de la carga animal para el pastoreo de sus pastizales.

## Conclusiones

Las experiencias descritas muestran alternativas viables para iniciar un proceso de mejoramiento de la vegetación nativa que es utilizada con un carácter comunal. Sin duda estas experiencias pueden tener un impacto positivo y directo en sistemas de producción con mayores recursos y que posean praderas nativas integradas en la tenencia de la propiedad. Sin embargo, la crisis de los agostaderos ocurre en los sistemas comunales puesto que las organizaciones internas de la comunidad han sido rebasadas por la disparidad de tenencia de animales y orientaciones de producción, desde los productores que migraron aún dueños de su parcela y por tanto con derechos de acceso al uso comunal de tierras, pasando por aquellos productores que no tienen ganado y sólo cultivan su parcela, a los que cuentan con un sistema mixto y unos pocos animales, para concluir con aquellos que poseen ganado en proporciones mayores al promedio de la comunidad. Esta disparidad en ausencia de una normativa de uso racional, genera un uso caótico de las áreas comunales con cargas animales excesivas que causan sobrepastoreo. La consigna de que *la tierra comunal es de todos* es aplicada sin argumentaciones sin que en ningún caso se aporte por la consigna complementaria de que *la tierra comunal debe ser usada en equilibrio y de acuerdo con su productividad*. Es decir, el acceso a las áreas comunes es un derecho pero sin existir una obligación para su conservación y manejo.

La solución a la regulación de la carga animal del agostadero y el uso eficiente de este último deja de ser un problema estrictamente técnico, tiene una naturaleza intrínsecamente social y debe ser parte de una política de Estado debido a la alarmante degradación de éstas áreas en todo el país. El Estado ha desplegado inversiones pero estas no han sido suficientes para revertir los procesos de degradación. La subvención del Estado mostrando una faceta de pago de servicios ambientales, como un incentivo, puede ser un camino de solución al problema. Es evidente que el trabajo participativo con la comunidad y otros actores del entorno productivo es fundamental para lograr acuerdos de uso y establecer una normativa aunque ésta sea temporal. Pero se ha visto que estos acuerdos son frágiles por cuanto pueden ser impugnados por otros productores con iguales derechos de uso del agostadero, lo cual puede determinar el colapso de acuerdos y de acciones en proceso. Por consiguiente, hay una necesidad de políticas y legislación adecuadas que permitan establecer la normativa necesaria en tanto muestren incentivos a los productores que se adhieran a ellas.

Es necesario que las organizaciones de investigación se integren a los equipos de decisión de políticas y del desarrollo, a todos los niveles, para proponer la normativa más adecuada retornando a la comunidad para consultas cuando sea preciso. Pero además, las zonas áridas y semiáridas del país necesitan una reactivación económica. Las tecnologías descritas pueden ayudar a ello de manera que los productores produzcan productos de alta demanda por el consumidor, de manera competitiva y a un menor costo. Esto implicará que las políticas y el desarrollo deben garantizar que la

adherencia a medidas de manejo conservativo de los recursos naturales será reflejada en mayores ingresos para el productor. Dentro de este contexto, es también importante la promoción de la valía de los recursos del pastizal incluyendo las especies y animales que allí se producen. Las experiencias de Viboritas en Guadalupe, Zacatecas y otras han mostrado además que es necesario enfocar en los productores jóvenes de las comunidades, por el interés que ellos van mostrando en el tema del manejo racional de los agostaderos.

Existen otros factores que pueden afectar el proceso de adopción o uso definitivo de la innovación tecnológica por parte de los productores, siendo los más relevantes la falta de una cultura en torno a los recursos naturales y un sentido equivocado de pertenencia de la propiedad comunal. Estos dos factores deben ser encarados en las intervenciones que promueven la educación de la comunidad, la acción colectiva y la participación. Por el momento las mejores perspectivas productivas y posibilidades de mercado no parecen tener una influencia relevante en la toma de decisiones de los productores con respecto a su participación. En este contexto la promesa por parte de los programas gubernamentales de proveerles de mejoras en sus unidades de producción, a través de la mejora genética del ganado y de su infraestructura productiva, parecen pesar más en esta decisión. Estas limitantes destacan la necesidad de un trabajo intenso y paciente con la comunidad.

## Literatura Citada

Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA). 1980. Determinación de coeficientes de agostadero para Zacatecas y Aguascalientes. SARH-Subsecretaría de Ganadería. (mapa)

Echavarría Ch., F.G., G. Medina, R. Gutiérrez L. y A. Serna P. 2004. Identificación de áreas susceptibles de reconversión de suelos agrícolas hacia agostadero y su conservación en el Ejido Pánuco, Zacatecas, México. *Técnica Pecuaria en México* 42(1): 39-53.

Echavarría Ch., F.G., R. Gutiérrez L., R.I. Ledesma R., R. Bañuelos V., J.I. Aguilera S. y A. Serna. P. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano: I Vegetación nativa. *Técnica Pecuaria en México* 44(2): 203-217.

Espinoza C., J.M., J.L. Ramos G. y L.H. Maciel P. 2000. Recuperación de agostaderos en Aguascalientes. Folleto Técnico 15, Campo Experimental Pabellón, Aguascalientes, Centro de Investigación Regional Norte Centro (CIRNOC)- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Aguas Calientes, México. 13 pp.

Gutiérrez L., R., F.G. Echavarría Ch., H. Salinas G., M.D. Amador R., M de J. Flores N. y M.A. Flores O. 2006. Producción caprina bajo pastoreo rotacional diferido y continuo. Folleto Científico Núm. 9, Campo Experimental Zacatecas, Centro de Investigación Regional Norte Centro (CIRNOC)- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Zacatecas, México. 37 pp.

ICARDA. 2009. Strengthening Institutional Capacity to Improve Marketing of Small Ruminant Products and Income Generation in Dry Areas of Latin America. Final Project Report 2003-2008. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Syria. 101 pp.

Martínez, A.C., T.G. Moreno, J.E.J Reyes, A.M. Loaiza y O.V. Palacios. 2003. Conservación de suelo y agua con el establecimiento de praderas, sorgo y leguminosas en el sur de Sinaloa. Folleto Técnico No. 3, Campo

- Experimental Sur de Sinaloa, Centro de Investigación Noroeste (CIRNOROESTE), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Sinaloa, México. 29 pp.
- Reyes Ch., J. y S. Ortega R. 2003. Siembra de zacate buffel. Ficha Tecnológica. Innovaciones tecnológicas, productos y servicios del Centro de Investigación Norte Centro (CIRNOC). Campo Experimental la Laguna, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Coahuila, México. 10 pp.
- Royo, M. 2003. Pozas para trasplante de zacatón alcalino. Ficha Tecnológica. Innovaciones tecnológicas, productos y servicios del Centro de Investigación Norte Centro (CIRNOC). Campo Experimental La Campana, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Chihuahua, México. 9 pp.
- Rubio A., F. 2005. Rehabilitación de matorrales subinermes mediante siembra de pastos buffel y bandera. Ficha Tecnológica. Campo Experimental Zacatecas, Centro de Investigación Norte Centro (CIRNOC), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Zacatecas, México. 2 pp.
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario del estado de Zacatecas (SEDAGRO). 2004. Plan Ganadero del estado de Zacatecas. 114 pp.
- Serna, P. A. y F. Echavarría Ch. 2002a. Caracterización hidrológica en un agostadero comunal excluido al pastoreo en Zacatecas, México. I Pérdidas de suelo. *Técnica Pecuaria en México* 40(1): 37-53.
- Serna, P. A. y F. Echavarría Ch. 2002b. Caracterización hidrológica en un agostadero comunal excluido al pastoreo en Zacatecas, México. II Pérdidas de agua por escorrentía. *Técnica Pecuaria en México* 40(1): 55-69.
- Serna, P.A., F.A. Rubio A. y F.G. Echavarría Ch. 2004. Áreas de exclusión: una opción para la rehabilitación y conservación de los pastizales. Folleto para productores No. 27, Campo Experimental Zacatecas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Zacatecas, México. 13 pp.
- USDA-NRSC. 1999. Soil Taxonomy A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. 2nd Edition. Agriculture Handbook. No. 436. 871 pp.
- Wood, M.K. and W.H. Blackburn. 1984. Vegetation and soil responses to cattle grazing systems in the Texas Rolling Plains. *Journal of Range Management* 37(4): 303-308.





# Capítulo 14

## Producción y Utilización de Forrajeras Convencionales Cultivadas en el Semiárido Brasileño

Ana Clara Rodrigues Cavalcante

*Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa),  
Embrapa Caprinos y Ovinos, Sobral, Ceará, Brazil*

### Introducción

El prolongado periodo de sequía en las zonas semiáridas de Brasil, con una duración mayor a ocho meses, hace que el cultivo estratégico de forrajeras en la época de lluvias sea fundamental para la sostenibilidad de la producción animal. Con este fin, se cultivan varios tipos de forrajeras: forrajeras temporales cultivadas sólo en la época de lluvias, en general utilizadas como reserva estratégica para la época seca, y forrajeras perennes que tienen como principal característica su resistencia a la sequía.

De acuerdo con los datos del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE, 2006), más de 210.000 ha en la región nordeste de Brasil están cultivadas con forrajeras exóticas, de las cuales el cactus (palma forrajera) es la especie más cultivada (Tabla 1).

**Tabla 1. Productividad de las principales especies forrajeras cultivadas en el nordeste brasileño.**

Forrajera	Producción total (ton) <sup>(1)</sup>	Área cosechada (ha)	Productividad (ton MS/ha año) <sup>(2)</sup>
<i>Perennes</i>			
Pasto elefante ( <i>Pennisetum purpureum</i> )	1.278.281	64.631,44	19,78
Otras forrajeras <sup>(3)</sup>	252.188	14.174,37	17,79
Cactus <sup>(4)</sup> ( <i>Opuntia ficus indica</i> )	1.859.145	113.385,47	16,40
<i>Temporales</i>			
Maíz forrajero ( <i>Zea mays</i> )	212.019	18.736,85	11,32
Sorgo forrajero ( <i>Sorghum bicolor</i> )	58.583	5.255,64	11,15
Total (temporales y perennes)	3.660.216	216.183,77	16,93

Fuente: IBGE (2006).

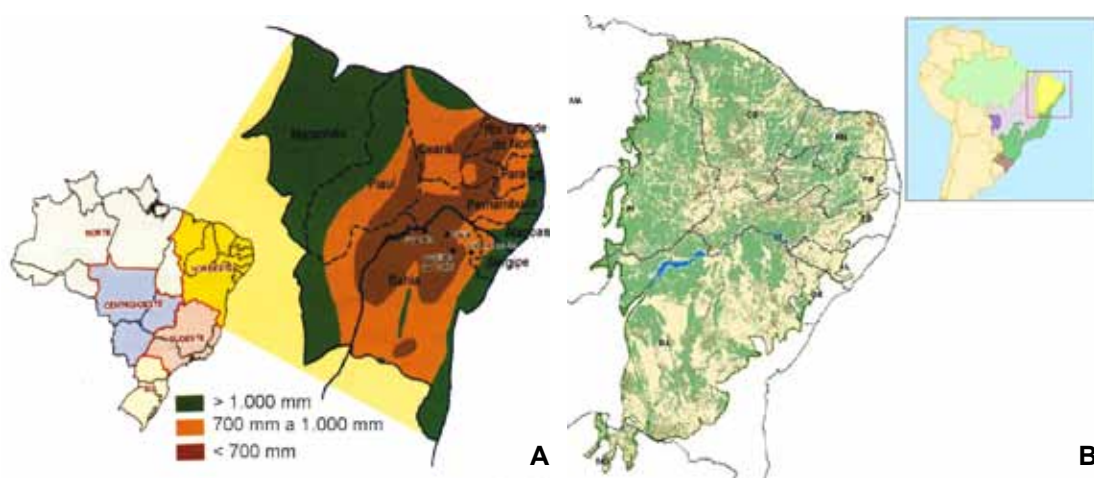
Notas: <sup>(1)</sup>Valores expresados en materia fresca; <sup>(2)</sup>Toneladas de materia seca por hectárea por año; <sup>(3)</sup>En particular pasto *buffel*, *Andropogon* y leguminosas. <sup>(4)</sup>Planta conocida en Brasil con el nombre de palma forrajera.

Todas estas especies son cultivadas para complementar el pastoreo de los rebaños bovinos, caprinos y ovinos que se crían en las 82 millones de hectáreas de la Caatinga, la vegetación nativa típica del nordeste de Brasil, cuya productividad media —2 ton MS forrajera/ha/año— es insuficiente para alimentar el rebaño de la región (Araújo Filho y Carvalho, 1995).

La distribución de las forrajeras perennes a lo largo de los 900.000 km<sup>2</sup> del semiárido brasileño está asociada con el principal factor limitante para el establecimiento de pastos en esta región: la baja precipitación pluvial en las zonas fisiográficas del nordeste brasileño (Figura 1)

Las forrajeras de mayor productividad están localizadas en las zonas de la Figura 1a, donde hay mayor precipitación (áreas verdes), mientras que las forrajeras más adaptadas a la sequía tienden a concentrarse en las áreas de color marrón claro, las cuales coinciden con las áreas más secas de la Caatinga (Figura 1b).

Los productores cultivan especies vegetales para la alimentación humana en la época de lluvias, enfatizando menos en el cultivo de forrajeras que tienen un rol secundario. En estas condiciones de subordinación a los cultivos agrícolas, sólo las plantas más tolerantes a la sequía, que no necesariamente son las de mayor rendimiento, tienen probabilidades de sobrevivir las sequías prolongadas, comunes en la zona. Este ha sido uno de los factores determinantes para la expansión de las áreas cultivadas con opuntia (palma forrajera), en particular en zonas con una precipitación menor de 300 mm en los estados de Río Grande do Norte, Paraíba y Pernambuco (Figura 1a), donde la opuntia encuentra condiciones climáticas y fisiográficas ideales para su desarrollo.



**Figura 1. (a) Precipitación anual en el nordeste brasileño (Caritas Brasileira, 2001). (b) Distribución de las áreas de la Caatinga en el semiárido brasileño (IBGE, 2004).**

En zonas de mayor precipitación, con aproximadamente 700 mm, es común el cultivo de otras forrajes, gran parte de ellas gramíneas, las cuales, por su fisiología, presentan altas tasas de crecimiento y producción de biomasa. Entre ellas, se puede citar al pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), que la mayoría de las veces es irrigado durante la época seca. También en estas áreas, se han introducido recientemente gramíneas del género *Panicum* (p. ej. los pastos Tanzania y Mombasa), las cuales tienen características de alta productividad y adaptación al manejo rotacional de pasturas.

## Forrajes Convencionales para Pastoreo en Zonas Semiáridas

En esta categoría se incluyen especies adaptadas a la escasez de agua y especies de alta producción en regadío para lugares donde existe disponibilidad de agua de riego.

Entre las especies adaptadas a la escasez de agua, se destacan: pasto Andropogon (*Andropogon gayanus*), pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*), pasto Corriente (*Urochloa mosambicensis*) y Grama – un tipo de pasto Bermuda (*Cynodon dactylon* CV. *Aridus* var. *Callie*). Algunas de las principales características de estas especies se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2. Características de producción y de calidad de las principales gramíneas adaptadas a regiones semiáridas.**

Especie Forrajera	Tolerancia a suelos pobres	MS ton/ha/año	Proteína cruda (%)	DIVMS (%)	Capacidad de carga UA/ha
Andropogon ( <i>Andropogon gayanus</i> )	Alta	12-15	6-9	58	1,5-2,0
Buffel ( <i>Cenchrus ciliaris</i> )	Alta	5-12	7-10	50	1,0-1,5
Rhodes ( <i>Chloris gayana</i> )	Media	6-15	6-10	55	1,0-1,5
Corriente ( <i>Urochloa mosambicensis</i> )	Media	8-12	10-14	55	1,0-1,2
Gramma ( <i>Cynodon dactylon</i> )	Media	8-12	9-14	42	1,5-2,0

Fuentes: adaptado de Cavalcante *et al.* (2005); Souza (2005).

Notas: MS = Materia Seca; DIVMS = digestibilidad in vitro de la materia seca; UA = Unidad animal, cada una equivalente a 450 kg de peso vivo.

### Pasto buffel

El pasto buffel es el más importante si se toma en cuenta su área cultivada en la región nordeste de Brasil y el conocimiento de su cultivo y producción por los productores. Esta gramínea polimórfica de estación caliente crece de forma

Foto: Ana Clara Rodrigues Cavalcante



### Pasto buffel en floración

natural desde el África a la India. Fue introducida en diversas regiones tropicales y subtropicales del mundo por sus características de resistencia a la sequía en función de su rápida germinación y establecimiento, precocidad en la producción de semillas y capacidad de entrar en latencia durante los períodos críticos de escasez de agua. En Brasil, esta especie se introdujo en São Paulo, sin embargo, su mayor contribución como recurso forrajero ha sido en la formación de pasturas en las regiones semiáridas del país (Araújo Filho, 1988).

Varios cultivares fueron evaluados en las condiciones del semiárido brasileño; por ejemplo cultivares de porte alto (*Biloela*, *Molopo*, *Numbank*), de porte mediano (*Americano*, *CAP TSA 7754* y *Aridus*), y de porte bajo (*West Australia*). Estudios realizados por investigadores de Embrapa Semiárido utilizando algunos de estos cultivares/accesiones demostraron que, a pesar de las diferencias morfológicas, su productividad y capacidad de carga fueron similares (Tabla 3), lo cual permite el uso de más de un cultivar en las condiciones del semiárido brasileño. Sin embargo, las restricciones en disponibilidad y calidad de semilla limitaron su dispersión. La limitada dispersión de algunos cultivares también tuvo que ver con su aceptabilidad por los caprinos y ovinos.

En la década de 1980 Embrapa Caprinos promocionó el cultivar *Aridus* con material proveniente de Kenia. Este cultivar de porte medio, puede alcanzar hasta 1,2 m de altura, es resistente a la sequía y aceptable por los ovinos y caprinos con un índice

**Tabla 3. Características morfológicas y productivas de cuatro variedades de pasto *buffel*.**

Cultivares/accesiones	Características morfológicas		
	Altura (cm)	Color del tallo	Color de la semilla
<i>Biloela</i>	97	Verde	Paja
<i>Molopo</i>	106	Verde	Paja
<i>Numbank</i>	108	Verde	Paja
Accesión CPATSA 7754	88	Morado	Morado
Cultivares/accesiones	Características productivas <sup>(1)</sup>		
	Disponibilidad de forraje a la floración (kg MS)	Ganancia de peso de bovinos (kg/ha/año)	Capacidad de carga (UA/ha)
<i>Biloela</i>	2.331	309	1,5
<i>Molopo</i>	2.733	298	1,6
<i>Numbank</i>	3.358	246	1,5
Accesión CPATSA 7754	3.889	226	1,4

Fuente: Oliveira *et al.* (1998).

Notas: MS = materia seca; UA = Unidad animal, cada una equivalente a 450 kg de peso vivo.

<sup>(1)</sup> Media obtenida en cuatro años de evaluación.

de utilización de 76%, sin embargo, la digestibilidad *in vitro* de la materia seca es baja (43,5%) como en el caso de otros cultivares (Araújo Filho, 1988).

La plantación de pasto *buffel* para la formación de pasturas debe ser realizada de preferencia en suelos livianos y profundos, debiendo evitarse suelos encharcados, siguiendo una siembra en surcos, huecos o al voleo. La siembra debe ser hecha con semillas cosechadas por lo menos 6 meses antes, pues ese es el período de latencia (Oliveira, 1993). Para resolver el problema de latencia prolongada se probaron diferentes métodos, entre los cuales la escarificación de semillas, 168 días después de la cosecha, fue el procedimiento más eficiente (dando lugar a 60% de germinación). La cantidad de semilla utilizada en la siembra puede variar entre 5 y 10 kg/ha, siendo importante que la semilla tenga al menos 30% de valor cultural (producto aritmético entre el porcentaje de pureza y el porcentaje de germinación). Si el método de siembra es al voleo, utilizar 10 kg/ha.

El espaciamiento puede variar de 0,50 a 1,00 m entre hoyos, dejándose en promedio 20 semillas por hueco. En la siembra en surcos, éstos pueden tener distancias de 0,50 m a 1,00 m entre ellos, sembrándose en promedio 70 semillas por metro lineal. Para aumentar la eficiencia, es importante cubrir ligeramente las semillas, así se evitan pérdidas debidas a los pájaros y al viento (Oliveira, 1993).

El manejo correcto de las áreas de pastoreo debe respetar la capacidad de carga evitando que ésta sea sobrepasada. Con una intensidad de utilización que no supere 70%, independientemente de que el método de pastoreo sea rotacional o continuo, se evita sobrepasar la capacidad de carga y que el pasto se degrade.

Fotos: Ana Clara Rodrigues Cavalcante



**Una guía para el manejo de *Panicum maximum*; 0% de utilización (a), 50% de utilización (b) y 75% de utilización (c)**

## Otras forrajeras para pastoreo

El agua es el principal factor limitante de la producción en la mayor parte de la región semiárida, sin embargo es posible establecer pequeñas áreas de regadío con alto potencial de producción en las márgenes de ríos con caudal durante todo el año; y utilizando aguadas, reservorios y pozos de alto caudal, posibilitando la introducción de otras especies forrajeras menos adaptadas a las condiciones semiáridas pero mucho más productivas (Cavalcante *et al.*, 2005). Es obvio que la utilización de agua de riego debe en estos casos seguir normas conservativas y conceptos de productividad de agua (Molden *et al.*, 2010). Entre las plantas adecuadas para estas condiciones, se destacan las gramíneas del género *Panicum*, tales como Tanzania, *Massai* y *Mombasa*; también

las gramíneas del género *Cynodon*, como los pastos *Tifton* y *Coast Cross*. La Tabla 4 proporciona información relativa a estas gramíneas.

En general, las semillas de las forrajeras del género *Panicum* tienen buena calidad y son disponibles al ser producidas por grandes empresas que las distribuyen en todo el país. Las gramíneas del género *Cynodon* son de más difícil multiplicación al propagarse vegetativamente.

El recuadro describe una experiencia conducida con productores del semiárido brasileño utilizando gramíneas forrajeras.

**Tabla 4. Características de forrajeras irrigadas para pastoreo de caprinos y ovinos.**

Especie Forrajera	MS ton/ha/año	Proteína cruda (%)	DIVMS (%)	Capacidad de carga UA/ha/año
<i>Tifton (Cynodon dactylon)</i>	10-22	12-16	64	5-7
Tanzania ( <i>Panicum maximum</i> )	20-26	12-16	65	6-8
Mombasa ( <i>Panicum maximum</i> )	20-28	12-16	65	6-8
Massai ( <i>Panicum maximum</i> )	12-22	8-12	60	5-7
Aruana ( <i>Panicum maximum</i> )	18-21	8-14	70	5-7
Aries ( <i>Panicum maximum</i> )	18-20	10-15	70	5-7
<i>Pennisetum purpureum</i>	8-18	7-12	60	6-8

Fuente: Aguiar (1997).

Notas: MS = Materia seca; DIVMS = digestibilidad in vitro de la materia seca; UA = Unidad animal, cada una equivalente a 450 kg de peso vivo.

## Forrajeras Convencionales para Corte en Áreas Semiáridas

Este tipo de forrajeras es utilizado en un gran número de sistemas de producción durante la época seca. Existen forrajeras en esta categoría que son manejadas en condiciones de secano y también con riego.

### La palma forrajera

La palma forrajera, una forrajera incluyendo especies pertenecientes a los géneros *Opuntia* y *Nopalea*, constituye el principal cultivo de secano para usarlo en alimentación estratégica en la época seca. Por su uso generalizado esta planta es considerada en Brasil como una forrajera convencional en contraste con otros países en los que su condición de cultivo no generalizado la califica más bien como una forrajera no convencional. Existen varias versiones de cómo esta planta fue introducida al Brasil; sin embargo, los primeros registros de su uso como forraje son recientes y



proviene de la tercera década del siglo XX. Las principales áreas de cultivo incluyen el Cariri de Paraíba, y las regiones Agreste y Serrato de Halagaos. También se cultiva, aunque en menor proporción, en las zonas serranas y de Caatinga alta de Ceará y en el estado de Río Grande do Norte.

En la Tabla 5 se pueden observar las principales características de los tres tipos de palma forrajera más cultivados en la región semiárida brasileña.

Las condiciones ambientales para establecer la palma forrajera en el semiárido brasileño incluyen: temperaturas entre 18 y 38°C, humedad relativa entre 55 y 70% (tales condiciones son encontradas en regiones donde la altitud sobrepasa los 400 msnm), precipitación pluvial entre 400 y 800 mm bien distribuidos y topografía levemente ondulada. Estas plantas necesitan suelos bien drenados, de buena fertilidad y que no tengan problemas de salinidad (Farias *et al.*, 2005).

La preparación del área de plantío debe ser hecha en la época seca. Es fundamental plantar mudas (plántulas almacigadas) sanas y de tipos resistentes a las principales enfermedades. El espaciamiento es clave para la productividad de esta especie. El aumento gradual de la densidad, de 6.300 a 36.300 plantas/ha con fertilización adecuada, resultó en un aumento significativo de la producción de biomasa: 20 ton MS/ha/año (Menezes *et al.*, 2005). Sin embargo, se necesita evaluar si la fertilización es económicamente viable. En la Tabla 6 se presentan resultados del efecto de fertilización en la productividad y el impacto de esta práctica en el costo de producción de la materia seca.

**Tabla 5. Principales características de los tipos de palma forrajera cultivados en el semiárido brasileño.**

Característica	Palma Gigante ( <i>Opuntia ficus indica</i> )	Palma Redonda ( <i>Opuntia ficus indica</i> )	Palma Menuda ( <i>Nopalea cochenillifera</i> )
Porte	Arbustivo	Arbustivo	Arbustivo
Hábito de crecimiento	Semierecto	Semierecto	Erecto
Forma de la hoja	Elíptica	Circular	Ovoide
Tamaño de la hoja	Grande	Grande	Pequeña
Tonalidad de color	Verde ceniza	Verde ceniza	Verde oscura
Tolerancia a cochinilla	Alta	Alta	Baja
Tolerancia a la podredumbre negra <sup>(1)</sup>	Baja	Baja	Baja
Productividad (ton MV/ha año)	100-133	76-158	44-111
Productividad (ton MS/ha año)	15	20	17
Materia seca (%)	11,8	14,7	12,5
Proteína cruda (%)	5,02	5,14	3,34

Fuentes: Adaptado de Valadares Filho *et al.* (2006); Santos *et al.* (2005a).

Notas: MV = Materia verde; MS = Materias seca.

<sup>(1)</sup>Podredumbre causada por *Strionremadiplodia frumentii*.

### Observaciones hechas por agricultores investigadores en la evaluación de forrajeras exóticas para uso en pastoreo en Quixadá, Ceará, Brasil



Foto: Ana Clara Rodrigues Cavalcante

Durante la ejecución de un proyecto de investigación adaptativa y participativa, en asociación con ICARDA con financiamiento del FIDA, agricultores-experimentadores de la comunidad de Boa Vista localizada en Quixadá, Ceará, evaluaron forrajeras adaptadas a la sequía y de producción con riego (ICARDA, 2009). Los productores seleccionaron los pastos más promisorios con base en discusiones técnicas en las que se contrastaron sus propios criterios con los de investigadores de Embrapa Caprinos y Ovinos. Las conclusiones de los productores al estudiar las gramíneas *Andropogon* y *buffel* (adaptadas a la sequía) y braquiaria (*Brachiaria brizantha*), Tanzania y Massai (*Panicum maximum*; ambas forrajeras para zonas con riego) fueron:

- 1) Las semillas de gramíneas adaptadas al semiárido tienen baja calidad, en especial las semillas del pasto *buffel*, lo cual determina una necesidad de establecer bancos de semillas de forrajeras donde se pueda trabajar en mejorar la calidad de la semilla.
- 2) El pasto *Andropogon* tiene potencial productivo pero además produce gran cantidad de tallo. El manejo de este pasto debe ser rotacional, con períodos cortos de descanso (21 días) para evitar acumulación de tallos y aprovechar la mejor calidad.
- 3) Los pastos Massai, Tanzania y braquiaria producen forraje con alta relación hoja:tallo, y por tanto son opciones para ser usados de forma diferida en áreas cercadas, en condiciones de secano, como fuente de producción de fibra. En tales condiciones es necesaria una leve suplementación proteica, p. ej. con heno de leguminosas arbustivas. Además aportan una mayor eficiencia en planes de terminación de corderos en un sistema rotacional irrigado, cuyas ganancias de peso se adecuan para producir lotes de animales homogéneos con alta demanda en el mercado.

Los resultados resumidos en la Tabla 6 muestran que el efecto de la fertilización en aumentar la producción es mínimo en la condición de menor densidad de plantas/ha, y que este efecto sólo se manifiesta con alguna diferencia en altas densidades.

**Tabla 6. Productividad y costo con fertilización de palma forrajera en condiciones de Agreste en Brasil.**

Niveles de fertilización (kg N/ha) <sup>(1)</sup>	<i>Opuntia ficus indica</i>		<i>Nopalea cochenillifera</i>	
	5.000 (pl/ha)	40.000 (pl/ha)	5.000 (pl/ha)	40.000 (pl/ha)
Productividad (ton MS/ha)				
0	7,9	12,8	7,9	13,3
150	9,0	16,5	7,6	16,1
300	8,7	17,0	6,9	17,3
450	8,9	17,4	6,3	17,3
600	8,4	22,7	7,1	20,2
Costo de la fertilización (en R\$) para obtener la productividad anterior				
0	0	0	0	0
150	164,58	145,45	194,90	154,89
300	387,93	363,97	413,04	348,99
450	549,86	549,57	616,07	562,50
600	794,64	574,89	665,49	642,33

Fuente: Dubeux Jr. y Santos (2005).

Nota: <sup>(1)</sup> Para efectos de cálculo, se utilizó urea como fertilizante (48 %N), el costo de un kg de este compuesto es R\$ 0,60 (2005: 1US\$ = 0.26 Real Brasileño).

Aunque se requieren estudios adicionales de fertilización para la sostenibilidad de la producción, se recomienda el uso de la fertilización nitrogenada con altas densidades de planta si los retornos de la producción animal compensan la inversión en fertilizante. Es conveniente recordar, comparativamente, que con niveles bastante menores (50 a 200 kg N/ha), es posible obtener similar productividad en gramíneas tropicales (22 ton MS/ha año) (Valentim *et al.*, 2001).

En las regiones semiáridas, con limitaciones de disponibilidad de agua inclusive para consumo humano, la palma forrajera contribuye a reducir la necesidad de almacenamiento de agua para los animales debido a su alto contenido de humedad: una hectárea de palma forrajera puede proveer hasta 90.000 litros de agua (Santos *et al.*, 1996).

## Pasto elefante, una opción para producción con riego

En lo que respecta a forrajeras irrigadas para corte, el pasto elefante se presenta como la principal opción utilizada por los productores. Las ventajas de su uso son: alta respuesta productiva al riego y a la fertilización, alta producción de masa verde, facilidad de manejo en un sistema rotacional de uso de pasto, posibilidad de conservación como heno o ensilaje y elevada aceptabilidad por rumiantes bovinos, ovinos y caprinos. En lo referente a valor nutritivo, el pasto elefante se parece a las demás gramíneas tropicales, con pequeñas diferencias entre cultivares (Tabla 7).

**Tabla 7. Composición química de cultivares de pasto elefante con alrededor de 60 días de edad.**

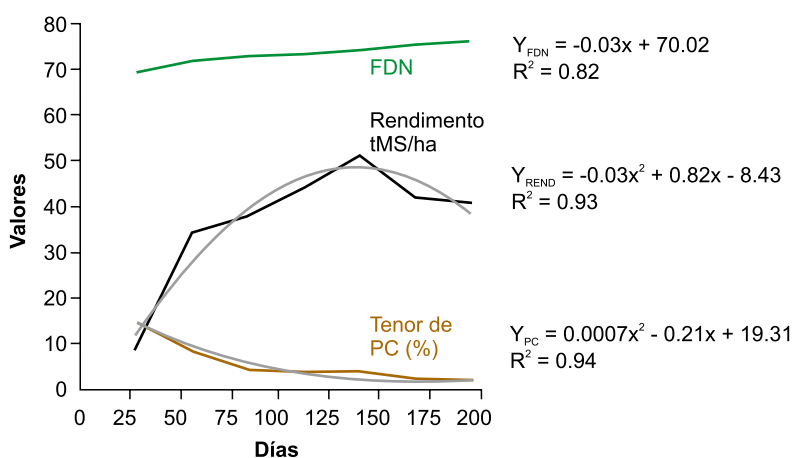
Nutriente (%)	Cultivares de Pasto elefante				
	Camerún	Enano	Pastoreo	<i>Napier</i>	Rojo
Materia seca (MS)	13,5	18,6	16,0	21,9	23,2
Minerales	11,5	9,7	11,2	9,5	8,1
Proteína cruda	7,8	7,0	8,4	10,6	8,9
Fibra neutro detergente (FDN)	67,7	68,3	66,0	60,0	75,8
Lignina	6,4	nd	3,7	6,8	9,6
Nutrientes digestibles totales (NDT)	58,5	50,2	60,2	52,2	nd
Digestibilidad <i>in vitro</i> de la MS	63,7	68,8	68,8	64,3	nd

Fuente: Valadares Filho *et al.* (2006).

Nota: nd = no disponible.

El cultivar *Napier* resultó contar con un mejor valor nutritivo para la alimentación de rumiantes que los demás cultivares. Este pasto es además el más utilizado en la región semiárida de Brasil. Por esta razón la discusión que procede se centra en este cultivar.

Se ha observado que el proceso de maduración del pasto elefante está conectado con una relación inversamente proporcional entre la calidad del forraje y el rendimiento (Figura 2). A medida que aumenta la edad, los contenidos de fibra detergente neutro aumentan de forma lineal, mientras que los contenidos de proteína cruda despliegan un descenso gradual, tendiendo a la estabilidad al final de la maduración. Con fines de manejo la variable clave de ser tomada en cuenta es el rendimiento, el cual exhibe un comportamiento cuadrático con la edad, existiendo un punto a partir del cual el aumento en edad no representa un aumento en rendimiento. Por tanto es importante encontrar un punto de equilibrio que procure optimizar la productividad sin sacrificar la calidad del pasto.



**Figura 2. Relación entre la edad de la planta, nivel de proteína cruda, fibra y rendimiento de pasto elefante cv. Napier.**

Fuentes: Adaptado de Mozzer (1993) y Valadares Filho *et al.* (2006).

Notas: PC = Proteína cruda; MV = Materia verde; FDN = Fibra detergente neutro.

$Y_{\text{FDN}}$  = Ecuación de regresión de la fibra.

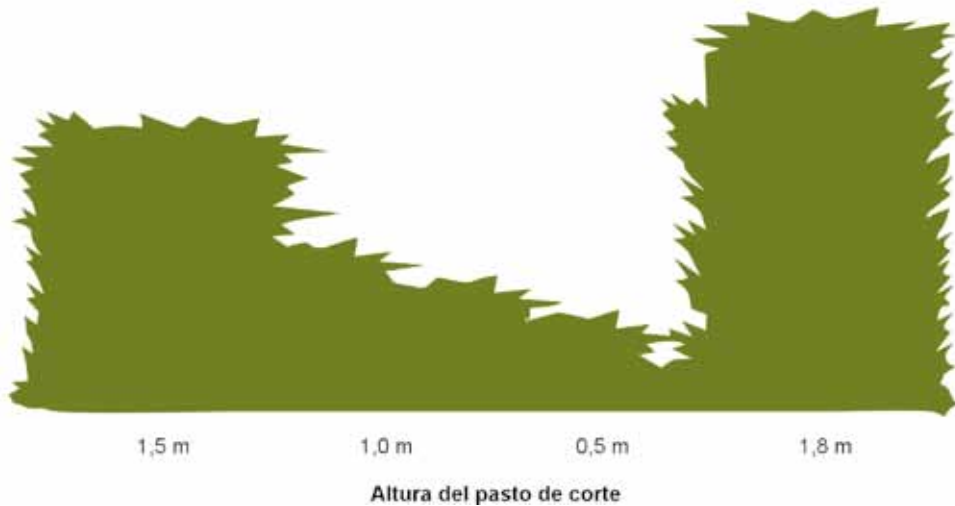
$y_{\text{Rend}}$  = Ecuación de regresión del rendimiento.

$y_{\text{PC}}$  = Ecuación de regresión de la proteína cruda.

El uso de herramientas como la morfogénesis ha tratado de establecer reglas de manejo basadas en la tasa de brote y senescencia de las hojas, ya que ese es el ciclo que determina la acumulación de biomasa en el dosel (Gomide, 1997). Para el pasto elefante, el manejo fisiológico determina que el corte sea efectuado cuando el pasto presenta en promedio ocho hojas completamente expandidas por macollo. El tiempo medio para el brote de una hoja es de siete días (Andrade, 2001), una condición que en el semiárido brasileño se cumple si los intervalos de corte son de aproximadamente 70 días. En esas condiciones, el pasto presenta niveles de proteína cruda de aproximadamente 8% y una productividad de 24 ton de materia verde/ha (según la ecuación de regresión de la Figura 2). Por esto, para que el productor pueda disponer cada día de un pasto con esas características, debe dividir su área con pasto de corte en fajas, de manera que haya pasto de diferentes edades (Figura 3).

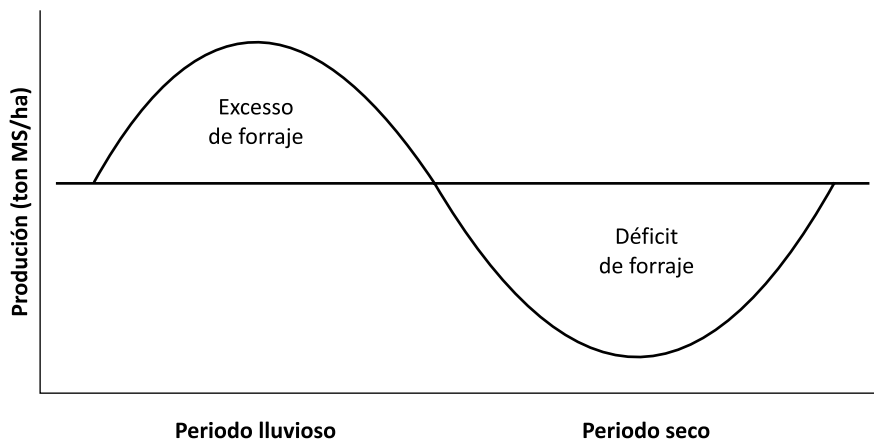
## Forrajeras Convencionales Para Uso Como Reserva Estratégica de Forraje

La estacionalidad en la producción de forraje (Figura 4) es un factor determinante de la eficiencia de producción de forraje y da lugar a periodos de exceso y déficit de forraje en las épocas lluviosa y seca, respectivamente. Por lo tanto, es obvia la



**Figura 3. Ejemplo de manejo de un área con pasto de corte.**

Fuente: Mozzer, 1993.



**Figura 4. Distribución de la producción de forraje durante el año.**

Fuente: adaptado de Mozzer, 1993.

necesidad de conservar forrajes henificados o ensilados para usarlos durante la larga época seca que en el semiárido puede durar hasta nueve meses. Por este motivo, la conservación de forrajes en la forma de ensilaje es una de las maneras más fáciles de garantizar una reserva estratégica. En la región semiárida brasileña, las dos forrajes más cultivadas para ese propósito son el maíz y el sorgo.

## Maíz

El maíz es un cultivo de uso múltiple en esta región. La producción se destina a la alimentación humana, alimentación de rumiantes (ensilaje y granos) y alimentación de monogástricos (granos). El cultivo del maíz es bastante exigente en agua (700 mm para empezar la floración), por lo tanto su cultivo tiene alto riesgo en áreas de la Caatinga donde la precipitación pluvial es irregular y está por debajo de los requerimientos del cultivo. No obstante, el maíz es uno de los principales cultivos del semiárido; es más, forma parte de la cultura de cultivo de esta región. El desarrollo de variedades de maíz de ciclo corto y el rescate de semillas criollas por comunidades tradicionales, han contribuido para que el cultivo de maíz sea viable. Algunas variedades tienen una amplia diseminación y contribuyen a la seguridad alimentaria de la población humana y animal en áreas de riesgo climático con períodos de precipitación irregular (Tabla 8).

**Tabla 8. Características productivas de variedades de maíz para la región semiárida brasileña.**

Características	Variedades <sup>(1)</sup>					
	<i>Sertanejo</i> BR 5011	<i>Caatingueiro</i>	<i>Assum Preto</i>	<i>Asa Branca</i> BR 5033	BR 106	San Francisco
Precocidad:						
Categoría	SMP	SPP	SPP	P	P	P
Días hasta la cosecha	90	90	100	110	130	110-115
Altura de planta (cm)	2,0-2,3	1,7-1,9	1,8-2,0	1,9-2,1	2,4	2,0-2,1
Tono del grano amarillo	Intenso	Naranja	Naranja	Naranja	Oro	Naranja
Densidad (mil pl/ha)	30-40	30-40	50	30-40	40-50	50
Rendimiento grano (ton/ha)	5	2-3	2-3	5-6 <sup>(2)</sup>	5-6	4.5

Fuentes: adaptado de Carvalho *et al.* (2004a); Carvalho *et al.* (2004b); Carvalho *et al.* (2004c); Carvalho *et al.* (2004d); Carvalho *et al.* (2004e).

Notas: SPP = Superprecoz; SMP = Semiprecoz; P = Precoz; <sup>(1)</sup>Todas las variedades requirieron una cantidad de semilla para la siembra de 18-20 kg/ha; <sup>(2)</sup>Las hojas permanecen verdes, inclusive con la maduración del grano.

## Sorgo

Otra opción forrajera es el sorgo, una especie que cuenta con mayor tolerancia a la sequía y producción aceptable en zonas de baja precipitación (media de 300 mm). El sorgo puede ser cultivado tanto en seco como en condiciones de irrigación. La irrigación es utilizada para aprovechar el rebrote, que produce hasta 70% de la producción de este cultivo. El sorgo tiene varios tipos de variedades e híbridos, en este

último caso produciendo rendimientos deseables (Tabla 9). Existen diferentes tipos de sorgo, para producir forraje para ensilaje, granos y también sorgos de doble propósito (para grano y forraje).

Como el grano de sorgo queda expuesto en la siembra, es bastante susceptible al ataque de los pájaros. Aunque la presencia de tanino representa una barrera química al consumo del grano por parte de los pájaros, no se recomienda sembrar este tipo de sorgo si el grano será utilizado también en la alimentación de aves domésticas.

**Tabla 9. Características productivas de híbridos de sorgo para la región semiárida brasileña.**

Características	Híbrido BR 700	Híbrido BR 601	Híbrido BRS 506
Finalidad principal	Granos	Forraje	Uso múltiple
Ciclo productivo			
Florecimiento (días)	65-75	75	75-85
Cosecha (días posplantío)	85-100	90-100	120-130
Altura de la planta (cm.)	220-250	300	300-330
Tipo de panícula	Semiabierta	Semiabierta	Semiabierta
Color del grano	Castaño	Rojo	Blanco
Presencia de tanino	Sí	No	No
Resistencia al encame	Buena	Moderada	Poco resistente
Resistencia a enfermedades			
Antracnosis	Moderada	Moderada	ne
Roya	Moderada	Resistente	ne
Cercosporiosis	Resistente	Resistente	ne
Helmintosporiosis	Resistente	Susceptible	ne
Rendimiento			
Masa verde total (ton/ha)	30-40	45-50	50-60
Grano (ton/ha)	5,0	3,0	1,5
Densidad (mil plantas/ha)	140-170	140	110-120
Semilla para siembra (kg/ha)	8-10	8	8

Fuente: Santos (2000).

Nota: ne = No estimada.

## Eficiencia de Uso de Agua en las Forrajeras Convencionales del Semiárido Brasileño

La eficiencia de uso de agua es crítica para la productividad y sobrevivencia de las especies forrajeras en ambientes semiáridos. De todos los tipos de plantas las



cactáceas se cuentan entre las más eficientes, con un sistema diferente de captación de carbono y un bajo requerimiento de agua: entre 100 y 200 g de agua para producir un gramo de materia seca (Boyer, 1996).

Las plantas C4, representadas por las forrajeras tropicales y gramíneas, consumen entre 250 y 350 gramos de agua por gramo de materia seca producida, mientras que las plantas C3, incluyendo forrajeras templadas y leguminosas, consumen entre 550 y 750 gramos por gramo de materia seca producida. Las plantas C4, en relación con las C3, presentan una evolución asociada con la restricción hídrica, haciendo que sean más eficientes en el uso de agua (Pedreira *et al.*, 1998).

La región nordeste de Brasil concentra 21% de la superficie irrigable del país totalizando 661.500 ha, con temperatura media anual de 28°C y casi ninguna fluctuación en el fotoperiodo. La irrigación de pastos puede ser una opción tecnológica para una parte de la región en las que el cultivo de la palma forrajera sería la opción más recomendable. Sin embargo, para una recomendación final, se deben analizar todas las variables fisiológicas y productivas importantes.

En términos fisiológicos, la palma forrajera es poco tolerante al exceso de humedad, exigiendo suelos bien drenados. Esta demanda contrasta con el hecho de que la mayor parte de los suelos disponibles para irrigación son aluviales, con una alta capacidad de retención de agua. Otro aspecto es la eficiencia de producción de la materia seca. Apenas 10% de la palma forrajera es materia seca, mientras que para otras forrajeras ese porcentaje puede llegar a 30%.

Varios trabajos han mostrado que gramíneas como los pastos elefante y Tanzania (Lourenço *et al.*, 2001; Menezes *et al.*, 2001; Rassini, 2004) presentan mejor respuesta a la irrigación que otras forrajeras más adaptadas, como el pasto *buffel* (Dantas Neto *et al.*, 2000). En una experiencia de investigación participativa, realizada por Embrapa e ICARDA, los agricultores-investigadores corroboraron el resultado de esas investigaciones en sus áreas de experimentación: los pastos *buffel* y *Andropogon* fueron menos productivos con riego que los pastos Tanzania y *Massai*, con aplicación de igual cantidad de agua en un sistema de riego por aspersión (sistema de mayor eficiencia para la distribución de agua en pasturas).

## **Alternativas Tecnológicas para el Uso Sostenible de las Forrajeras Convencionales en los Sistemas Pecuarios del Semiárido Brasileño**

### **Incorporación del pasto *buffel* en sistemas de manejo silvopastoriles**

Tomando en cuenta la fragilidad de las áreas de monocultivo y de pasto nativo, y su uso sostenible en sistemas pecuarios, se presentan dos alternativas tecnológicas en la categoría de sistema silvopastoril.

La primera alternativa es la arborización de las áreas de monocultivo de pasto *buffel*. En pasturas arborizadas, la sombra y la biomasa de los árboles tienen la potencialidad de mejorar la fertilidad del suelo, aumentar la disponibilidad de nitrógeno para las forrajes herbáceas y mejorar la calidad del forraje, aumentando también la producción de forraje hasta en 28% (Carvalho *et al.*, 1997). Además, tienen efecto directo en la reducción de la evapotranspiración (Ovalle y Avendaño, 1984) y aumento de la disponibilidad de agua en el suelo (Wilson y Wild, 1991).

Los sistemas arborizados para pasturas de *buffel* deben mantener entre 150 y 200 árboles por ha. Lo ideal es la introducción de especies no caducifolias, como *Juazeiro* (*Ziziphus joazeiro*) y *Juazeiro* (*Caesalpinia ferrea*); pero como en general estas especies son de crecimiento lento, la introducción de otras especies, con preferencia leguminosas, contribuye al funcionamiento del sistema. Entre las especies nativas, se recomiendan: *Mororó* (*Bahuinia cheilantha* Kurz.), *Sabiá* (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) y *Jurema Preta* (*Mimosa tenuiflora* Benth). Entre las especies cultivadas, se sugiere *gliricidia* (*Gliricidia sepium*) y *leucaena* (*Leucaena leucocephala*).

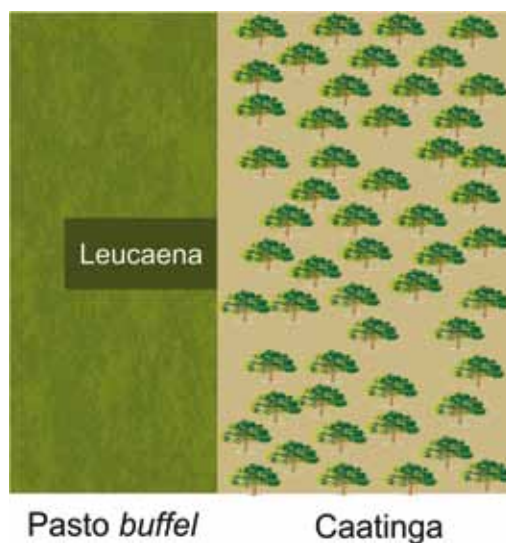
El plantío de árboles se puede realizar en fajas o con una distribución aleatoria a lo largo del área. Lo recomendable es plantar plántulas de por lo menos 50 cm de altura y que el área permanezca vedada al pastoreo los dos primeros años.

Otra forma de uso del pasto *buffel* en sistema silvopastoril es introducirlo en áreas raleadas de la Caatinga como forma de aumentar la producción de biomasa del estrato herbáceo. Esta introducción significa un aumento de la capacidad de carga de las pasturas nativas de 3 ha/ovino adulto/año hasta 1 ovino adulto/ha/año (Araújo Filho, 1988).

### **Sistema Caatinga, *buffel* y leguminosa (CBL)**

El sistema CBL (Figura 5), fue desarrollado por Embrapa Semi-Árido con el objetivo de aumentar la oferta de forraje en los sistemas de producción que usan la Caatinga durante la época seca. Las características fundamentales que presenta son: uso de la vegetación nativa de la Caatinga en la época de mayor oferta de forraje, cultivo de pastos tolerantes a la sequía, uso de reservas alimenticias como heno y ensilaje y mantenimiento en reserva de especies tolerantes a la sequía, funcionando como un subsistema capaz de adecuarse e interactuar con los demás componentes de la unidad productiva dentro de la diversidad agroecológica y socioeconómica del semiárido (Guimaraes Filho *et al.*, 1995).

El área de Caatinga en el esquema es utilizada durante dos a cuatro meses en la época de lluvias. La cobertura leñosa puede ser raleada y/o rebajada, para aumentar la producción de forrajes para los animales en este periodo. Otra área es cultivada con *buffel*, una de las gramíneas más tolerantes a la sequía en estos sistemas. Esta pastura es pastoreada de modo rotativo en la época seca. Por último, un área menor es destinada



**Figura 5. Esquema del Sistema CBL: derecha una representación de la Caatinga; centro un área con leucaena; izquierda un área con pasto buffel**

Fuente: Archivo Embrapa Semi-Árido.

al cultivo de plantas fuentes de N (bancos de proteína), en especial leguminosas (p. ej. leucaena) ya sea para pastoreo o para heno el cual es usado como suplemento animal durante la sequía. Existen otros cultivos alternativos como *Manisoba* (*Manihot* spp.) que pueden también ser utilizados como fuente de suplementación de N. Si la palma forrajera es posible de ser cultivada puede también incorporarse como un ingrediente adicional en la suplementación.

La mayor capacidad de carga resultante de la combinación CBL propiciará un mejor uso de las pasturas introducidas (*buffel*) y naturales (Caatinga) (Guimaraes Filho, 2000). La sostenibilidad del pasto *buffel* es obtenida cuando la intensidad de pastoreo es tal que al final de la época seca el área de pastoreo retiene al menos 1.000 kg MS/ha, lo cual corresponde a una altura media del pasto de 15 cm. La leguminosa es producida en la época de lluvia y usada en la producción de forraje conservado. Además, su rebrote es pastoreado por animales de recría/terminación en lotes alimentados en un sistema rotacional en el cual el banco de proteína es pastoreado durante 15 días por un periodo de dos horas/día, con 80 días de descanso. Agotada esta alternativa, los animales pasan a recibir el forraje conservado.

El sistema contempla también el uso de urea como un ingrediente del concentrado y de mezcla mineral, así como de fuentes estratégicas de forraje voluminoso, p. ej. heno de pasto *buffel*, palma forrajera, yuca (*Manihot esculenta*), sandía forrajera (*Citrillus lanatus* cv. Citroides) y *Manisoba* (*Manihot* spp.), para largos periodos de sequía. Es

importante recordar la necesidad de fertilización para reponer nutrientes retirados y mantener una producción sostenible de estos cultivos. Los efectos en la capacidad de carga se describen en la Tabla 10.

**Tabla 10. Efecto del CBL en el aumento de la capacidad de carga de áreas de Caatinga.**

Indicadores de capacidad de carga	Sistemas	
	Tradicional	CBL
Componente Caatinga (ha/UA <sup>(1)</sup> )	12,0-15,0	12,0-15,0
Componente Caatinga (UA/ha)	0,066-0,083	0,066-0,083
Componente pasto <i>buffel</i> (ha/UA)	1,0	1,2-1,5
Componente pasto <i>buffel</i> (UA/ha)	1,0	0,66-0,83
Componente leguminosa <sup>(2)</sup> (UA/ha)	1,5	1,5-2,5
Componente leguminosa (ha/UA)	0,7	0,66-0,40

Fuente: Guimaraes Filho *et al.* (1995).

Notas: <sup>(1)</sup>UA = Unidad animal, cada una equivalente a 450 kg de peso vivo; <sup>(2)</sup>Dos horas de pastoreo por día.

## Clones de palma forrajera resistentes a la cochinilla

La cochinilla (*Diaspis echinocacti*) es una de las plagas mayores que amenazan a las palmas forrajeras en el nordeste brasileño. La Empresa Pernambucana de Investigación Agropecuaria (IPA) ha desarrollado clones más resistentes a esta plaga.

El clon IPA-20 presenta mayor resistencia a la cochinilla que los cultivares tradicionales, tiene hábito de crecimiento erecto, floración a partir del segundo año y cladodios en forma de raqueta de tenis; produce además 32 ton de MS/ha/año con un contenido de 10% de materia seca, 70% de nutrientes digestibles totales y 5% de proteína cruda.

El espaciamiento recomendado es de 1,0 m x 0,25 m. para plantío único y de 3,0 m x 1,0 m x 0,5 m para cultivos asociados. La preparación del suelo debe seguir las recomendaciones locales. Para establecer un plantío deben utilizarse los cladodios intermedios, cortados en sus articulaciones con el tronco. Los cladodios deben ser mantenidos en la sombra durante 5 a 10 días antes del plantío y ser sembrados directamente en el suelo. La siembra debe realizarse al final de la época seca. Es necesario fertilizar el plantío con 20 ton de estiércol por ha, después de cada cosecha, inclusive en la época seca.

El control recomendado de plagas se basa en el uso de enemigos naturales (escarabajos y avispas) y también a través de la pulverización con aceite mineral (1%), usando 200 ml de aceite por 200 litros de agua, o con *Querobao*, una mezcla de 100 g de jabón en barra, 100 g de *fumo de cuerda* (un producto negro y rico en nicotina

Foto: Fernando Lucas



### Clon de palma forrajera IPA-020

elaborado de hojas maceradas de tabaco ([http://pt.wikipedia.org/wiki/Fumo\\_de\\_roló](http://pt.wikipedia.org/wiki/Fumo_de_roló)), una cuchara de kerosén y 10 litros de agua. Para preparar el *Querobao* debe primero sumergirse el *fumo* por 24 horas en agua hasta formar un tipo de caldo. El jabón debe ser disuelto en agua caliente, para luego añadir el querosene poco a poco. A esta mezcla se añade el caldo de *fumo*. En cualquiera de los dos métodos se usan fumigadoras para la aplicación del producto. La fumigación es hecha cuando hay señal del ataque de plagas en los cultivos. Las plantas con insectos deben ser fumigadas con la solución. Siete días después de la primera pulverización se hace una visita al área y si aún se constata la presencia de insectos se repite la operación hasta lograr su control.

### Sacharina de palma forrajera

Esta opción se sustenta en la experiencia de los productores del estado de Alagoas en Brasil quienes enriquecen la caña de azúcar con una fuente de nitrógeno, en

particular la urea, para obtener la *sacharina* (un producto de la fermentación aeróbica de azúcares para mejorar el contenido de proteína cruda del material), cuyo uso llegó a sustituir hasta 70% de los concentrados.

Un tratamiento similar fue aplicado en la palma forrajera, enriqueciéndola con fuentes de nitrógeno y minerales. Con este fin, para una tonelada de palma forrajera se usan seis kilos de urea, dos kilos de una fuente de fósforo (harina de huesos o fosfatos minerales), un kilo de sulfato de magnesio y un kilo de cloruro de sodio, o sal común. La masa se mezcla bien (la palma contiene 90% de agua, suficiente como para formar masa), se distribuye la masa en dirección horizontal en un espesor de 10 cm, en una superficie al aire libre y se deja fermentar. El material debe voltearse cada seis horas en un día. A partir de ese momento ya puede ser usado por los animales. Una alternativa es dejar secar este material al sol por tres días, así la mezcla puede ser almacenada (Carvalho Filho y Languidey, 1997). Este alimento está siendo utilizado para la alimentación de rebaños lecheros con mejoras significativas en la producción de leche durante la época seca. Independientemente de la relación forraje voluminoso:concentrado, las dietas de animales lecheros pueden contener hasta 70% de *sacharina* de palma como concentrado. Este alimento contiene 20% de proteína cruda y 75,5% de nutrientes digestibles totales en base seca.

### **Uso de pasto elefante para la producción de ensilaje**

En general las áreas con pasto de corte, por ejemplo con pasto elefante, no son utilizadas en la época lluviosa. Durante ese período el forraje acumulado puede ser utilizado para la producción de ensilaje. Si el pasto fuera cortado a los 60 a 70 días de ser plantado y premarchitado por ocho horas (aumentando el porcentaje de materia seca hasta 30%), estará listo para ser ensilado, pues tendrá la cantidad suficiente de carbohidratos para permitir una fermentación deseable (Cavalcante y Neiva, 2005). El uso de aditivos (Tabla 11) también puede ser una herramienta para mejorar la fermentación, en particular si el pasto está maduro. Con más de 80 días de edad, los niveles de carbohidratos estarán por debajo de lo necesario para fermentar el material en cuyo caso los aditivos pueden garantizar una buena fermentación.

### **Uso de sorgo forrajero para producción de ensilaje y como fuente de energía en sustitución del maíz**

El sorgo es un cultivo tolerante a la sequía y el grano un material excelente como fuente de energía. La siembra de híbridos con alto rendimiento en grano puede ser una alternativa de bajo costo para los productores. En caso de que el sorgo sea utilizado como única fuente de alimentación para rumiantes, deben usarse variedades con tanino para evitar el ataque de los pájaros.

**Tabla 11. Aditivos para ensilaje de pasto elefante.**

Aditivo	Finalidad	Porcentaje del total
Residuos agroindustriales	Subir MS	10-30
<i>Fubá</i> de maíz <sup>(1)</sup>	Subir MS y mejorar fermentación	5
Heno de leguminosas	Subir MS y mejorar fermentación	≤25
Melaza en polvo	Mejorar fermentación	3-5
Inoculantes bacterianos	Mejorar fermentación y valor nutritivo	2-4
Urea	Mejorar valor nutritivo	0,5

Fuente: Evangelista y Lima (2002).

Notas: MS = Materia seca; <sup>(1)</sup>Harina de maíz cernida con malla fina, tiene alto contenido de almidón, de color amarillo, con 60% de los granos menores de 0.25 milímetros.

## Uso de pastoreo rotacional para el manejo de forrajeras convencionales en pasturas cultivadas

Este método de pastoreo permite utilizar la forrajera aprovechando de manera sostenible y óptima su valor nutritivo y potencial productivo. La alternancia de períodos de ocupación y de descanso, hace que los forrajes recuperen del uso y acumulen masa forrajera.

Este método permite que forrajeras convencionales y promisorias para otras regiones de Brasil puedan ser pastoreadas en condiciones de semiárido durante la época de lluvias, y también durante la época seca en el caso de contarse con riego. Para tal efecto, se pueden utilizar forrajeras con alta eficiencia de conversión de biomasa vegetal en carne o leche. En este contexto, con niveles adecuados de fertilización, uso estratégico del riego en la época seca y animales con potencial productivo adecuado, es posible producir hasta 2.400 kg de carne ovina por ha/año (Candido, 2005). La tecnología descrita se aplica a productores que disponen de agua para irrigación, con el objetivo final de disponer de animales en edad y peso de sacrificio en épocas de escasez de carne en el mercado (Wander *et al.*, 2002).

La foto que sigue ilustra un área de pastoreo con forrajeras de alta producción en pleno semiárido. Teniendo en cuenta la fisiología de la forrajera en este caso, el período de descanso fue establecido en 27 días, con 3 días de ocupación. Ese manejo está siendo adoptado en pasturas de Tanzania (Silva *et al.*, 2004).

## Desafíos para la Investigación Científica

A pesar de contarse con variadas opciones tecnológicas para los productores en la región semiárida de Brasil, el sistema productivo es aún ineficiente y no logró



Foto: Ana Clara Rodrigues Cavalcante

### **Ovinos manejados en sistema rotacional con pasto Tanzania en el semiárido brasileño**

incorporar métodos y principios que permitan ampliar la reducida oferta (masa) forrajera en la época seca. Las razones para esta baja adopción lejos de ser técnicas incluyen factores de naturaleza socioeconómica, desarrollo pobre y acceso inadecuado a los mercados. Existe en ese contexto una clara necesidad de trabajar en políticas públicas y desarrollo para lograr crear las condiciones que faciliten la adopción tecnológica. La investigación debe ligarse a procesos que promuevan acciones de desarrollo y políticas en vista de que esta es la única vía para acceder a las condiciones facilitadoras que requiere el cambio tecnológico. Lo anterior implica la necesidad de mayor inversión del Gobierno federal y de los gobiernos estatales, con una proyección a largo plazo.

Un principal problema de naturaleza técnica está relacionado con el monocultivo. Por ejemplo el monocultivo de la palma forrajera coadyuvó a diseminación de plagas como la cochinilla, la cual está diezmando muchas áreas cultivadas con esta forrajera. Es posible que el monocultivo de otros forrajes pueda también tener serias implicaciones en la vulnerabilidad de los cultivos y por tanto en la sostenibilidad de la producción, en particular con el advenimiento del cambio climático. Por lo tanto es necesario enfatizar trabajos en dos frentes importantes: el mejoramiento genético y el manejo de los cultivos en relación con prácticas adecuadas que mitiguen los efectos de la sequía y de las plagas y enfermedades. Es necesario identificar genotipos tolerantes a la sequía y con alta productividad de agua, y además resistentes a plagas y enfermedades. Estos genotipos pueden ser entonces usados en resolver problemas específicos como el



caso del ataque de la cochinilla a la palma forrajera. Son también necesarios modelos integrados de producción de forrajes con otros cultivos y metodologías integradas de control de pestes y plagas, incluyendo el uso de controles biológicos, con el objetivo de minimizar los impactos del monocultivo.

La evaluación genética y mejoramiento genético participativo, deben operar en las condiciones de producción del productor, asegurando su activa participación (Ceccarelli *et al.*, 2009). Involucrar al productor en estos procesos es de suma importancia para evitar lo ocurrido con la liberación y promoción de cultivares forrajeros en el nordeste brasileño en la década de 1980. En esta época las empresas de producción de semillas no se interesaron en multiplicar ese material debido a una demanda baja por parte de pequeños productores aún indecisos en aplicar nuevas tecnologías. Este proceso que no involucró a los productores para multiplicar el material genético en bancos de semillas forrajeras, determinó que mucho de ese material mejorado ya no esté disponible.

Se necesita también investigación en tecnología de semillas para especies adaptadas al semiárido con miras a mejorar la calidad de semilla, que en general acusa problemas específicos de germinación y latencia.

Otro tema de singular relevancia se relaciona con el sobrepastoreo de extensas áreas de monocultivo de gramíneas en estado avanzado de degradación. La recuperación de esas áreas es un factor primordial para la sostenibilidad de los sistemas pecuarios. Los estudios que definen tiempos de descanso, introducción de otras especies, fertilización, integración agrícola-ganadera, entre otros, deben continuar siendo ejecutados, involucrando a los productores en esquemas de investigación participativa para que los investigadores y productores desarrollen juntos sistemas pragmáticos de uso sostenible de los pastos. De igual modo es necesaria una legislación adecuada para un uso sostenible de los recursos naturales, con incentivos adecuados de manera que los productores se integren a un uso y manejo racional de las áreas de pastoreo.

La posibilidad de uso de riego para el manejo de pasturas requiere estudios que determinen su factibilidad considerando las necesidades hídricas de las forrajeras, de modo que el agua sea utilizada de forma racional dentro del sistema de producción con un concepto de productividad de agua (Molden *et al.*, 2010).

## Literatura Citada

Aguiar, A.P. 1997. A recuperação e a renovação de pastagens. Curso de Manejo de Pastagens, Programa Integrado de Assistência Rural (PIAR), 1997, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. pp. 91-129.

Andrade, A.C. 2001. Morfogênese, análise de crescimento e composição bromatológicas de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier) adubado e irrigado sob pastejo. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 81 pp.

- Araújo Filho, J.A. 1988. Manejo de plantas forrageiras-Cenchrus. In: 9º Simpósio sobre Manejo da Pastagem (A.M. Peixoto, J.C. Moura e V.P. Faria, ed.), Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ), 1988, Piracicaba, São Paulo, Brasil. FEALQ. pp. 179-190.
- Araujo Filho, J.A. e F.C. Carvalho. 1995. Desenvolvimento sustentável da vegetação da caatinga. Circular Técnica, 13, Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos (CNPQ), Sobral, Ceará, Brasil. 18 pp.
- Boyer, J.S. 1996. Advances in drought tolerance in plants. *Advances in Agronomy* 56: 187-218.
- Candido, M.J.D. 2005. Princípios de manejo de pastagens. In: Do Campus para o Campo: Tecnologias para Produção de Ovinos e Caprinos (A.C.N Campos, ed.) 1ª ed. Gráfica Nacional, Fortaleza, Ceará, Brasil. pp. 65-76.
- Cáritas Brasileira. 2001. Água de chuva: o segredo da convivência com o semi-árido brasileiro. Ed Paulinas, São Paulo. 104 pp.
- Carvalho Filho, O.M. e P.H. Languidey. 1997. Palma forrageira semi-desidratada associada a diferentes fontes protéicas para vacas em lactação. Comunicado técnico, 72, Embrapa Semi-Árido, Petrolina, Pernambuco, Brasil. 4 pp.
- Carvalho, M.M., J.L.O Silva e B.A.Campos Júnior. 1997. Produção de matéria seca e composição mineral da forragem de seis gramíneas tropicais estabelecidas em um sub-bosque de angico-vermelho. *Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa* 26 (2): 213-218.
- Carvalho, H.W.L., M.X. Santos, A.A.G. Silva, M.J. Cardoso, D.M. Santos, J.N. Tabosa, M. Michereff Filho, M.A. Lira, M.H.C. Bonfim, E.M. Souza, G.V. Sampaio, A.R.M.B. Brito, V.V. Dourado, J.A. Tavares, J.G. Nascimento Neto, M.M.A. Nascimento, J.J. Tavares Filho e A.S. Andrade Júnior. 2004a. Catingueiro: uma variedade de milho para o semi-árido nordestino. Comunicado técnico, 29, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, Sergipe, Brasil. 8 pp.
- Carvalho, H.W.L., M.X. Santos, A.A.G. Silva, M.J. Cardoso, D.M. Santos, J.N. Tabosa, M. Michereff Filho, M.A. Lira, M.H.C. Bonfim, E.M. Souza, G.V. Sampaio, A.R.M.B. Brito, V.V. Dourado, J.A. Tavares, J.G. Nascimento Neto, M.M.A. Nascimento, J.J. Tavares Filho, A.S. Andrade Júnior e B.C.S. Carvalho. 2004b. Sertanejo: uma variedade de milho adaptada ao nordeste brasileiro. Comunicado técnico, 30, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, Sergipe, Brasil. 8 pp.
- Carvalho, H.W.L., M.X. Santos, A.A.G. Silva, M.J. Cardoso, D.M. Santos, J.N. Tabosa, M. Michereff Filho, M.A. Lira, M.H.C. Bonfim, E.M. Souza, G.V. Sampaio, A.R.M.B. Brito, V.V. Dourado, J.A. Tavares, J.G. Nascimento Neto, M.M.A. Nascimento, J.J. Tavares Filho e A.S. Andrade Júnior. 2004c. Milho São Francisco: uma variedade precoce para o nordeste brasileiro. Comunicado técnico, 31, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, Sergipe, Brasil. 8 pp.
- Carvalho, H.W.L., M.X. Santos, A.A.G. Silva, M.J. Cardoso, D.M. Santos, J.N. Tabosa, M. Michereff Filho, M.A. Lira, M.H.C. Bonfim, E.M. Souza, G.V. Sampaio, A.R.M.B. Brito, V.V. Dourado, J.A. Tavares, J.G. Nascimento Neto, M.M.A. Nascimento, J.J. Tavares Filho, A.S. Andrade Júnior e B.C.S. Carvalho. 2004d. BRS Assum Preto: um milho de alta qualidade protéica para o nordeste brasileiro. Comunicado técnico, 32, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, Sergipe, Brasil. 8 pp.
- Carvalho, H.W.L., M.X. Santos, A.A.G. Silva, M.J. Cardoso, D.M. Santos, J.N. Tabosa, M. Michereff Filho, M.A. Lira, M.H.C. Bonfim, E.M. Souza, G.V. Sampaio, A.R.M.B. Brito, V.V. Dourado, J.A. Tavares, J.G. Nascimento Neto, M.M.A. Nascimento, J.J. Tavares Filho, A.S. Andrade Júnior e B.C.S. Carvalho. 2004e. Asa Branca: milho para o nordeste brasileiro. Comunicado técnico, 33, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, Sergipe, Brasil. 8 pp.
- Cavalcante, A.C.R. e J.N.M. Neiva. 2005. Produção de silagem. Do Campus para o Campo: Tecnologias para Produção de Ovinos e Caprinos. (A.C.N. Campos, ed.) 1ª ed. Gráfica Nacional, Fortaleza, Ceará, Brasil. pp. 77-96.
- Cavalcante, A.C.R., J.N.M. Neiva, M.J.D. Candido e L.S. Vieira. 2005. Produção de ovinos e caprinos de corte em pastos cultivados sob irrigação. Circular Técnica, 31, Embrapa Caprinos, Sobral, Ceará, Brasil. 20 pp.
- Ceccarelli, S., E.P. Guimaraes and E. Weltzien (ed.). 2009. Plant Breeding and Farmer Participation. FAO, Rome. 688 pp. (<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i1070e/i1070e.pdf>) (Consulta: 5.5.2011).

- Dantas Neto, J., F.A.S. Silva, D.A. Furtado e J.A. Matos. 2000. Influência da precipitação e idade da planta na produção e composição química do capim-búffel. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35(9): 1867-1874.
- Dubeux Jr., J.C.B e M.P.F. Santos. 2005. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: A palma no Nordeste do Brasil: Conhecimento Atual e Novas Perspectivas de Uso (R.S.C. Menezes, D.A. Simões e E.V.S.B. Sampaio, org). Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil. pp. 105-128.
- Evangelista, A.R. e J.A. Lima. 2002. Aditivos para silagem. Boletim técnico, 88, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil. 17 pp.
- Farias, I., D.C. Santos e J.C.B. Dubeux Jr. 2005. Estabelecimento e manejo da palma forrageira. In: A palma no Nordeste do Brasil: Conhecimento Atual e Novas Perspectivas de Uso (R.S.C. Menezes, D.A. Simões e E.V.S.B. Sampaio, org). Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil. pp. 81-104.
- Gomide, J.A. 1997. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: Simpósio Internacional sobre Produção animal em Pastejo (J.A. Gomide, ed). Suprema Grafica, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. pp. 97-116.
- Guimarães Filho, C. 2000. Projeto Caatinga: uma esperança para o semi-árido. *Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária* 20: 14-17.
- Guimarães Filho, C., J.G.G. Soares e G.R. Riché. 1995. Sistema Caatinga-*buffel*-Leucena para produção de bovinos no semi-árido. Circular Técnica, 34, Embrapa Semi-Árido, Petrolina, Pernambuco, Brasil. 39 pp.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2006. Censo agropecuário do Brasil. Rio de Janeiro, 1996. <http://www.sidra.ibge.gov.br> (Consulta: 10.10. 2006).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2004. Mapa de Biomas e de Vegetação. Rio de Janeiro. <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm> (Consulta: 26.1.2011).
- International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). 2009. Strengthening Institutional Capacity to Improve Marketing of Small Ruminant Products and Income Generation in Dry Areas of Latin America. Final Project Report 2003-2008. ICARDA, Aleppo, Syria. 101 pp.
- Lourenço, L.F. R.D Coelho, L.G.T. Soria, V.D. Pinheiro e M. Corsi. 2001. Coeficiente de cultura (Kc) do capim-tanzânia irrigado por pivô central. In: 38º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, Brasília, Brasil. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ), Piracicaba, São Paulo, Brasil. pp. 316-317.
- Menezes, M. J. T., G.B. Martha Júnior, M. Penati e M. Corsi. 2001. Produtividade do capim-tanzânia irrigado em resposta a época de adubação nitrogenada após desfolha. In: 38º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, Brasília, Brasil. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ), Piracicaba, São Paulo, Brasil. pp. 349-350.
- Menezes, R.S.C., E.V.S.B. Sampaio, I.H Salcedo e F.J. Souza. 2005. Produtividade da palma em propriedades rurais. In: A Palma no Nordeste do Brasil: Conhecimento Atual e Novas Perspectivas de Uso (R.S.C. Menezes, D.A. Simões e E.V.S.B. Sampaio, org). Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil. pp. 129-142.
- Molden, D., T. Oweis, P. Steduto, O. Bindraban, M. Hanjra and J. Kijne. 2010. Improving agricultural water productivity: between optimism and caution. *Agricultural Water Management* 97: 528-535.
- Mozzer, O.L. 1993. Capim-elefante: curso de pecuária leiteira. Documentos, 43, 2ª ed., Embrapa Gado de Leite, Coronel Pacheco, Minas Gerais, Brasil. 34 pp.
- Oliveira, M.C de. 1993. Capim *buffel*: produção e manejo nas regiões secas do nordeste. Circular Técnica, 27, Embrapa Semi-Árido, Petrolina, Pernambuco, Brasil. 18 pp.
- Oliveira, M.C de, C.M.M. de S. Silva e F.B. Souza. 1998. Capim *buffel* (*Cenchrus ciliaris* L.) preservação "ex - situ" e avaliação aprofundada. In: Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste (M.A. Queiroz, org.), Embrapa Semi-Árido, Petrolina, Pernambuco, Brasil. pp. 1-5.

- Ovalle, C. y J. Avendaño. 1984. Utilización silvopastoral del espinal. II. Influencia del espino (*Acacia caven* [Mol.] Hook et Arn.) sobre algunos elementos del medio. *Agricultura Técnica, Santiago* 44(4): 353-362.
- Pedreira, C.G.S., L.G. Nussio e L.G. Silva. 1998. Condições edafoclimáticas para produção de *Cynodon* spp. In: 15º Simposio sobre Manejo de Pastagem, (A.M. Peixoto, J.C. Moura e V.P. Faria, ed.), Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ), 1998, Piracicaba, São Paulo, Brasil. FEALQ. pp. 85-114.
- Rassini, J.B. 2004. Período de estacionalidade da produção de pastagens irrigadas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38(8): 821-825.
- Santos, F.G. 2000. Cultivares de sorgo. In: Cultivo de sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 2, disponível em: <http://sistemadeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo/cultivares.htm> (Consulta: 26.1.2011).
- Santos, D.C., M.A. Lira e F.M. Dias. 2005a. Melhoramento Genético da palma. In: A palma no Nordeste do Brasil: Conhecimento Atual e Novas Perspectivas de Uso (R.S.C. Menezes, D.A. Simões e E.V.S.B. Sampaio, org). Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil. pp. 27-42.
- Santos, D.C.S., I. Farias; M.A. Lira, A.P.M. Fernandes, E.V. Freitas e J.A. Moreno. 1996. Produção e composição química da palma forrageira cv. gigante sob adubação e calagem no agreste semi-árido de Pernambuco. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana* 9: 68-78.
- Silva, R.G., M.J. Candido, J.N. Neiva, S.F. Farias, Y.I. Benevides e R.N.B. Lobo. 2004. Componentes do fluxo de biomassa em *Panicum maximum* cv Tanzânia irrigado sob lotação rotativa. In: 41º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Embrapa Gado de Corte, 2004, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Embrapa Gado de Corte. pp. 1-3 (CD-ROM)
- Souza, F.B. 2005. Capim gramão: uma opção para o nordeste brasileiro. Circular Técnica, 14, 2ª ed., Embrapa Caprinos, Sobral, Ceará Brasil. 16 pp.
- Valadares Filho, S.C., K.A. Magalhães, V. Rocha Jr. e E.R. Capelle (ed.). 2006. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos Para Bovinos. Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Zootecnia, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 329 pp.
- Valentim, J.F., J.C. Carneiro, P. Moreira, L. Jank, e M.F.L. Sales. 2001. Capim massai: nova forrageira para a diversificação de pastagens no acre. Circular Técnica, 41, Embrapa Acre, Rio Branco, Acre, Brasil. 16 pp.
- Wilson, J.R. and D.W.M. Wild. 1991. Improvement of nitrogen nutrition and grass growth under shading. In: ACIAR Proceedings No. 32, Forages for Plantations Crops (H.M. Shelton and W.W. Stür, ed.), Bali, 1990, ACIAR, Canberra, Australia. pp. 77–82.
- Wander, A.E., V.R. Vasconcelos e M.C.P. Rogério. 2002. Viabilidade econômica do acabamento de cordeiros em pastagens cultivadas de capim-gramão e tanzânia. In: 40º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBER): “Equidade e Eficiência na Agricultura Brasileira”, Sober, Julho 28-31, 2002, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil. SOBER. pp. 1-4.



# Capítulo 15

## Producción de Forrajes Cultivados para las Zonas Áridas y Semiáridas de México

Miguel Ángel Flores Ortíz

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP),  
Campo Experimental Zacatecas, Zacatecas, México*

### Introducción

Las zonas áridas y semiáridas de México, ocupan 66% (aproximadamente 130 millones de ha) del territorio nacional y gran parte de ellas (70,3%) se distribuyen en el norte y centro del país (Medina *et al.*, 2004; INEGI, 2005). En estas zonas, los caprinos y ovinos juegan un papel importante en la economía familiar rural por ser fuente de ingresos y alimento.

La población de caprinos y ovinos en México es de aproximadamente 3,8 y 1,8 millones de cabezas, respectivamente (SIACON, 2007). La mayor parte de esta población (93%) se cría en condiciones extensivas apacentando la vegetación nativa incluida en los pastizales y matorrales naturales. La fracción menor remanente de esta población se cría en estabulación, con forrajes de buena calidad incluyendo alfalfa, ensilaje de maíz y concentrado, y en condiciones semiextensivas, apacentando pastizales y consumiendo forrajes conservados o suplementos en el corral (Mellado *et al.*, 2004).

La baja precipitación de errática distribución, la presencia frecuente de periodos de sequía y la utilización de las áreas de pastoreo, más allá de su capacidad receptiva, conducen a que con mayor frecuencia en estas zonas se presenten periodos de baja disponibilidad de forraje de calidad, siendo la época más crítica de marzo a fines de junio, cuando inicia la temporada de lluvias. Esta limitación obliga a los productores a optar por formas de suplementación en corral para satisfacer las necesidades nutricionales del ganado, utilizando forrajes de corte y/o residuos de cosecha (Salinas *et al.*, 1991; Salinas *et al.*, 1993; Hernández *et al.*, 2001; Flores *et al.*, 2005).

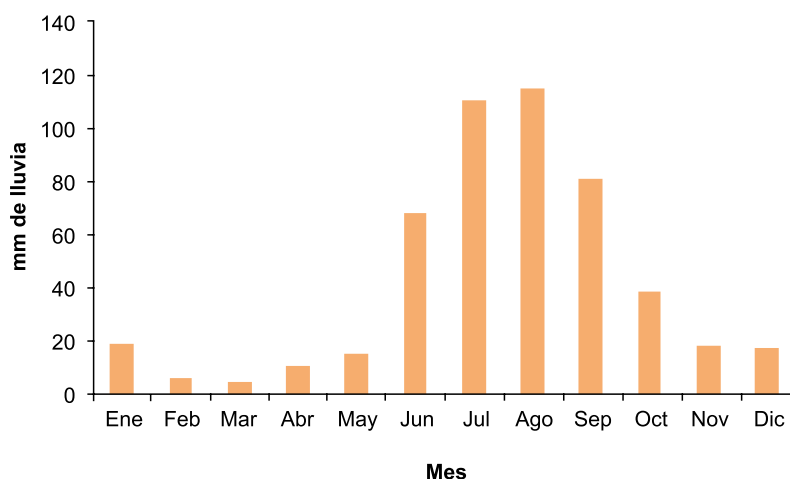
### Tipo de Forrajes

La producción de forraje en las zonas áridas y semiáridas de México se ha incrementado en 225% en las últimas dos décadas, al extenderse su cultivo de 547.661 ha a 1.782.169 ha (SIACON, 2007). Este incremento fue promovido por dos factores: 1) un aumento en la demanda de forraje a causa de una sequía severa que por más de 10 años azotó el norte de México con la consecuente reducción de la producción de forraje en los pastizales y 2) la baja rentabilidad de los cultivos para consumo humano,

en particular frijol y maíz, producto de la alta siniestralidad por la sequía recurrente, que ha derivado en programas gubernamentales de reconversión de tierras agrícolas, tradicionalmente dedicadas a producir estos dos cultivos, sustituyendo su producción por la de forraje con cereales de grano pequeño, en especial avena, o pastos nativos (Rumayor *et al.*, 2004).

En general, en la región árida y semiárida de México 75% de la precipitación anual ocurre entre junio y septiembre, con un pico máximo entre julio y agosto (Figura 1). Esta distribución determina que la producción de forrajes se practique tanto en condiciones de secano como de riego, cuando este último es posible. Existen dos ciclos de producción característicos que permiten que la producción de forraje pueda ser posible durante todo el año: el ciclo primavera-verano que comprende los meses de mayo a octubre, período en que ocurre la estación de lluvias, y el ciclo otoño-invierno, de octubre a abril, en el que la producción principal es de regadío. El 93,1% de la superficie de cultivos forrajeros anuales, se siembra en el ciclo primavera-verano, una gran parte (85,8%) en condiciones de secano y el remanente en condiciones de riego. El restante 6,9% de las forrajeras anuales se siembra en el ciclo otoño-invierno (SIACON, 2007), en su mayoría con riego (57,3%), debido a que en este ciclo la precipitación de lluvia es insuficiente para cubrir las necesidades hídricas de los cultivos.

Los cultivos forrajeros que se producen son tanto anuales como perennes, sin embargo, su diversidad es reducida. La Tabla 1 refleja esa diversidad y permite una comparación de los cambios en superficies de cultivos entre 1980 y 2006. Los



**Figura 1. Patrón típico de distribución de la precipitación en las zonas áridas y semiáridas de México.**

Fuente: Medina y Ruiz (2004).

Notas: primavera: marzo a junio; verano: junio a septiembre; otoño: septiembre a diciembre; invierno: diciembre a marzo.

**Tabla 1. Patrón de cultivos forrajeros de la región árida y semiárida de México.**

Cultivos	1980				2006			
	Riego (ha)		Secano (ha)		Riego (ha)		Secano (ha)	
	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V
<b>Anuales</b>								
Avena	26.565	3.825	1.228	207.231	63.628	11.035	8.860	592.581
Maíz	333	28.500	0	635	266	70.293	0	152.381
Sorgo	1.577	24.308	5	8.661	2.544	60.381	6.302	106.079
Cebada	9.125	1.764	6.560	612	5.293	217	175	7.399
Trigo	3.848	311	266	0	1.976	0	1.993	82
Triticale	115	0	0	0	3.709	26	0	0
Centeno	0	0	0	0	108	0	0	0
Garbanzo	3.674	6	14.849	22	824	93	0	0
Pastos	0	0	0	0	24.435	712	355	4.738
<b>Perennes</b>								
Alfalfa	nd	158.972	nd	4	nd	276.779	nd	0
Praderas	nd	43.270	nd	1.395	nd	116.453	nd	257.772
Nopal	nd	0	nd	0	nd	53	nd	4.627

Fuente: SIACON (2007).

Notas: O-I = ciclo otoño-invierno; P-V = ciclo primavera-verano; nd = No disponible.

principales cultivos anuales en 2006 fueron cinco: avena (*Avena sativa* L.), maíz, (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench. *vulgare* Pers.), cebada (*Hordeum vulgare* L.) y garbanzo (*Cicer arietinum* L.), los cuales ocuparon 96,6% de la superficie cultivada, siendo la avena el cultivo con mayor incidencia (60,0% de la superficie forrajera cultivada). En 2006 los cultivos perennes más importantes en relación con la superficie cultivada incluyeron: pastos perenes (57,1%), la alfalfa (42,2%) y el nopal forrajero (*Opuntia ficus-indica*) (0,7%) (SIACON, 2007). El crecimiento en la superficie sembrada con avena, maíz y sorgo de 1980 a 2006, reflejando el impacto de la reconversión, fue de 183%, 657% y 407% respectivamente.

## Potencial Productivo y Tecnología de Producción de los Cultivos Forrajeros

El potencial productivo de los cultivos varía de acuerdo con la especie y variedad utilizada, tipo de suelo y aspectos del manejo del cultivo (p. ej. fertilización, control de plagas, y calendario y lámina de riego). En esta sección se presenta información relativa al comportamiento productivo y la tecnología de producción de avena, maíz, sorgo, pasto *buffel*, alfalfa y praderas de riego y secano.



## Avena

### *Producción de secano*

La siembra de avena se practica desde mediados de junio (cuando inicia la temporada de lluvias) hasta mediados de agosto, aunque es preferible sembrar al inicio de la temporada de lluvia porque las siembras tardías acortan el ciclo de producción, con una consecuente reducción del rendimiento del cultivo y un mayor riesgo de pérdida de producción y calidad del forraje a consecuencia del daño por heladas. Puede afirmarse, en general, que la avena es la alternativa más viable para producir forraje aun cuando el inicio de las lluvias se demore, en este último caso su ciclo corto de producción permitirá cosechar forraje entre los 60 y 65 días, cuando el grano se encuentra en estado lechoso (Medina *et al.*, 2001; Meza, 2004). La siembra se puede realizar con maquinaria en hileras, a 0,17 m de separación, o esparciendo la semilla al voleo; la densidad de siembra recomendable es de 100 a 130 kg/ha de semilla. El rendimiento promedio de forraje seco es inferior a 1,0 ton/ha en años secos y 3,5 ton/ha en años normales de precipitación (SIACON, 2007). Los reportes de investigación consignan que con aproximadamente 300 mm de precipitación el rendimiento de forraje seco puede fluctuar entre 3,0 y 7,0 ton/ha, este último rendimiento obtenido en años con buena distribución de la precipitación (García y Tiscareño, 1985a; García, 1985; Valencia *et al.*, 1985).

### *Producción con riego*

Aproximadamente 87,7% de la superficie dedicada a la producción de avena en otoño-invierno se siembra con irrigación (SIACON, 2007). En las regiones más frías, como en el norte del país, la siembra se recomienda de principios de septiembre a mediados de octubre (González y Ávila, 1996a) para que el cultivo quede establecido antes de que se presenten días con heladas. En el centro del país, donde los inviernos son más benignos, la fecha de siembra se extiende hasta fines de diciembre (Medina *et al.*, 2001; Becerra, 2004; CEVG, 2005). La cantidad de semilla y método de siembra son similares a los de secano. El rendimiento potencial de forraje en materia seca puede fluctuar entre 6,7 ton/ha cuando se cosecha antes de la emergencia de la espiga (Farías *et al.*, 1983), 8,8 ton/ha en un sistema de cosecha de multicortes manejado como pradera en el norte de México (González y Contreras, 1985) y 12,0 ton/ha en la zona semiárida del centro de México (Núñez, 1985a).

Las variedades más utilizadas son Chihuahua y Cuauhtémoc, liberadas hace más de 30 años para producir forraje y grano. El INIFAP ha creado y liberado nuevas variedades con ventajas específicas, p. ej. eficiencia de uso del agua, mejor rendimiento, mejor calidad del forraje y resistencia o tolerancia a enfermedades. Las variedades forrajeras recomendadas incluyen *Karma*, *Cevamex*, *Obsidiana*, *Turquesa*, *Bachiniva*,

*Babicroa* y *Papigochi*, cuya semilla se produce en México en volúmenes cada vez mayores (Villaseñor *et al.*, 1998; Amado *et al.*, 2000).

### **Calidad del forraje**

La calidad del forraje depende del estado de madurez en que se cosecha el cultivo. En general, la mayoría de la avena de secano es cosechada en la etapa fenológica de madurez fisiológica del grano. A medida que madura el cultivo decrece la calidad; por ejemplo, Tovar y Núñez (1986) consignaron que al cosechar la avena a los 60 días el contenido de proteína cruda, fibra detergente ácido y fibra detergente neutro fue de 13,2%, 26,4% y 43,6%, respectivamente, mientras que a los 120 días los porcentajes de estos componentes fueron 5,4%, 32,4% y 53,7%, respectivamente, caracterizando una calidad disminuida. El contenido de proteína del heno de avena es mayor (15,2%) cuando la avena es cosechada en estado vegetativo anterior a la emergencia de la inflorescencia (Farías *et al.*, 1983), y menor (9,5%) cuando es cosechada en madurez fisiológica de grano (Flores *et al.*, 2008).

### **Maíz y sorgo**

Estos dos cultivos son similares en cuanto a requerimientos ecológicos y manejo agronómico por lo que su descripción se agrupa en esta sección. Después de la avena, el maíz es el segundo cultivo en importancia ocupando 19,7% de la superficie cultivada con forrajes en las zonas áridas y semiáridas de México. El sorgo ocupa el tercer lugar ocupando 15,6% de la superficie cultivada con forrajes.

### **Producción de secano**

Una gran parte de la superficie sembrada con maíz en cultivos de secano para grano termina con una producción que es más bien utilizada como forraje por los bajos rendimientos en grano que se obtienen debido a las sequías; por ejemplo, Luna y Gutiérrez (2004) citan que en Zacatecas de las 267.000 ha sembradas de maíz sólo 30% de esa superficie produce forraje y no grano por efecto de la sequía. Todos los residuos (rastrojo) del maíz después de cosechar el grano (en el caso en que se cosecha este producto) son usados como forraje.

La siembra de maíz y de sorgo en condiciones de secano se inicia en junio, al establecerse la época de lluvias, y se extiende hasta mediados de julio. En siembras tardías se recomienda el uso de variedades de ciclo corto que son menos productivas (Luna y Gutiérrez, 2003; CEVG, 2005). La densidad de siembra para maíz y sorgo es de 14,0 a 15,0 kg/ha (Medina *et al.*, 2001; CEVG, 2005). El rendimiento potencial de heno del maíz cosechado en madurez fisiológica (estado fisiológico en el que la mayoría de los productores lo cosecha), utilizando las variedades y prácticas agronómicas recomendadas, y con una precipitación aproximada de 450 mm bien distribuidos,

puede llegar a 10,8 ton/ha, que incluye 3,6 ton/ha de grano y 7,2 ton/ha de material vegetativo (Luna y Gutiérrez, 2004). Sin embargo, buena parte del maíz forrajero se siembra en terrenos donde la precipitación es inferior a 450 mm. El rendimiento reportado con 290 mm es de 4,2 ton/ha de materia seca (Arias, 1982), mientras que con 250 mm el rendimiento promedia 2,8 ton/ha de materia seca (González y Arias, 1982). Estos rendimientos, o aún inferiores, son los obtenidos por la mayoría de los productores, tanto por no utilizar la tecnología recomendada, como por los efectos de la sequía.

En el caso del sorgo, los rendimientos en materia seca, con precipitaciones de 450, 330 y 200 mm de lluvia fueron respectivamente de 9,4, 5,0 y 2,2 ton/ha (García y Tiscareño, 1985b). Otra variante que se utiliza en baja proporción es un híbrido logrado del cruzamiento entre sorgo y pasto Sudán, el cual es más versátil porque puede cosecharse para heno, ensilaje o pastoreo con varios cortes por su buena capacidad de rebrote. Su rendimiento acumulado llega a ser similar al del sorgo (Núñez, 1985b).

Las variedades que se recomiendan para secano varían en las diferentes regiones áridas y semiáridas de México, en el caso de maíz las variedades más comunes son: *Cafime*, V-209, VS-201, VS-202, aunque en el mercado sólo se encuentra la *Cafime*. Las otras variedades no disponibles son de polinización libre, por tanto, con las precauciones necesarias, el productor tiene la posibilidad de producir su propia semilla. Los híbridos AS-822, AS-820 y AS-900, se recomiendan para condiciones de secano y su semilla es disponible en el mercado. En el caso de sorgo se recomiendan los híbridos: Silo Miel, *Honey graze*, *Sweet Sioux* (Medina *et al.*, 2001; CEVG, 2005; Hernández *et al.*, 2007). La semilla de la mayoría de los híbridos de maíz y sorgo es producida por firmas comerciales.

### **Producción con riego**

La producción de maíz forrajero de regadío es bastante aceptada por ser un cultivo eficiente en el uso del agua, de alta productividad y de buena calidad, y en especial por ser una fuente importante de energía; en la región norte-centro de México este cultivo es más eficiente en el uso del agua que el pasto *ryegrass* anual, la alfalfa y avena, tal como se observa en la Tabla 2. La producción de maíz y sorgo en esta modalidad se destina a la elaboración de ensilaje. Cuando se usan variedades o híbridos con una alta proporción grano:forraje su contenido energético es alto (Núñez *et al.*, 1999) y por tanto apropiado para ganado caprino lechero. En las regiones donde las temperaturas invernales no son un factor limitante del cultivo, el maíz y sorgo de regadío se pueden sembrar tanto en primavera, desde mediados de marzo a mediados de abril, como en verano, de junio a julio (CEVG, 2005, Núñez *et al.*, 2006). La densidad de población recomendada es de 80 a 90 mil plantas/ha para la producción de ensilajes de alto valor

**Tabla 2. Rendimiento de materia seca y eficiencia del uso del agua de cultivos forrajeros en la región de la Comarca Lagunera, Coahuila.**

Cultivo	Rendimiento de materia seca (ton/ha)	m <sup>3</sup> de agua/ ton de materia seca
Maíz Primavera	14,79	437
Maíz Verano	9,26	773
Sorgo (1 corte)	15,78	437
Sorgo (2 cortes)	21,07	528
Avena antes de floración (1 corte)	6,69	668
Sorgo x Sudán (4-5 cortes)	16,59	794
Ryegrass anual (4-5 cortes)	20,70	951
Alfalfa	20,70	1,185

Fuente: Farías *et al.* (1983).

energético (Cox y Cherny, 2001). El rendimiento de materia seca en maíz con riego llega hasta 25 ton/ha (Contreras *et al.*, 1999) y en sorgo con riego fluctúa entre 17 y 21 ton/ha (Farías *et al.*, 1983; González, 1985).

En el pasado las variedades que se utilizaban y recomendaban eran de porte alto con alta producción de materia seca, sin embargo, su contenido de grano era bajo y la calidad del ensilaje resultaba también baja. Las variedades actuales tienen una alta proporción de grano, 40% o mayor, concentraciones de fibra detergente ácido y fibra detergente neutro de 28% y 55%, respectivamente, y una energía neta para lactancia de 1,5 Mcal/kg de materia seca (Núñez *et al.*, 1999). Algunas de las variedades de maíz que se recomiendan para el norte–centro de México son: 31Y43, MD9995, 30G88 y JPX-75; y en el caso de sorgo: Campeador, *Tahoka* y Megasilo. La semilla de estas variedades es comercializada en México por compañías internacionales productoras de semilla.

### **Calidad del forraje**

Los resultados de calidad de forraje que aquí se presentan se limitan a maíz y sorgo con riego. En maíz, cosechado cuando la línea de leche está a un tercio del grano (la línea de leche es la línea que divide la fracción sólida y suave del grano durante su proceso de maduración; Núñez *et al.*, 2002) la digestibilidad *in vitro* de la materia seca es de 69,6% y contiene 1,58 Mcal/kg MS de energía neta para la lactancia (Contreras *et al.*, 1999). Farías *et al.* (1983) reportan un contenido de proteína de hasta 12,2% aunque el promedio general es de 8,0% (Schoerder, 2004). En cuanto al sorgo, al cosecharlo en estado de grano lechoso, con consistencia pastosa, el contenido de proteína es de 12,6%, la digestibilidad *in vitro* de la materia seca promedia 68,0% y la energía neta para la lactancia promedia 1,49 Mcal/kg MS (Contreras *et al.*, 1999).

## Alfalfa

La alfalfa es el principal cultivo forrajero que se utiliza en las explotaciones intensivas y semiintensivas de caprinos y ovinos que son alimentados total o parcialmente en corral. La razón de la preferencia por este forraje es su alta calidad nutritiva. En México, la alfalfa se produce sólo con irrigación. La principal época de siembra es desde septiembre a noviembre (otoño-invierno), aunque también se puede sembrar en primavera. La siembra de otoño-invierno se recomienda como óptima porque las bajas temperaturas no permiten que las malezas sean un problema para el establecimiento del cultivo. La siembra es mecánica con una densidad de siembra de 35 kg/ha, lo cual permite una óptima distribución de 170 a 200 plantas/m<sup>2</sup> a finales del primer año (Quiroga y Márquez, 2000). El potencial de producción de materia seca de alfalfa con irrigación fluctúa entre 16 y 28 ton/ha (Mendoza, 1982; Farías *et al.*, 1983). La variedad CUF-101 es la de uso más generalizado. Nuevas evaluaciones en el INIFAP identificaron variedades que superan los rendimientos de CUF-101 entre 10 y 25%. Las nuevas variedades, cuyo uso está incrementando, incluyen Júpiter, GENES-9680, GENES-9790, GENES-9890, Altaverde Lechera, WL-711-WF y Altaverde Reyna.

### *Calidad del forraje*

La calidad del forraje está funcionalmente ligada a la etapa fenológica en que se cosecha la alfalfa. La etapa de desarrollo del cultivo en que se cosechará depende de las necesidades de nutrientes determinadas por el tipo de explotación, si las necesidades son de forraje de alta calidad se deberá cosechar en etapa vegetativa cuando la floración se encuentra en botón, sin embargo, con este régimen de cosecha la vida productiva del alfalfar se reduce porque la planta no llega a reemplazar sus reservas de carbohidratos. Al cosechar la alfalfa cuando tiene entre 10 y 25% de floración se obtiene el mejor balance entre rendimiento y calidad; al retrasar la cosecha el rendimiento aumenta pero la calidad disminuye porque hay pérdida de hojas en la parte inferior de la planta y aumenta la proporción de tallos (Undersander *et al.*, 1994; Orloff y Marble, 1997). La Tabla 3 muestra las variaciones de calidad de la alfalfa de acuerdo con su etapa de cosecha y método de conservación, observándose una disminución en la calidad nutritiva a medida que la madurez de la planta avanza. La Tabla 3 también muestra que hay diferencias entre los métodos de utilización y conservación del forraje; la mejor calidad se obtiene cuando la alfalfa se utiliza en verde, la alfalfa ensilada tiene calidad intermedia y la henificada una calidad menor.

## Praderas cultivadas (Pasto buffel y otros)

### *Producción de secano*

**Tabla 3. Calidad de forraje de alfalfa de acuerdo con la etapa de corte y forma de conservación.**

Ítems	Proteína cruda (%)	Fibra Detergente Neutro (%)	Energía neta para la lactancia (Mcal/kg de MS)
<b>Etapa de desarrollo</b>			
Crecimiento vegetativo	>21,0	>30,0	1,46-1,50
Botón	19,0-21,0	37,0-40,0	1,41-1,45
Inicio de floración	17,0-19,0	40,0-46,0	1,35-1,40
Floración al 50%	13,0-16,0	47,0-51,0	1,20-1,30
Floración al 100%	>13,0	>51,0	>1,20
<b>Método de conservación</b>			
Verdeo	19,3	36,1	nd
Henificado	13,5	45,4	nd
Ensilado	16,7	44,2	nd

Fuente: Núñez (2000).

Nota: nd = Datos no disponibles.

Las praderas que se han establecido en condiciones de secano incluyen especies introducidas de clima caliente como pasto *Rhodes* (*Chloris gayana* Kunth.), pasto llorón o *Boer* [*Eragrostis curvula* (Schrud.) Nees] y pasto *buffel* [*Cenchrus ciliaris* (L) Link. o *Pennisetum ciliare* (L.) Link]. Aunque en los últimos años las especies de pastos nativos han cobrado importancia, como por ejemplo los pastos navajita [*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths L.] y banderilla [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.], el pasto *buffel* sigue siendo el de mayor importancia, puesto que las praderas sembradas con este pasto representan aproximadamente 100% de las praderas con pastos cultivados. La época recomendada para el establecimiento de estas especies es desde junio, antes del periodo de lluvias hasta el 15 de agosto. En las zonas áridas y semiáridas no se recomienda sembrar en todo el terreno, sino más bien concentrar la siembra en áreas de captación de agua para incrementar el establecimiento y productividad de las plantas. Las estructuras de captación de humedad que se recomiendan son: bordos a nivel depositando la semilla sobre el talud o microcuencas captadoras de humedad en forma de semicírculo, depositando la semilla en el talud (Rubio, 2003). La densidad de siembra de semilla pura y viable es de 1,0, 4,0, 1,5 y 3,0 kg/ha para los pastos *Boer*, banderilla, navajita y *Rhodes*, respectivamente. El rendimiento de materia seca varía de 1,0 a 3,0 ton/ha (Medina *et al.*, 2001).

El pasto *buffel* es la especie más utilizada para establecer praderas de producción de secano. Originario de África, India y el Oeste de Asia (Hauser, 2008) el pasto *buffel* fue introducido en México en la década de 1950 con el objetivo de mejorar la condición

y productividad de los pastizales nativos del norte del país (Martín *et al.*, 1995). Se desconoce la superficie exacta sembrada con pasto *buffel* en México, aunque se estima que su cultivo involucra a más de 4 millones de hectáreas (García-Dessommes *et al.*, 2003). En los estados de Nuevo León, Tamaulipas y Coahuila, entre 1960 y 1980, se sembraron tres millones de hectáreas con este pasto de las que quedan 1.231.950 ha (Gómez *et al.*, 2007). En el estado de Sonora se estima que la producción involucra 750.000 ha (Ibarra *et al.*, 2004).

Los sitios para establecimiento del pasto *buffel* deben ser de preferencia pastizales planos o lomeríos suaves. Los mejores suelos son los de textura ligera o franca con pH entre 5,5 y 7,5 y con buen drenaje; por ejemplo: Arena Migajonosa, Migajón Arenoso, Migajón, Migajón Areno-Arcilloso, Arcilla Arenosa, y los suelos menos pesados de texturas Arcillosa, Migajón Arcilloso y Migajón Limoso. Esta especie se establece bien en sitios con precipitación entre 300 y 600 mm, de los cuales 250 a 550 mm ocurren en verano. En áreas con menos de 300 mm el pasto *buffel* no es productivo y no se recomienda su siembra, aunque en Estados Unidos, Australia y África produce en zonas con precipitaciones inferiores a 200 mm. La temperatura óptima para el establecimiento y desarrollo de la planta es de 25°C, pero se comporta bien en el rango de 18 a 35°C. Como esta especie no tolera las bajas temperaturas, la temperatura mínima del sitio debe ser superior a 5°C; debajo de esta temperatura existe alto riesgo de mortalidad de plantas (Ibarra y Martín, 1995).

La siembra del pasto *buffel* se realiza antes del inicio de las lluvias. Si se siembra con anticipación a ese periodo, se corre el riesgo de que una lluvia ligera induzca la germinación y luego las plántulas mueran si no reciben precipitación ulterior. Si se siembra tarde, las plántulas no están suficientemente desarrolladas para cuando llega el invierno y la época seca, lo cual ocasiona una alta pérdida de las mismas. El método de siembra más común es de distribuir la semilla al voleo y taparla con un paso de ramas o un rastreo superficial. También se puede sembrar mecánicamente con una sembradora de cereales a la cual se adapta unos agitadores para que la semilla, por sus pubescencias, no obstruya las salidas de semilla del sembrador. La profundidad de siembra no debe ser mayor de 1,5 cm en suelos arenosos y 0,8 cm en suelos arcillosos. La densidad de siembra recomendada es de 3,0 kg de semilla pura viable. No se debe sembrar semilla recién cosechada porque su porcentaje de germinación es bajo, por tanto debe dejársela reposar entre 6 y 18 meses. Tampoco debe usarse semilla con largo tiempo de almacenamiento por la pérdida de viabilidad, por ejemplo, si la germinación a los 18 meses era de 90% a los cinco años disminuye a 30% (Ibarra y Martín, 1995; Hernández y Villanueva, 2001).

La producción de forraje de las praderas de pasto *buffel* depende de las condiciones de suelo, precipitación, temperatura y manejo del pastoreo. Entre estos factores el de mayor relevancia es la precipitación que ocurre en verano. Con precipitación de 350 a 380 mm en verano el rendimiento en materia seca puede promediar de 4,1 a 6,9 ton/ha. Cuando la precipitación es menor, por ejemplo de 232, 186 y 146 mm, el rendimiento

de materia seca promedia 2,5, 1,04 y 0,465 ton/ha, respectivamente. Cuando la lluvia no es un factor limitante el ciclo de producción puede ser de 160 días, pero en años secos se puede reducir a sólo 40-60 días. La tolerancia a la sequía que posee el pasto *buffel* hace que sea la opción más productiva en relación con muchas especies de pastos nativos de los pastizales semiáridos y áridos de México, logrando aumentar hasta 25% la capacidad de carga del pastizal (Martín *et al.*, 1995; Martín e Ibarra, 1995; Ibarra *et al.*, 2004).

Las variedades de pasto *buffel* que se utilizan incluyen: *buffel* común (T-4464), Nueces y Zaragoza 115. La mayor parte de las praderas son de *buffel* común, cuya semilla se colecta de praderas establecidas para forraje o a las orillas de las carreteras y caminos donde crece esta variedad. La semilla de las otras variedades (Nueces y Zaragoza-115) se produce en pequeña escala por productores del norte de México.

### **Producción con riego**

Las especies que conforman praderas de regadío incluyen especies de clima frío, siendo las principales *ryegrass* anual (*Lolium multiflorum* Lam.), *ryegrass* perenne (*Lolium perenne* L.), festuca alta (*Festuca arundinacea* Shreb.), pasto huertero u ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y bromo suave (*Bromus inermis* Leyss). La época óptima de siembra de estas praderas es desde mediados de septiembre a fines de octubre y la cantidad de semilla recomendada para todas las especies nombradas es de 30 a 35 kg/ha. Cuando se utilizan especies anuales lo común es que se siembran en monocultivo, pero también se pueden sembrar en asociaciones con trigo o con avena, en cuyo caso, las densidades de siembra por hectárea son 100 kg de cereal y 30 kg de *ryegrass* (González y Ávila, 1996a). En el caso de las praderas perennes, lo común es que éstas se establezcan en asociaciones entre *ryegrass* perenne, festuca alta, pasto huertero, y bromo suave (CEVG, 2005). El rendimiento potencial de praderas de *ryegrass* anual o perenne, en monocultivo o asociado, fluctúa entre 15 y 25 ton/ha de materia seca en seis ciclos de corte o pastoreo, los menores rendimientos corresponden a zonas más frías en las que el ciclo de producción se acorta a cinco cortes o ciclos de pastoreo (González y Ávila, 1996b; Ramos *et al.*, 2000; Medina *et al.*, 2001).

Las variedades recomendadas para praderas de regadío son:

- *Ryegrass* anual: Oregón o común, *Barspectra*, *Tetragold*, *Surrey*, *Max*, *Comet*, *Mágnun* y *Gulf*.
- *Ryegrass* perenne: *Amazon*, *Barlatra* y *Prana*.
- Festuca alta: *Fawn*, *Alta* y *Safe*.
- Pasto huertero (ovillo): *Potomac* y *Paiute*.
- Bromo suave: *Matua* y *Deborha*.



Las semillas de todas estas especies son importadas de Estados Unidos de América puesto que no se producen en México.

### **Calidad del forraje**

La calidad forrajera del pasto *buffel* es buena y supera o iguala a la de los pastos nativos. La digestibilidad de la materia seca fluctúa entre 40% y 60% y el contenido de proteína cruda es superior a 10% en la etapa de crecimiento, mayor a algunas especies de gran valor forrajero en el norte de México como el pasto navajita (Ramírez *et al.*, 2001; Hendricksen *et al.*, 2002; Garcia-Dessommes *et al.*, 2003).

En el caso de otros pastos cultivados tanto de secano como de regadío, para obtener un balance adecuado entre rendimiento y calidad, el punto de cosecha recomendando es cuando la pradera alcanza de 25 a 30 cm de altura. En tal caso el forraje contiene de 13 a 14% de proteína cruda (Núñez y Valdez, 1985) y la digestibilidad de la MS es de 78% (Farías *et al.*, 1983).

## **Requerimientos de Agua y Eficiencia de Uso de los Cultivos Forrajeros de la Zona Árida y Semiárida de México**

El patrón de cultivos forrajeros de secano en las zonas áridas y semiáridas de México involucra tres especies: avena, maíz y sorgo, cuyas necesidades y eficiencia de uso de agua son diferentes. El maíz es el cultivo con mayor demanda de agua y la avena el cultivo con menor demanda hídrica. El maíz requiere entre 500 a 800 mm durante el ciclo completo de cultivo, mientras que el sorgo, la avena y la cebada entre 450 y 600 mm (Brouwer y Heibloem, 1986; Enciso *et al.*, 2004).

Aunque la avena y la cebada tienen el mismo uso consuntivo que el sorgo, la eficiencia de uso del agua es menor que la del sorgo, por ejemplo, Callow y Kenma (2004) citan que el sorgo produjo de 2,1 a 4,3 kg MS/ha/m<sup>3</sup> de agua, el maíz 3,4 kg MS/ha/m<sup>3</sup> y la avena 2,7 kg MS/ha/m<sup>3</sup>. La alta eficiencia del maíz y el sorgo para producir biomasa por unidad de agua transpirada se debe a que son plantas con ruta fotosintética C4, más eficientes para fijar carbón que las especies C3 como avena, cebada y trigo (Keller y Seckler, 2005).

Entre los cultivos irrigados, la alfalfa consume la mayor cantidad de agua necesitando hasta 1.600 mm por ciclo productivo y es menos eficiente que las especies usadas en las praderas irrigadas; por ejemplo, la alfalfa produjo 1,2 kg MS/ha/m<sup>3</sup> y el *ryegrass* anual 1,76 kg MS/ha/m<sup>3</sup> (Callow y Kenma, 2004).

La avena es menos eficiente en el uso del agua y de menor calidad nutritiva que la cebada y el trigo, pero tiene un uso más generalizado para producir heno por varias razones: 1) la semilla para su siembra es fácilmente conseguida por ser un

cultivo tradicional, 2) no posee aristas rígidas como la cebada y trigo que dañan al ganado al consumir heno, y 3) es un cultivo flexible que puede utilizarse de diversas maneras, como heno o ensilaje y en pastoreo directo (Fraser y McCartney, 2004; Moore, 2005).

## **Características de los Cultivos Forrajeros para Tolerancia a Sequía**

La producción de forraje de secano confronta el problema permanente de disponibilidad de agua debido a dos razones principales: 1) la precipitación es baja, de 175 a 600 mm, y de ésta 130 a 450 mm son disponibles durante la estación de crecimiento, y 2) la evaporación potencial es alta a causa de las altas temperaturas, llegando a ser, en algunos lugares, hasta 10 veces mayor que la precipitación recibida; por ejemplo, en el valle de Juárez, en el norte del estado de Chihuahua la precipitación anual promedia 217 mm y la evaporación anual promedia 2.634 mm (Corral, 1989); mientras que en el centro de México, en Villa Hidalgo, Zacatecas, la precipitación anual promedio es de 343 mm y la evaporación y evapotranspiración potenciales son de 2.218 mm y 1.526 mm, respectivamente (Medina y Ruiz, 2004).

Las condiciones señaladas propician que a menudo la pérdida de agua por transpiración sea mayor que la capacidad de absorción de la planta, creándose un déficit de agua (efecto de sequía) que reduce actividades fisiológicas, p. ej. el crecimiento, reproducción y fotosíntesis, por debajo del potencial de la especie o cultivar (Brown, 1995) con una consecuente declinación del rendimiento del producto de interés (Atwell *et al.*, 1999). Para una producción satisfactoria, los cultivos deben poseer características morfológicas y fisiológicas que les permitan adaptarse o aclimatarse a la sequía mediante la reducción de la pérdida de agua por transpiración, de tal forma que el crecimiento continúe y el rendimiento final no sea afectado. De acuerdo con Levitt (1980), Brown (1995), y Atwell *et al.* (1999), las características morfológicas y fisiológicas que permiten a las plantas adaptarse o aclimatarse al déficit de agua se detallan a continuación.

### **Características Morfológicas**

#### ***Modificaciones de las hojas que reducen pérdida de agua y la carga de calor***

Estas modificaciones incluyen: 1) células más pequeñas, 2) pared celular más gruesa, 3) menor densidad y tamaño de los estomas (Xu y Zhou, 2008), 4) cutícula gruesa o con presencia de ceras, 5) hojas suculentas o esclerófilas, 6) hojas pequeñas, 7) cambios en la orientación de las hojas, 8) enrollamiento de las hojas durante el

periodo de déficit de agua, 9) presencia de pubescencias y 10) modificaciones de las hojas en espinas, brácteas o apéndices.

### ***Adaptaciones del sistema radicular***

La capacidad de exploración del suelo por las raíces de la planta y el volumen de suelo ocupado por ellas es un factor crítico en la obtención de agua que permite a las plantas reducir el déficit de agua. En respuesta a las condiciones de sequía las plantas invierten más recursos en la formación de raíces que en follaje, de tal manera que la relación raíz:follaje es más alta. Lo deseable es que los cultivos tengan una raíz profunda de amplia extensión lateral y gran capacidad de ramificación, ofreciendo una superficie acrecentada de contacto de la raíz con el suelo (Brown, 1995). Por ejemplo, el sorgo y girasol extraen el agua a mayor profundidad que el maíz y la soya (Norwood, 1999).

## **Características fisiológicas**

### ***Cerrado de estomas***

El cierre de los estomas es un mecanismo fisiológico adaptativo de las plantas que evita los efectos de la sequía al reducir la pérdida de agua por transpiración y mantener la turgencia celular. Es deseable que las plantas tengan alta capacidad para cerrar rápidamente sus estomas al disminuir la disponibilidad de agua. Las plantas más tolerantes a la sequía poseen estas características. También las plantas xerófitas responden a la sequía abriendo sus estomas por unas horas en la mañana y cerrándolos durante la parte más caliente del día, cuando la tasa de transpiración es más alta (Levitt, 1980).

### ***Ajustes osmóticos y de las propiedades de la pared celular***

Las plantas con adaptaciones pueden modificar la concentración de solutos para asemejar el potencial osmótico de la célula con el del ambiente y así evitar la pérdida de agua celular. Para permitir el crecimiento celular a baja turgencia de la célula (Levitt, 1980), se requieren también cambios en las células en cuanto a su elasticidad y capacidad de distensión los cuales son posibles en plantas adaptadas o tolerantes a la sequía.

### ***Otros ajustes fisiológicos***

Otros ajustes conocidos en plantas adaptadas incluyen bajos puntos de compensación a la hidratación y evitar la pérdida de proteínas (Levitt, 1980).

## Prácticas para Conservar y Aumentar la Eficiencia del Agua en la Agricultura de Zonas Áridas y Semiáridas

En las regiones áridas y semiáridas debe practicarse una agricultura enfocada a la captación y conservación del agua, ya sea de precipitación o irrigación, y a aumentar la eficiencia de su uso. La eficiencia del uso del agua debe buscar obtener altos rendimientos del producto deseado (Sinclair y Muchow, 2001). Lograr este objetivo no es fácil, puesto que se deben combinar varias estrategias que incluyen: 1) mejoramiento genético y selección del cultivo, 2) manejo de sistemas y patrones de cultivos y 3) manejo del suelo a través de sistemas de labranza.

### Mejoramiento genético y selección del cultivo

El enfoque del mejoramiento genético para condiciones de baja disponibilidad de agua enfoca dos aspectos: 1) la selección adecuada de la especie y 2) la explotación de la variabilidad genética para tolerancia a sequía. Las especies seleccionadas deben tener un desarrollo fenológico que concuerde con el patrón de lluvias, de modo que los periodos de mayor requerimiento de agua, como floración y llenado de grano, coincidan con las lluvias. También hay que seleccionar aquellos cultivos con habilidad de obtención de agua, por ejemplo Stone *et al.* (2001) compararon el girasol y sorgo en relación con la profundidad del frente de extracción de agua de las raíces y el volumen de agua extraído; la profundidad del frente de extracción de humedad del girasol fue de 2,49 m y la del sorgo de 1,85 m, mientras que el volumen de agua extraído por el girasol fue 107 mm superior al del sorgo. La capacidad de mayor extracción de agua a mayor profundidad, confiere al girasol la capacidad de tolerar mejor la sequía.

En cuanto a explotar la variabilidad genética, el objetivo fue lograr variedades con características morfológicas y fisiológicas que confieren tolerancia a la sequía. En México, el mejoramiento genético para resistencia a sequía data de la década de 1950 (Rumayor *et al.*, 2004) y ha liberado variedades de maíz que funcionan bien en condiciones en las que la sequía es un fenómeno común, con rendimientos de 7,3 ton de MS/ha, que incluyen hasta 4,5 ton de grano. Estas variedades presentan características fisiológicas y morfológicas que les permiten ser eficientes en el uso y conservación del agua, por ejemplo la variedad VS-209 emerge más rápido y su tasa de crecimiento inicial es alta, reduce su crecimiento cuando hay déficit de agua y lo reanuda a tasas altas cuando la humedad es nuevamente disponible; además, tiene una menor tasa de transpiración y una menor densidad estomática (Luna y Gutiérrez, 2000). La selección para tolerancia a la sequía se sigue realizando en todos los cultivos forrajeros de interés económico como cebada, sorgo y pastos (Salih *et al.*, 1999; Borrell *et al.*, 2000; Bonos *et al.*, 2004; Rizza *et al.*, 2004).

## Manejo de los sistemas de cultivo

### *Asociación de cultivos*

La asociación de cultivos aumenta la eficiencia del uso de agua; por ejemplo Soetedjo *et al.* (1998) reportan que asociando chícharo (*Pisum sativum* L.) y canola (*Brassica napus* L.) en franjas, la eficiencia del uso del agua para producir materia seca fue mayor (4,2 kg /ha/mm) en comparación con monocultivos de canola y el chícharo (1,03 kg /ha/mm y 3,2 kg /ha/mm, respectivamente). Resultados similares reportan Jahansooz *et al.* (2004) al asociar trigo y garbanzo (*Cicer arietinum* L.) con incrementos en biomasa de 19% en relación con trigo en monocultivo y 396% en relación con garbanzo en monocultivo. Sainju *et al.* (2005) también consignan que la siembra de veza vellosa (*Vicia villosa* Roth.) asociada con centeno, en franjas, produjo más biomasa aérea y subterránea que el centeno y veza en monocultivo. Carr *et al.* (2004) no obtuvieron mayor rendimiento en biomasa al asociar avena y cebada con chícharo, pero la calidad del heno producido fue superior en las mezclas de cultivos, con resultados similares a los reportados por Lauriault y Kirskey (2004). Sin embargo, dado que la eficiencia del uso del agua de los cultivos varía, es importante seleccionar las combinaciones adecuadas para obtener el máximo rendimiento y calidad, por ejemplo Pikul *et al.* (2004) reportaron que al intercalar avena con chícharo o con lenteja (*Lens culinaris* Medikus), la primer combinación produjo 29 kg MS/ha/mm y la segunda 21 kg MS/ha/mm.

### *Densidad de población*

Otra práctica agronómica que se maneja para aumentar la eficiencia del uso del agua es la densidad de población. Norwood (2001) reportó que al incrementar la densidad de plantas de 30.000 a 60.000 plantas/ha, la eficiencia del uso del agua en maíz de secano incrementó de 13,5 a 19,4 kg de grano/ha/mm, respectivamente. Resultados similares se han reportado en praderas de secano, por ejemplo, en el pasto *eastern gamagrass* [*Tripsacum dactyloides* (L.) L.] la producción de materia seca se incrementó al aumentar el número de plantas/m<sup>2</sup> hasta alcanzar máxima producción y equilibrio a 4,8 plantas/m<sup>2</sup> (Springer *et al.*, 2003). En maíz forrajero, Reta *et al.* (2002) al reducir la distancia entre surcos de 0,76 m a 0,38 m, incrementando la densidad de 62.000 a 112.000 plantas/ha, logró un incremento de 19% en rendimiento y la calidad del forraje fue un tanto superior. En soya, se ha reportado que en condiciones de déficit moderado de agua el mejor rendimiento se obtuvo con 600.000 plantas/ha, una densidad que permitió mayor índice de área foliar, mientras que sin déficit, el mejor rendimiento se consiguió con 208.000 plantas/ha (Holshouser y Whittaker, 2002).

### **Secuencias de cultivos**

El uso de varios cultivos en un patrón de rotación espacial y temporal en el terreno tiene la ventaja de producir más biomasa que la siembra en monocultivo. El rendimiento del maíz, sembrado después de soya, fue superior al sembrado en monocultivo a través del tiempo y su calidad también mejoró al presentar una cantidad incrementada de minerales en la biomasa aérea (Riedell *et al.*, 1998). En la región central de Estados Unidos de América, Nielsen *et al.* (2006) indicaron que para obtener una alta eficiencia del agua de lluvia la mejor secuencia de cultivos es sembrar mijo–triticale–maíz. Farías *et al.* (1983) proponen varias secuencias de cultivos para producir forraje con irrigación que ponen de relieve diferencias en productividad del agua, por ejemplo, la secuencia *ryegrass* en invierno (4-5 cortes)–maíz en verano produjo 20,9 ton MS/ha con una eficiencia de uso del agua de 872 m<sup>3</sup> de agua/ton de forraje seco; la secuencia *ryegrass* anual (5 cortes)–sorgo (1 corte) produjo 27,3 ton/ha con una eficiencia de uso del agua de 656 m<sup>3</sup> de agua/ton de forraje seco; la secuencia avena (1 corte)–maíz en primavera–maíz en verano rindió 30,7 ton/MS/ha con una eficiencia de 588 m<sup>3</sup> de agua/ton de forraje seco y finalmente la secuencia avena (1 corte)–sorgo (2 cortes) produjo 27,6 ton MS /ha con una eficiencia de 562 m<sup>3</sup> de agua/ton de forraje seco. Esto sugiere la necesidad de buscar combinaciones adecuadas que comprometan mayor rendimiento y eficiencia en el uso del agua.

### **Arreglo espacial de las plantas**

La ubicación espacial de las plantas sobre el terreno ha sido reportada como un método para aumentar la eficiencia de los cultivos en el uso del agua. Cabañas *et al.* (2004) citan que en cebada sembrada en surcos en doble hilera la humedad aprovechable del suelo es mayor que en el suelo con cebada sembrada de la forma tradicional (al voleo).

### **Manejo del suelo**

El manejo del suelo es importante en los ambientes áridos y semiáridos para captar agua, conservarla y hacerla disponible a las plantas por el mayor tiempo posible. Las prácticas de manejo del suelo para incrementar la producción de forraje y el agua disponible se pueden agrupar en dos categorías: 1) modificaciones en la superficie del suelo y 2) prácticas de labranza de conservación.

### **Modificaciones en la superficie del suelo**

Las modificaciones que se han propuesto son la siembra en curvas a nivel, *pileteo* y corrugaciones con *pileteo*. La primera opción consiste en identificar puntos del terreno a la misma altitud y unirlos formando una curva a nivel sobre la cual se trazan los surcos. En el caso de cereales u otros cultivos que se siembran al voleo, después de la siembra



**Veza narbon (*Vicia narbonensis* L.) sembrada en curvas a nivel en condiciones de secano en Zacatecas, México**

se trazan bordos sobre las curvas a nivel para formar franjas, la separación dependerá de la pendiente del terreno (Echavarría *et al.*, 2004). En esta técnica, el agua recibida de la precipitación no escurre y se infiltra *in situ*; si se trata de cultivos irrigados el agua se conduce con mayor eficiencia quedando todo el terreno con una distribución uniforme que ahorra agua.

En el pileteo, la siembra, por ejemplo de maíz, sorgo y avena, se realiza en surcos y entre los surcos, perpendicular a ellos, se levantan pequeños montículos cada 2,4 metros de manera que forman una pileta que captura el agua de lluvia. El uso del pileteo en combinación con la siembra a doble hilera por surco ha dado buenos resultados para incrementar el rendimiento de forraje, Cabañas *et al.* (2004) reportan que el rendimiento de forraje de cebada con pileteo y doble hilera, con precipitación de 300 mm durante el ciclo de cultivo, fue de 8,0 ton MS/ha en comparación con 5,4 ton MS/ha obtenidas con el método tradicional. Otra variante del pileteo es sembrar el cereal al voleo y después pasar un implemento para cultivar en el cual se anexa un



Foto: Francisco Echavarría

### **Avena Sembrada con pileteo y a doble hilera en condiciones de secano en Zacatecas, México**

dispositivo para formar piletas, dando lugar a pequeños surcos en el terreno y piletas entre ellos, esta modificación de la superficie del terreno también ha incrementado substancialmente el rendimiento de forraje (Cabañas *et al.*, 2004).

### **Labranza de conservación**

Este tipo de manejo del suelo se refiere a la siembra de cultivos con labranza mínima. Los residuos de la planta del cultivo anterior se incorporan en el suelo de tal forma que la mayor parte queda sobre la superficie y sobre ellos se siembra el siguiente cultivo. Los métodos de labranza cero, labranza reducida, labranza incompleta, labranza en franjas o labranza de conservación comparten el mismo principio variando en el grado de disturbio que causan al suelo, aunque deben dejar al menos 30% de los residuos de cosecha para que se consideren como métodos de labranza de conservación. Debido a la labranza de conservación: 1) los cultivos usan el agua con eficiencia, 2) la capacidad de retención de agua de los suelos aumenta, 3) se reducen las pérdidas de agua por evaporación y escurrimientos superficiales y 4) en terrenos susceptibles a sequía el rendimiento mejora (Hatfield *et al.*, 2001; Peet, 2006). Unger (2002) reportó rendimientos superiores en sorgo con labranza de conservación por la mayor humedad



disponible en el suelo para el desarrollo del cultivo, debido a que con este manejo se reduce la cantidad de escurrimiento, aumenta la tasa de infiltración y se reduce la tasa de evaporación

## **Consideraciones Finales**

En las zonas áridas y semiáridas de México, la producción animal se desarrolla en condiciones extensivas apacentando la vegetación nativa. En estas áreas se presentan con frecuencia periodos de escasez de forraje por la baja precipitación, de errática distribución, y la utilización excesiva de las áreas de pastoreo más allá de su capacidad de soporte animal. Estas condiciones obligan a los productores a contar con forrajes de corte y/o residuos de cosecha que son ofrecidos en el corral para satisfacer las necesidades nutricionales de su ganado.

Puede deducirse de las secciones anteriores que, a pesar de las necesidades que confronta el productor de las zonas áridas y semiáridas de México, las opciones para cultivos forrajeros son contadas e incluyen principalmente la avena, el maíz, el sorgo y la alfalfa. Una razón fundamental que explica esta situación es la insuficiente investigación en relación con la producción forrajera para estas zonas restringidas. Existe como consecuencia limitada información de otras especies forrajeras con potencial para producir en estas zonas, además de que los estudios relacionados con las especies nativas, considerando su adaptación y su manejo agronómico para producir forraje de calidad, han sido limitados y el mejoramiento genético para lograr especies y cultivares adecuados ha sido también insuficiente. Sin duda es necesario enfatizar en la investigación que permita ampliar las opciones de cultivos con alta productividad de agua, en beneficio del pequeño productor.

Un aspecto crítico para obtener una producción de forraje sostenible es el uso de métodos adecuados de labranza y de captación y conservación de humedad. Lamentablemente, los sistemas de labranza tradicionales en la producción de forraje de México, implican un excesivo movimiento del suelo para preparar la siembra y el control de malezas, tienen una eficiencia pobre en cuanto a conservación de la humedad del suelo, e inciden con altos costos de producción en la magra economía del productor. Es por tanto necesario promover nuevos métodos con eficiencia para la conservación del suelo y del agua de lluvia. También es necesario desplegar esfuerzos en desarrollar tecnologías eficientes para la captura y utilización del agua de lluvia y de las aguas de escorrentías. En el caso de siembra con agua de riego se requieren estudiar patrones de producción que conduzcan a una mayor productividad del agua.

La producción de forrajes en México se efectúa casi en su totalidad en sistemas de monocultivos, debido a las ventajas conocidas de la siembra de asociaciones de gramíneas y leguminosas que permiten no sólo mejorar la calidad del forraje sino

también reducir el uso de fertilizantes nitrogenados, es obvia la necesidad de acrecentar los esfuerzos de promoción de estas metodologías.

## Literatura Citada

- Amado A., J.P., P. Ortiz F. y J.J. Salmerón Z. 2000. Manejo agronómico de la avena en la Sierra de Chihuahua (Variedades, agua, densidad de siembra y fertilización mayor) Folleto Científico No. 7, Campo Experimental Sierra de Chihuahua- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Cuauhtémoc, Chihuahua, México. 34 pp.
- Arias, F. 1982. Evaluación de variedades de maíz para forraje bajo condiciones de temporal. En: Resúmenes de Investigación Forrajes 1980. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. CIRNOC-INIA-SARH. p. 6.
- Atwell, B., P. Kriedemann and C. Turnbull. 1999. Plants in action: Adaptation in nature, performance in cultivation. MacMillan Education Australia PTY. Australia. 664 pp.
- Becerra, J. 2004. Guía para la asistencia técnica en la producción de forrajes de riego en el estado de Querétaro. Campo Experimental Querétaro- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Querétaro, Querétaro, México. 63 pp.
- Bonos, S.A., D. Rush, K. Hignith and W.A. Meyer. 2004. Selection for deep root production in tall fescue and perennial ryegrass. *Crop Science* 44: 1770-1775.
- Borrell, A.K., G.L. Hammer and R.G. Henzell. 2000. Does maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought? II. Dry matter production and yield. *Crop Science* 40: 1037-1048.
- Brouwer, C. and M. Heibloem. 1986. Irrigation water management: irrigation water needs. Training Manual No. 3, FAO-Rome, Italy. 89 pp.
- Brown, R.W. 1995. The water relations of the range plants: Adaptations to water deficits. In: Wildland plants, physiological ecology and developmental morphology (D.J. Bedunah and R.E. Sosebee, ed.). Society for Range Management, Denver Co. U.S.A. pp. 291-413.
- Cabañas C., B., G. Galindo G., J. Mena C. y G. Medina G. 2004. La siembra en surcos y corrugaciones con pileteo en cebada maltera de temporal en Zacatecas. Folleto para productores No. 29, Campo Experimental Zacatecas-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. 41 pp.
- Callow, M.N. and S.J. Kenma. 2004. Evaluation of the water use efficiency of dairy production using crops and pastures. In: Proceedings, New Directions for a Diverse Planet, 4th International Crop Science Congress (T. Fischer, N. Turner, J. Angus, L. McIntyre, M. Robertson, A. Borrell and D. Lloyd, ed.), 26 September – 1 October, Brisbane, Australia. The Regional Institute, Gosford, NSW, Australia. <http://www.cropscience.org.au/iscs2004/> (Consulta: 1.1.2011).
- Campo Experimental Valle de Guadiana (CEVG). 2005. Guía para la asistencia técnica agrícola del área de influencia el Campo Experimental Valle del Guadiana. Campo Experimental Valle del Guadiana- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Durango, Durango, México. 210 pp.
- Carr, P.M., R.D. Horsley and W.W. Poland. 2004. Barley, oat and cereal-pea mixtures as dryland forages in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal* 96: 677-684.
- Contreras G., F.E., R. Faz C., G. Núñez H. y R. Herrera S. 1999. Parcelas demostrativas de nuevos híbridos de maíz y variedades de sorgo para ensilaje. En: Componentes tecnológicos para la producción de ensilados de maíz y sorgo. Campo Experimental La Laguna- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Matamoros, Coahuila, México. pp. 30-45.

- Corral D., B. 1989. Descripción del Área de influencia del Campo Experimental Valle de Juárez. En: Logros de la investigación agropecuaria en el área de influencia del Campo Experimental Valle de Juárez 1974-1989. Publicación Especial No. 7, SARH- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental Valle de Juárez. Praxedis G. Guerrero, Chihuahua, México pp. 4-10.
- Cox, W.J. and D.J.R. Cherney 2001. Row spacing, plant density and nitrogen effects on corn silage. *Agronomy Journal* 93: 597-602.
- Echavarría Ch., F.G., A. Serna P., A. Castillo R., J. López H., A. Pajarito R., E.S. Osuna C., E.M. Coria Q., J. Reyes Ch. y S.A. Ortega R. 2004. Aptitud de los suelos y prácticas mecánicas para aminorar el efecto de sequía. En: Sequía: Vulnerabilidad, impacto y tecnología para afrontarla en el norte centro de México (A.G. Bravo L., H. Salinas G. y A. F. Rumayor R., ed.). Libro Técnico No. 4, Campo Experimental Zacatecas-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. pp. 89-132.
- Enciso, J., D. Porter, G. Fipps and P. Colaizzi. 2004. Irrigation of forage crops. Texas Cooperative Extension B6150. Texas A&M University System, Texas. USA.
- Fariás F., J.M., H.M. Quiroga G. y R. Faz C. 1983. Alternativas para optimizar el uso del agua de riego en la producción de forraje. Folleto para productores No. 6, Campo Agrícola Experimental La Laguna- INIA-SARH. Matamoros, Coahuila, México. 11 pp.
- Flores N., M.J., F.G. Echavarría Ch. y H. Salinas G. 2005. GGAVATT “Caprinocultores de Pánuco” Integración y Diagnostico estático. Folleto para productores No 32, Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. 20 pp.
- Flores O., M.A., H. Salinas G. y L. Iñiguez. 2008. Forage yield and quality of novel forages legumes in Zacatecas Mexico. In: Proceedings 9th International Conference on Goats, Sustainable Goat Production: Challenges and Opportunities of Small and Large Enterprises (Aguilar-Caballero, A.J., F.J. Torres-Acosta, A. Ducoing-Watty, A. Cerrillo-Soto, A.S. Juárez-Reyes and G. Martínez-Kawas, ed.), August 31 to September 5, 2008. Querétaro, México. p. 224.
- Fraser, J. and D. McCartney 2004. Fodder oats in North America. In: Fodder Oats: A world review (J.M. Suttie and S.G. Reynolds, ed.). Plant Production and Protection Series No 33. FAO-Rome, Italy. pp. 19-36.
- García, C.A. y M. Tiscareño. 1985a. Evaluación de especies y variedades de cereales para forraje bajo temporal en Zacatecas. Resúmenes de Investigación Forrajes 1983. CIRNOC- INIA-SARH. Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. p. 5.
- García, C.A. y M. Tiscareño. 1985b. Evaluación de variedades e híbridos de sorgo y sorgo x sudan para forraje en Zacatecas. Resúmenes de Investigación Forrajes 1983. CIRNOC- INIA-SARH. Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. p. 4.
- García R.R. 1985. Evaluación de especies y variedades forrajeras bajo temporal en el Llano Aguascalientes. Resúmenes de Investigación Forrajes 1983. CIRNOC- INIA-SARH. Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. p. 6.
- García-Dessommes, G.J., R.G. Ramírez L., R. Foroughbakhch, R. Morales R. y G. García D. 2003. Valor nutricional de cinco líneas apomíticas y un híbrido del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) *Técnica Pecuaria en México* 41(2): 209-218.
- Gómez de la F., E., H. Díaz S., A. Saldívar F., F. Briones E., V. Vargas T. y W.E. Grant. 2007. Patrón de crecimiento del pasto buffel [*Pennisetum ciliaris* L. (Link) Sin. *Cenchrus ciliaris* L.] en Tamaulipas, México. *Técnica Pecuaria en México* 45: 1-17.
- González, L.A. y F. Arias. 1982. Evaluación de diferentes densidades de población del cultivo de maíz de temporal para forraje. En: Resúmenes de Investigación Forrajes 1980 CIRNOC- INIA-SARH. Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. p. 20.

- González P., R.J. y F.E. Contreras G. 1985. Evaluación de líneas y variedades de avena para producción de forraje. En: CIAN 85 Avances de investigación agrícola en zonas de riego y temporal. Ed. Centro de Investigaciones Agrícolas del norte-Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Reporte Anual, Matamoros, Coahuila, México. pp. 207-208.
- González, L.A. 1985. Evaluación de sorgos forrajeros con diferente fertilización en la zona media de San Luis Potosí. En: Resúmenes de Investigación Forrajes 1983. CIRNOC- INIA-SARH. Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Calera de Victor Rosales, Zacatecas, México. p. 17.
- González O., R.I. y R. Ávila M. 1996a. Praderas cultivadas de invierno: una alternativa forrajera para la baja Babícora. Folleto para productores No. 1, Campo Experimental Sierra de Chihuahua. CIRNOC-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Cuauhtémoc, Chihuahua, México. 14 pp.
- González O., R.I. y R. Ávila M. 1996b. Producción de leche en praderas de invierno en el sistema menonita de Cuauhtémoc, Chihuahua. Folleto Científico No 3, Campo Experimental Sierra de Chihuahua. CIRNOC-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Cuauhtémoc, Chihuahua, México. 32 pp.
- Hatfield, J.L., T.J. Sauer and J. H. Prueger. 2001. Managing soils to achieve a greater water use efficiency: a Review. *Agronomy Journal* 93: 271-280.
- Hauser, A.S. 2008. *Pennisetum ciliare*. In: Fire Effects Information System. U.S. Department of Agriculture Forest Service Rocky Mountain Research Station. Fire Sciences Laboratory. <http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/graminoid/pencil/all.html> (Consulta: 1.1.2011).
- Hendricksen, R.E., M.M. Reich, R.F. Robertson D.J. Reid, C. Gazzola, J.A. Rideout and R.A. Hill. 2002. Estimating the voluntary intake and digestibility of buffel-grass and Lucerne hays offered to Braham-cross cattle using n-alkanes. *Animal Science* 74: 567-577.
- Hernández, J.S., E. Rodero, M. Herrera, J.V. Delgado, C. Barba y A. Sierra. 2001. La caprinocultura en la Mixteca Poblana (México). Descripción e identificación de factores limitantes. *Archivos de Zootecnia* 50: 231-239.
- Hernández, R.A. y J. Villanueva. 2001. Establecimiento y manejo de un módulo silvopastoril de mezquite en la zona media de San Luis Potosí. Folleto Técnico No. 15, Campo Experimental Palma de la Cruz- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). San Luis Potosí, México. 26 pp.
- Hernández A., J.A., C.A. Rosales N., C. Loredó O. y S. Beltrán L. 2007. Variedades de forrajes anuales para temporales en el Altiplano y Zona Media de San Luis Potosí. Folleto Técnico para Productores No. 44, Campo Experimental San Luis Potosí- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). San Luis Potosí, México. 19 pp.
- Holshouser D.L. and J.P. Whittaker. 2002. Plant population and row-spacing effects on early soybean production systems in the Mid-Atlantic U.S.A. *Agronomy Journal* 94: 603-611.
- Ibarra F., F.A. y M.H. Martín R. 1995. Establecimiento del zacate. En: Guía práctica para el establecimiento, manejo y utilización del zacate buffel. <http://www.patrocipes.org.mx/publicaciones/pastizales/P95009.php> (Consulta 31.1.2011).
- Ibarra F., F.A., M.H. Martín R. y F. Ramírez M. 2004. El subsoleo como práctica de rehabilitación de praderas de buffel en condición regular en la región central de Sonora, México. *Técnica Pecuaria en México* 42: 1-6.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. Anuario estadístico por entidad federativa. Edición 2005. Aguascalientes, México. 295 pp. [http://www.inegi.gob.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aepef/2005/AEPEF\\_2005\\_Archivo1.pdf](http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aepef/2005/AEPEF_2005_Archivo1.pdf) (Consulta: 1.1.2011).
- Jahansooz, M.R., I. Yunusa and D. Coventry. 2004. Capture and use of water by wheat and chickpea in sole crops and intercrops, under dryland conditions of South Australia. In: Proceedings, New directions for a diverse planet, 4th International Crop Science Congress (T. Fischer, N. Turner, J. Angus, L. McIntyre, M. Robertson, A. Borrell and D. Lloyd, ed.), 26 September –1 October, Brisbane, Australia. The Regional Institute, Gosford, NSW, Australia. [http://www.cropscience.org.au/icsc2004/poster/1/4/663\\_jahansoozv.htm](http://www.cropscience.org.au/icsc2004/poster/1/4/663_jahansoozv.htm) (Consulta: 1.1.2011).

- Keller, A. and D. Seckler. 2005. Limits to the productivity of water in crop production. In: California Water Plan Update 2005 Volume 4. [www.waterplan.water.ca.gov/docs/cwpu/vol4-cropwateruse-limitstotopproductivityofwater.pdf](http://www.waterplan.water.ca.gov/docs/cwpu/vol4-cropwateruse-limitstotopproductivityofwater.pdf) (Consulta: 1.1.2011).
- Lauriault, L.M. and R.E. Kiskey. 2004. Yield and nutritive value of irrigated winter cereal forage grass-legume intercrops in the Southern High Plains, U.S.A. *Agronomy Journal* 96: 352-358.
- Levitt, J. 1980. Response of plants to environmental stresses. Vol.II Water, Radiation, Salt and Other Stresses. 2<sup>nd</sup> edition. Academic Press. pp. 93-186.
- Luna F., M. y J.R. Gutiérrez S. 2000. Investigación fisiotécnica de maíz de temporal en la región alta del norte de México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 23: 195-209.
- Luna F, M. y J.R. Gutiérrez S. 2003. Guía para cultivar maíz de temporal en el altiplano de Zacatecas. Folleto para productores No. 26, Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. 16 pp.
- Luna F, M. y J.R. Gutiérrez S. 2004. Maíz: Informe anual 2003. Informe de investigación sin publicar del Campo Experimental Zacatecas-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. 60 pp.
- Martín R., M.H., J.R. Cox and F. Ibarra F. 1995. Climatic effects on buffelgrass productivity in the Sonoran Desert. *Journal of Range Management* 48: 60-63.
- Martín R., M.H. y F.A. Ibarra F. 1995. Productividad y calidad forrajera. En: Guía práctica para el establecimiento, manejo y utilización del zacate buffel. <http://www.patrocipes.org.mx/publicaciones/pastizales/P95009.php> (Consulta: 31.1.2011).
- Medina G., G., H. Salinas G. y F.A. Rubio A. 2001. Potencial productivo de especies forrajeras en el estado de Zacatecas. Libro técnico No. 1. Campo Experimental Calera– Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. 86 pp.
- Medina G., G., J.A. Ruiz C. y A.G. Bravo L. 2004. Definición y clasificación de la sequía. En: Sequía: Vulnerabilidad, impacto y tecnología para afrontarla en el norte centro de México (A.G. Bravo L., H. Salinas G. y A.F. Rumayor R., ed.). Libro Técnico No. 4, Campo Experimental Zacatecas-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. pp. 35-64.
- Medina G., G. y J.A. Ruiz C. 2004. Estadísticas climatológicas del estado de Zacatecas (período 1961-2003) Libro Técnico No. 3, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Centro de Investigación Regional Norte Centro–Campo Experimental Zacatecas. Calera, México. 240 pp.
- Mellado B., M., J. Colín, A.S. Juárez, A. Cerrillo, H. Fimbres y F.J. Picón. 2004. Sistemas de alimentación en caprinos en el norte de México. En: Memorias de la IX Reunión del Grupo Norte Mexicano de Nutrición Animal. Monterrey, N. L, México. pp. 88-127.
- Mendoza E., J.B. 1982. Evaluación de variedades de alfalfa. En: Resúmenes de Investigación Forrajes 1980. CIRNOC- INIA-SARH. Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. p. 11.
- Meza C., J.A. 2004. Guía para producir avena forrajera en el Valle de Santo Domingo, B.C.S. Folleto para productores No. 14. Campo Experimental Valle de Santo Domingo-INIFAP. Constitución, B.C.S., México. 8 pp.
- Moore, E.L. 2005. Alternative forage crops when irrigated water is limited. Drought Management Factsheet No. 6, British Columbia Ministry of Agriculture and Lands British Columbia, Canada. 6 pp.
- Nielsen, D.C., M.F. Virgil and J.G. Benjamin. 2006. Forage yield response to water use for dryland corn, millet, and triticale in the Central Great Plains. *Agronomy Journal* 98: 992-998.
- Norwood, C.A. 1999. Water use and yield of dryland row crops as affected by tillage. *Agronomy Journal* 91: 108-115.
- Norwood, C.A. 2001. Planting date, hybrid maturity, and plant population effects on soil water depletion, water use and yield of dryland corn. *Agronomy Journal* 93: 1034-1042.

- Núñez, T. 1985a. Evaluación de rendimiento de líneas y variedades de avena para forraje bajo riego en la zona media y altiplano de San Luis Potosí. En: Resúmenes de investigación Forrajes 1982. CIANOC-INIA-SARH. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. p. 5-6.
- Núñez, T. 1985b. Evaluación de variedades de sorgo por sudan en temporal en la zona media y altiplano de San Luis Potosí. En: Resúmenes de investigación Forrajes 1982. CIANOC-INIA-SARH. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. p. 4.
- Núñez H., G. y A. Valdez. 1985. Carga animal de corderos en praderas de ballico perenne *Lolium perenne* L. en invierno. En: Resúmenes de investigación en Forrajes 1983. CIANOC-INIA-SARH. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. p. 26.
- Núñez H., G., E.F. Contreras G., R. Faz C. y R. Herrera S. 1999. Selección de híbridos para obtener mayor rendimiento y alto valor energético en maíz para ensilaje. En: Componentes tecnológicos para la producción de ensilados de maíz y sorgo. Campo Experimental La Laguna-INIFAP. Matamoros, Coahuila, México. 2-8 pp.
- Núñez H., G. 2000. Valor nutritivo de la alfalfa, En: Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. Libro Técnico No. 2, Campo Experimental La Laguna-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Torreón, Coahuila, México. pp. 157-171.
- Núñez H., G., R. Faz C. y E.F. Govea C. 2002. Selección de híbridos de maíz para forraje. En: Producción y utilización del maíz forrajero en la Región Lagunera Campo Experimental La Laguna-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Matamoros, Coahuila, México. pp. 1-8.
- Núñez H., G., F. González C., R. Faz C., U. Figueroa V., U. Nava C., A. Peña R., D.G. Reta S., R. Jasso I., L.H. Maciel P., G. Orozco S., J.A. Páyan G. y F. Baez I. 2006. Tecnología de producción de maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. Folleto Técnico No. 13, Campo Experimental La Laguna-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Matamoros, Coahuila, México. 62 pp.
- Orloff, S.B. and V.L. Marble 1997. Harvest Management. In: Intermountain alfalfa management (S.B. Orloff, H.L. Carlson and L.R. Teuber, ed.). University of California. Division of Agriculture and Natural Resources Publication 3366. pp. 103-108.
- Peet, M. 2006. Sustainable practices for vegetable production in the south: conservation tillage. <http://www.cals.ncsu.edu/sustainable/peet/tillage/c03tilla.html> (Consulta: 3.1.2011).
- Pikul, J.L., J.K. Aase and V.L. Cochran. 2004. Water use and biomass production of oat-pea hay and lentil in a semi arid climate. *Agronomy Journal* 96: 298-304.
- Quiroga G, H.M. y J.J. Márquez O. 2000. Establecimiento de la alfalfa. En: Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. Libro Técnico No. 2, Campo Experimental La Laguna-INIFAP. Torreón, Coahuila, México. pp. 9-18.
- Ramírez L., R.G., A. Enríquez y F. Lozano G. 2001. Valor nutricional y digestibilidad ruminal del zacate buffel y nueve especies nativas del NE de México. *Ciencia Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey-UANL* 4 (3): 314-321.
- Ramos G., J. L., J.M. Espinoza C. y F.J. Robles E. 2000. Características descriptivas del ballico anual y perenne en las zonas templadas de México. Folleto Técnico No. 16, Campo Experimental Pabellón- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. 29 pp.
- Reta S., D.G., J.S. Carrillo, A. Gaytán M., E. Castro M. y J.A. Cueto W. 2002. Guía para cultivar maíz forrajero en surcos estrechos. Folleto para productores No. 5, Campo Experimental La Laguna- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Matamoros, Coahuila, México. 21 pp.
- Riedell, W.E., T.E. Schumacher, S.A. Clay, M.M. Ellsbury, M. Pravecek and P.D. Evenson. 1998. Corn and soil fertility responses to crop rotation with low, medium, or high inputs. *Crop Science* 38: 427-433.
- Rizza, F., F.W. Badeck, L. Cattivelli. O. Lidestri, N. Di Fonzo and A.M. Stanca. 2004. Use of water stress index to identify barley genotypes adapted to rainfed and irrigated conditions. *Crop Science* 44: 2127-2137.

- Rubio, A.F.A. 2003. Establecimiento y manejo de pastos bajo temporal en Zacatecas. Desplegable Informativa No. 4. Campo Experimental Calera-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. 2 pp.
- Rumayor R., A.F., G. Medina G., F. Echavarría Ch., M. Luna F. y J. Vallejo. D. 2004. Estrategias de mitigación de la sequía en el estado de Zacatecas. En: Sequía: Vulnerabilidad, impacto y tecnología para afrontarla en el norte centro de México (A.G. Bravo L., H. Salinas G. y A. F. Rumayor R., ed.). Libro Técnico No. 4. Campo Experimental Zacatecas-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. pp. 231-249.
- Sainju, U.M., W.F. Whitehead and B.P. Singh. 2005. Biculture legume-cereal cover crops for enhanced biomass yield and carbon and nitrogen. *Agronomy Journal* 97: 1403-1412.
- Salih, A.A., I.A. Ali, A. Lux, M. Luxová, Y. Cohen, Y. Sugimoto and S. Inanaga. 1999. Rooting, water uptake, and xylem structure adaptation to drought of two sorghum cultivars. *Crop Science* 39: 168-173.
- Salinas, H., J.L. Ávila, A. Falcón y R. Flores. 1991. Factores limitantes en el sistema de producción caprinos en Zacatecas, México. *Turrialba* 41: 47-52.
- Salinas G., H., R.T. Flores y A. Falcón. 1993. Diagnóstico del sistema caprino de producción de carne de cabra en el estado de Zacatecas. En: Reporte del proyecto de sistemas de producción caprinos en la Comarca Lagunera y Zacatecas, 1990-1991. Publicación especial No 10, Campo Experimental Calera. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. 75 pp.
- Schoerder, J.W. 2004. Corn silage management AS-1253. North Dakota State University Cooperative Extension Service. <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/dairy/as1253w.htm> (Consulta: 3.1.2011)
- Sinclair, T.R. and R.C. Muchow. 2001. System analysis of plant traits to increase grain yield on limited water supplies. *Agronomy Journal* 93: 263-270.
- Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON). 2007. Anuario estadístico de la producción agrícola 2006. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), México, D.F. [http://www.siap.gob.mx/aagricola\\_siap/ientidad/index.jsp](http://www.siap.gob.mx/aagricola_siap/ientidad/index.jsp) (Consulta: 21.9.2007).
- Soetedjo, P., L.D. Martin and D. Tennant. 1998. Productivity and water use of intercrops of field pea and canola. Proceedings of the 9th Australian Agronomy Conference. The Australian Agronomy Society. Wagga Wagga, Australia. <http://www.regional.org.au/au/asa/1998/5/138soetedjo.htm> (Consulta: 3.1.2011).
- Springer, T.L., C.L. Dewald, P.L. Sims and R.L. Gillen. 2003. How does plant population density affect the forage yield of eastern gamagrass. *Crop Science* 43: 2206-2211.
- Stone, L.R., D.E. Goodrum, M.N. Jaafar and A.H. Khan. 2001. Rooting front and water depletion depths in grain sorghum and sunflower. *Agronomy Journal* 93: 1105-1110.
- Tovar, M.R. y G. Núñez. 1986. Efecto de la fecha del primer corte sobre la calidad del forraje de avena. Resúmenes de investigación, Forrajes 1984. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas – CIRNOC-SARH. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. pp. 13-14.
- Undersander, D., N. Martin, D. Cosgrove, K. Kelling, M. Schmitt, J. Wedberg, R. Becker, C. Grau, J. Dool and M.E. Rice. 1994. Alfalfa management guide. American Society of Agronomy. U.S.A. 51 pp.
- Unger, P.W. 2002. Conservation tillage for improving dryland crop yields. *Ciencia del suelo* 20: 1-8.
- Valencia, R.T., M.R. Tovar y A. Valdez. 1985. Evaluación de variedades de avena bajo condiciones de temporal en Aguascalientes. En: Resúmenes de Investigación Forrajes 1984. CIRNOC- INIA-SARH. Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. p. 6.
- Villaseñor M., H.E., E. Espitia R. y C. Márquez G. 1998. CEVAMEX, una nueva variedad de avena para producción de grano y forraje en México. Folleto Técnico No. 12. Campo Experimental Valle de México-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Chapingo, México, México. 14 pp.
- Xu, Z. and G. Zhou. 2008. Responses of leaf stomatal density to water status and its relationship with photosynthesis in grass. *Journal of Experimental Botany* 59: 3317-3325.

# Capítulo 16

## Producción de Forrajeras no Convencionales en el Semiárido Brasileño

José Nilton Moreira

*Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria (Embrapa),  
Embrapa Semi-Árido, Petrolina, Pernambuco, Brazil*

### Introducción

La producción animal representa una actividad fundamental para los pequeños agricultores de la región semiárida brasileña: afianza el hombre a la tierra, genera empleo e ingresos, y, cuando se la compara con la actividad agrícola, es una actividad con menor vulnerabilidad a la sequía. Sin embargo, la marcada estacionalidad en la disponibilidad de alimentos en el semiárido y la pequeña superficie de los predios rurales, determinan que el desempeño productivo de los rebaños sea precario, en particular cuando la oferta de alimentos declina en el período seco. En este escenario, la producción y la conservación de forrajes nativos y cultivados resultan ser las únicas opciones para disponer de alimentos (Lima y Maciel, 2006).

En los sertones más áridos del nordeste brasileño, por ejemplo en los del valle del río San Francisco, la crianza de pequeños rumiantes representa el sector pecuario más destacado. La cría de caprinos, introducidos aproximadamente en 1535, registró en este contexto un notable desarrollo (Maia *et al.*, 1997), incluyendo animales y sistemas de producción adaptados a las condiciones peculiares de la Caatinga (vegetación nativa característica del semiárido), que sustentan a muchas familias de productores de esta región. Aunque la cría de ovinos también alcanzó una función social y económica en la consolidación del hombre a la tierra, su productividad resulta ser más afectada que la de los caprinos en condiciones de cría extensiva. En cualquier caso, la vegetación nativa, no obstante su productividad disminuida por el sobrepastoreo y la escasez de agua, constituye la fuente principal de alimentación de cabras y ovinos de la región (Araújo Filho y Carvalho, 1998).

El rebaño caprino brasileño totaliza aproximadamente 10 millones de cabezas, una mayoría de las cuales (93%) se encuentran localizadas en la región nordeste del país (IBGE, 2004). Esta gran población ha sido desasistida por el desarrollo y la investigación, tal que sólo recientemente se vienen desarrollando programas de apoyo gubernamental para incentivar su producción a través de tecnologías para lograr la mejora de la productividad de los rebaños.

La explotación de los caprinos en el nordeste de Brasil tiene el potencial de convertirse en una fuente principal de producción de carne y leche para satisfacer un



mercado en expansión y con creciente demanda. Pero para que esto ocurra es necesario un cambio tecnológico aportando nuevas alternativas que permitan reducir las fluctuaciones estacionales en la oferta de alimento (SEBRAE, 2000). En este capítulo se abordarán los esfuerzos desarrollados por técnicos y productores para encontrar esas alternativas, en especial en relación con la utilización de especies forrajeras poco explotadas, como la leucaena (*Leucaena leucocephala*) y la flor de seda (*Calotropis procera*), entre otras.

## Consideraciones sobre los Requerimientos Hídricos de las Forrajeras

Según Fisher y Tuner (1978), las plantas CAM (Metabolismo Ácido de las Crasuláceas) tienen una eficiencia en el uso de agua hasta 11 veces mayor que las plantas con metabolismo C3 (gramíneas de clima templado, y leguminosas). Según los mismos autores la eficiencia del uso del agua (kg de agua/kg de materia seca producida) es de 617 en el caso de las plantas con metabolismo fisiológico C3, de 300 en el caso de las plantas con metabolismo C4, y de 50 en el caso de las plantas CAM. Por su adaptación a las condiciones de aridez, algunas plantas nativas de la Caatinga utilizadas como fuentes de forraje por los productores del nordeste de Brasil, en especial las cactáceas, se incluyen en el grupo de plantas con metabolismo CAM, p. ej. la palma forrajera [*Opuntia ficus indica* Mill y *Nopalea cochenillifera*. (L.) Salm & Dick], *Mandacarú* (*Cereus jamacaru* P. DC.), *Facheiro* (*Pilosocereus pachycladus* Ritter), *Xiquexique*. [*Pilosocereus gounellei* (Webwr ex K. Schum.) Bly. Ex Rowl.] y la palmatoria (*Opuntia palmadora* Britton & Rose). Por tener un crecimiento lento la utilización de estas especies no es necesariamente a través de su cultivo sistemático sino favoreciendo su preservación dentro de las pasturas o, en algunos casos, dentro de las áreas de cultivo de modo tal que estén disponibles como fuente de alimento en la temporada seca.

Con excepción del estado de Río Grande do Norte, la palma forrajera se cultiva en los demás estados del nordeste de Brasil como se mencionó en el Capítulo 14. En años recientes, el cultivo del *Mandacarú* sin espina ha surgido como alternativa a la palma forrajera, pero aún no existen estudios, por ejemplo en torno a su espaciamiento en el cultivo y posibilidades de asociación con otras especies. Comparando las plantas de *Mandacarú* con y sin espinas, las primeras tendrían la ventaja de poder crecer en asociación con otras forrajeras para pastoreo directo y, como principal desventaja, el costo de mano de obra para quitar o quemar los espinos cuando la planta es ofrecida a los animales.

La utilización de forrajeras no convencionales en condiciones irrigadas aún es bastante incipiente en el nordeste del Brasil. En primer lugar por las limitaciones de suelo y agua para irrigación: diferentes estudios han demostrado que sólo 1 a 3% de la

superficie del nordeste brasileño es factible de ser irrigada. Y en segundo lugar debido a que la productividad de la actividad pecuaria no permite competir con la fruticultura irrigada de alta rentabilidad destinada a la exportación. Tal condición ha determinado que se haya trabajado muy poco en forrajes irrigadas, en particular en relación con las forrajes no convencionales.

En los últimos años se han realizado trabajos promisorios de captación de agua de lluvia *in situ* para cultivos. Aunque estos resultados se encuentren limitados, en la mayoría de los casos, a los centros de investigación, existen productores pioneros que las aplicaron con resultados alentadores, por lo que las perspectivas de su masificación son posibles.

## **Forrajes no Convencionales Adecuadas al Semiárido Brasileño**

El Capítulo 14 enumeró las especies tradicionales cultivadas por criadores, quienes además explotan la vegetación nativa de la Caatinga. Existen también muchas especies no convencionales nativas y exóticas que cuentan con un excelente desempeño forrajero. En esta sección trataremos aquellas especies que desde nuestro punto de vista se han destacado como las más promisorias.

### **Flor de seda**

La flor de seda (*Calotropis procera*), también llamada lana de seda y algodón de seda, es una planta perenne, arbustiva o subarbórea, pudiendo alcanzar los 3 metros de altura. Las ramas, hojas, pedúnculos y frutos son recubiertos por serosidad, la cual es más intensa en las partes más nuevas. La planta exuda un látex blanco, que fluye abundante cuando se rompen sus tejidos. Es originaria probablemente de la India y fue introducida en el Brasil (Recife) como planta ornamental a inicios del siglo pasado. Se la considera una planta invasora de pasturas, y su incidencia es común en los márgenes de las carreteras, terrenos baldíos y áreas de cultivo (Ferreira, 1973).

Los estudios más avanzados sobre la utilización de la flor de seda se encuentran en Río Grande do Norte. Los trabajos de Lima y Maciel (2006) destacaron, entre otras características positivas para la producción de heno en el semiárido, que esta planta tiene permanencia de sus hojas durante los períodos más críticos de estrés hídrico; rebrota vigorosa en respuesta a los cortes, aunque no se registre una precipitación de lluvia; cuenta con gran disponibilidad de semillas que no presentan latencia y con excelente poder germinativo; y puede tolerar suelos salinos. Esta planta que no es palatable cuando está verde puede ser henificada lográndose un producto de alta digestibilidad que es consumido sin problemas que afecten la productividad animal.

Foto: Marcelino Lourenço Ribeiro Neto



### **Flor de seda, una planta invasora de pasturas**

En un estudio realizado en dos fincas en el estado de Paraíba, Oliveira (2002) estimó la producción de biomasa de la flor de seda en función de la circunferencia del tallo y del espaciamiento. Los rendimientos en materia verde derivados de cortes a 10 cm de altura del suelo fueron de de 26,0 a 49,4 ton/ha en espaciamientos de 0,5 x 0,5 m; de 13,0 a 24,7 ton/ha en espaciamientos de 1,0 x 0,5 m; y de 6,5 a 12,3 ton/ha en espaciamientos de 1,0 x 1,0 m. Lima *et al.* (2002), en espaciamientos de 1,0 x 0,5 m y 1,0 x 1,0 m en suelos aluviales, con sólo 150 mm de precipitación, obtuvieron de 1 a 3 ton MS/ha/corte a los 70 y 135 días. Este material contenía de 10 a 15% de materia seca y de 16 a 22% de proteína cruda.

No existe un sistema definido de cultivo para la flor de seda. Algunos trabajos de investigación sugieren que el cultivo puede ser hecho al inicio del periodo lluvioso, en espaciamientos que varían de 1 m x 1 m a 2 m x 2 m, utilizando una aradura simple y siembra directa de semillas o plántulas de 60 días. El primer corte puede ocurrir 70 días después del plantío en el caso de trasplante con plántulas. La planta produce grandes cantidades de semilla que no requieren latencia. En años de lluvias regulares

se pueden obtener de 2 a 3 cortes, sin haber problemas de rebrote. Para henificación se recomienda la trituración con una máquina picadora.

Oliveira (2002) estudió la calidad forrajera de la flor de seda, encontrando porcentajes de 14,3% de proteína cruda, 14,0% de minerales, 31,5% de fibra detergente neutro y 18,2%, de fibra detergente ácido. Al analizar la composición química del heno de esta planta, Vaz *et al.* (1998) encontraron valores de 21,2% de proteína cruda, 29,5% de fibra detergente neutro, 21,0% de fibra detergente ácido, 8,5% de hemicelulosa y 11,1% de celulosa. Fall (1991) obtuvo valores de 72% de digestibilidad de la materia seca de las hojas.

Existe la percepción de que la ingesta del látex blanco, que es liberado cuando se hiere el tejido de la flor de seda, puede afectar la salud del animal. Melo *et al.* (2001) realizaron estudios utilizando heno de flor de seda en la alimentación de caprinos con dietas conteniendo hasta 60% de este material por un período de 40 días consecutivos. Además de confirmar el potencial forrajero de la especie, estos autores concluyeron que la ingesta, en la forma de heno para caprinos adultos, no representa ningún problema a la salud animal. Silva *et al.* (2001), afirman que las hojas secas de esta forrajera pueden ser usadas en la alimentación de caprinos, en un volumen menor de o igual a 0,5 kg/día o bien mezcladas con henos de otras forrajeras hasta 50% del alimento consumido. En ovinos Morada Nova alimentados para producir carne Torres *et al.* (2010) evaluaron la sustitución parcial de maíz y de soya en el concentrado, por heno de flor de seda hasta un nivel de 30%, promoviendo un mayor retorno financiero sin comprometer el desempeño animal y consumo de nutrientes.

## ***Manisoba***

Con la denominación de *Manisoba* son conocidos algunos arbustos y pequeños árboles productores de látex de especies silvestres del genero *Manihot* de la región semiárida del nordeste y del norte de Minas Gerais. Existen por lo menos ocho especies de este género en la región, además de un híbrido natural entre *Manisoba* y yuca, conocido por varios nombres, tales como *Pornunsa* y Yuca de Siete Años, muy utilizado como planta ornamental y recientemente también cultivado como planta forrajera.

El cultivo de la *Manisoba* se realiza en distancias que varían de 1 x 1 m a 2 x 1 m, las que permiten un rendimiento de aproximadamente 5 ton de materia seca/ha en dos cortes anuales, el primero tres meses después del inicio del período lluvioso y el segundo, dos a tres meses después del primer corte (Soares, 1995). Con la utilización de la *Pornunsa* se puede lograr hasta 7 ton/ha, aunque la mayor dificultad con el cultivo de este híbrido es que no produce semilla viable, requiriendo una propagación exclusiva por estacas. En el caso de la *Manisoba* se puede efectuar la siembra por estacas, aunque la manera más común de hacerlo es utilizando semillas.

La siembra se realiza al comienzo de la temporada de lluvias, y por tratarse de una planta perenne, es común que la cosecha se obtenga recién el año siguiente. En años en los que la temporada de lluvias se prolonga, se puede cosechar a principios de la estación seca. Las estacas una vez cosechadas y sin mayor tratamiento pueden almacenarse en la sombra de dos a tres semanas antes de ser plantadas.

Araújo *et al.* (2000) evaluaron los efectos de niveles crecientes de heno de *Manisoba* (*Manihot pseudoglaziovii*) en el consumo, la digestibilidad de diferentes nutrientes y el desempeño de ovinos. Se observó que los consumos de materia seca, carbohidratos totales y fibra detergente neutro, incrementaron de forma lineal ( $P < 0,01$ ) al aumentar el nivel de la *Manisoba* en la dieta. Los niveles incrementales de

Foto: Marcelino Lourenço Ribeiro Neto



***Manisoba* en cultivo sistemático**

heno de *Manisoba* tampoco afectaron las ganancias diarias de peso, que promediaron 44 g/cabra/día.

Medina *et al.* (2009) estudiaron el consumo y la digestibilidad de nutrientes en caprinos confinados y alimentados con dietas conteniendo 54% de ensilaje de *Manisoba* y 46% de concentrados energéticos (incluyendo grano de maíz molido, raspadura de mandioca enriquecida con 1,8% de urea, y harina de palma forrajera también enriquecida con 1,1% de urea). La conclusión fue que tanto el consumo como la digestibilidad aparente de los nutrientes del ensilaje de *Manisoba* mejoran al ser éste combinado con fuentes energéticas que son disponibles en la región.

En cultivo sistemático, la *Manisoba* debe permanecer siempre libre de competencia de otras plantas para producir con mayor rapidez. En general, esta planta no es atacada por plagas y no presenta síntomas de enfermedades. Los cultivos bien manejados pueden presentar una longevidad superior a quince años (Soares y Salviano, 2000). Al igual que las demás plantas del género *Manihot*, esta planta presenta en su composición cantidades variables de determinadas sustancias que al hidrolizarse dan origen al ácido cianhídrico. Este ácido, dependiendo de la cantidad ingerida por un animal, puede provocar intoxicación (Cavalcanti y Araújo, 2000). Sin embargo, el ácido se volatiliza con facilidad después de un daño mecánico al material vegetativo, de forma que la *Manisoba* ensilada o convertida en heno no causa ningún riesgo de intoxicación a los animales.

Barros *et al.* (1990) al estudiar el valor nutritivo del heno de esta forrajera para caprinos y ovinos, reportaron un contenido de 93,3% de materia seca, 1,9% de nitrógeno total, 12,0% de proteína cruda, 5,3% de proteína digestible, 58,6% de fibra detergente neutro, 0,78% de nitrógeno ligado a la fibra detergente ácido, 28,7% de celulosa, 11,30% de hemicelulosa, y 2,0 Mcal/kg de energía digerible.

## Algarrobo

El algarrobo – *Prosopis juliflora* (SW.) DC., fue introducido en Brasil en dos ocasiones: en 1942 al municipio de Serra Talhada, en Pernambuco, a través de semillas provenientes de Piura (Perú), y en 1948, al municipio de Angicos en Río Grande do Norte, a través de semillas oriundas de Sudán. A partir de estas introducciones esta planta se diseminó en todo el nordeste brasileño (Figueredo, 1989). Aunque el cultivo de esta especie no está recomendado, puesto que se la considera como una planta invasora, sus vainas son utilizadas en la alimentación animal en las áreas donde la planta tiene una amplia difusión. Los animales consumen las vainas directamente de los árboles o si estas son ofrecidas en comedero sin picarlas, junto con otros alimentos. La producción de algarrobo coincide con el período seco, y de allí su importancia. En zonas de alta incidencia de algarrobo es común la comercialización de vainas

por colectores que no crían animales. También existe una planta especializada en la producción de harina de vainas de algarrobo en Abaré, Bahía.

Barros y Queiroz Filho (1982) utilizaron las vainas de algarrobo para substituir la melaza, en dietas de carneros conteniendo harina de semilla de algodón, melaza, urea y pasto elefante, sin que se observen diferencias en la digestibilidad de la materia seca, proteína cruda y energía cruda. Almeida *et al.* (2008) evaluaron el consumo

Foto: Marcelino Lourenço Ribeiro Neto



**Planta adulta de algarrobo**

de materia seca al sustituir el ensilaje de pasto elefante por la harina de vainas de algarrobo en la dieta de ovinos Santa Inés, con sustituciones incrementales hasta 45%. En la medida que el nivel de harina de algarrobo incrementó en la dieta, el consumo de la materia seca también incrementó de forma lineal.

En la región semiárida nordeste de Brasil el algarrobo se expandió al punto de representar una plaga debido a su agresividad. La planta inicia la producción de vainas a partir del segundo año y esa producción se prolonga económicamente hasta los 40 años. Lima (1987), en la región del valle de San Francisco observó que en un espaciamiento de 10 m x 10 m la producción promedio del algarrobo a los 15 años de edad fue de 78 kg de vainas/árbol/año (rango de 5 a 197 kg de vainas/árbol/año). En cultivos sistemáticos, los espaciamientos varían de 5 m x 5 m a 12 m x 12 m.

Las hojas del algarrobo también son consumidas por los animales, lo cual muchas veces dificulta su implantación en áreas pastoreadas, sin embargo, las vainas son las partes más usadas de esta planta debido a su alta palatabilidad. Las ramas, en general, son consumidas *in natura*, en casos de extrema necesidad; o en forma de heno, trituradas y mezcladas en pequeñas proporciones con otras forrajes. Las vainas pueden ser ofrecidas a los animales, enteras o trituradas en forma de harina (Lima, 2005). En nuestras investigaciones, el contenido de proteína cruda de hojas y frutos del algarrobo promedió 18,5% y 7,8%, respectivamente, mientras la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de ambas partes de esta planta promedió 59,1% y 74,6%, respectivamente (Lima, 1994).

## Gliricidia

La gliricidia – *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth, Walpers, es una leguminosa arbórea perenne de uso múltiple, cultivada en las regiones tropicales, donde crece bien y en las que la *Leucaena leucocephala* no alcanza un desarrollo satisfactorio (Simons y Stewart, 1994). Su propagación puede ser realizada a través de semillas o estacas.

El forraje de la Gliricidia está constituido por hojas y tallos tiernos con un contenido en base seca de 23% de proteína cruda y 64% de nutrientes digestibles totales (Drumond y Carvalho Filho, 2005). De acuerdo con Gómez *et al.* (1995) la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de hojas y tallos de gliricidia varía entre 54 y 70%. A pesar de tener un alto valor nutritivo, uno de los grandes problemas en su utilización en fresco es que los rumiantes rechazan inicialmente sus hojas, probablemente por su olor. Sin embargo, esta puede ser una ventaja comparativa permitiendo su cultivo en asociación con una gramínea, utilizando el pastoreo directo sin riesgo de que esta especie desaparezca con el pasar de los años, una condición que ocurre con otras leguminosas de mayor aceptabilidad por los animales.

Las hojas y los tallos de la gliricidia pueden ser consumidos después de un periodo de algunas horas de marchitamiento al ser separados del árbol, aunque la manera más



eficiente de usar esta planta es a través del henificado o ensilado, condición en la que su consumo no presenta problema de rechazo. Una vez que los animales se acostumbran a consumir la gliricidia en forma marchitada, de heno o ensilaje, éstos pueden llegar a consumirla *in natura*, en pastoreo directo. Debido a su alta calidad como forraje, en

Foto: Marcelino Lourenço Ribeiro Neto



**Gliricidia: detalle de la producción foliar**

nuestras condiciones la Gliricidia es ofrecida siempre como suplemento y rara vez como alimento exclusivo. Esta suplementación ocurre en particular en el período seco del año, cuando los animales se alimentan de pastos secos o pajas de baja calidad.

Eniorolunda *et al.* (2008) utilizaron niveles crecientes de inclusión (0, 25, 50, 75 y 100%) de hojas de gliricidia en dietas de caprinos alimentados con *Panicum maximum* fresco, suplementado con un concentrado a base de mandioca. Se observó que las mayores ganancias de peso diario y de eficiencia alimenticia fueron obtenidas en los niveles de inclusión de 75 y 100% de gliricidia en la dieta. Costa *et al.* (2009) estudiando el consumo de materia seca total, ganancia de peso diario, ganancia de peso total y conversión alimenticia, en ovinos Santa Inés alimentados con pasto elefante *ad libitum*, pasto elefante más hojas de gliricidia (en la proporción de 2% a 4% de MS en relación con el peso vivo) y hojas frescas de gliricidia *ad libitum* observaron que los mayores consumos de materia seca fueron registrados cuando la hoja de gliricidia fue ofrecida en asociación con pasto elefante. Estos autores además indicaron que la inclusión de la gliricidia incrementó la ganancia de peso de los animales y mejoró la conversión alimenticia

## Sandia forrajera

La Sandía forrajera (*Citrillus lanatus* cv. Citroides), conocida con los nombres comunes de sandía del monte, de caballo o de puerco, se ha destacado como forrajera por su valor proteico (> 12 %), buena digestibilidad de la materia seca (> 60 %) y alta disponibilidad de agua de sus frutos (Araújo, 2011). Originaria de África, esta planta fue introducida en el Brasil en la época de la esclavitud por los esclavos, difundiéndose por medio de cruzamientos naturales con otras especies como *Citrillus colocynthis* y *Citrillus ecirrosus*, con notable adaptación a las condiciones climáticas del nordeste. Se puede establecer como un monocultivo o en asociación con otros cultivos, tales como maíz, sorgo, palma forrajera, leucaena, fríjol gandul y ricino. En ambos casos, se recomienda un espaciamiento de 3 m entre líneas y de 1 m entre huecos, colocándose de tres a cuatro semillas por hueco (Oliveira, 2005).

Con base en datos obtenidos por productores del sertón de Pernambuco, con precipitaciones medias de 200 a 600 mm, su productividad puede variar entre 10 y 60 ton/ha, con muchos frutos que alcanzan a pesar entre 10 y 15 kg (Lima, 2006). El cultivo debe iniciarse al comenzar la época de lluvias y los frutos deben permanecer hasta el inicio de la época seca para ser ofrecidos a los animales en comedero, con preferencia picados. En condiciones de riego y recibiendo abono, según Oliveira y Silva (2000), su productividad puede alcanzar 80 ton/ha. Una de las grandes cualidades de la sandía forrajera está relacionada con su capacidad de soportar el almacenamiento en el propio campo después de la maduración.

En un estudio para evaluar la utilización de la sandía forrajera en la alimentación de ovinos, Silva *et al.* (2009) concluyeron que las dietas con harina de sandía forrajera y heno de guandul tienen digestibilidades satisfactorias y promueven consumos de materia seca adecuados como para atender las exigencias nutricionales de animales en crecimiento. La harina de sandía forrajera puede ser sugerida para integrar dietas a base de heno de guandul en proporciones de de 35 a 66% de la materia seca.

Foto: Marcelino Lourenço Ribeiro Neto



**Sandía forrajera: detalle de alta producción de frutos**

## **Gandul o Guandul**

El Gandul o Guandul – *Cajanus cajan* (L.) Millspaugh, es originario de la India y se sitúa entre los más importantes cultivos de leguminosas porque además de su adaptación a altas temperaturas y condiciones de sequía, puede producir una importante cantidad de semillas ricas en proteínas, inclusive en suelos de baja fertilidad. La producción de granos depende de la variedad y del sistema de cultivo, y varía entre 500 y 1.500 kg /ha, con contenidos de 18 a 32% de proteína de buena calidad. El forraje producido por el Gandul contiene 14 a 22% de proteína cruda, dependiendo de la cantidad de hojas, vainas y ramitas existentes en el momento de la cosecha (Lima, 2006). A pesar de poder ser utilizado fresco en comedero, e incluso en pastoreo directo, la forma más común de ofrecer este forraje es en forma de heno.

Mizubuti *et al.* (2007) realizaron un estudio relativo al balance de N en ovinos para determinar el consumo promedio diario y el coeficiente de digestibilidad aparente

de heno de pasto *Coast cross* y de guandul. La conclusión fue que el heno del guandul puede ser utilizado como fuente proteica en la alimentación de rumiantes, posibilitando un consumo promedio diario de MS próximo a 52% en animales alimentados *ad libitum* y de 81% en animales en un régimen de consumo restringido. Además, también se observó que la adición de heno de guandul a la dieta de ovinos alimentados con heno de *Coast-cross* puede promover una mejora del consumo promedio diario de fibra bruta y el balance de N de los animales.

Partiendo de una colección de 244 accesiones provenientes de la India, Embrapa Semiárido seleccionó y promovió una variedad forrajera, el *Taipeiro*, de naturaleza arbustiva y altura inferior a 1,0 m, pudiendo llegar a 1,5 m en condiciones edafoclimáticas y de manejo favorables. Posee buena previsibilidad productiva, ramas finas y gran retención de hojas en septiembre, cuando se presentan sequías intensas. Su sistema radicular posee una raíz fuerte, pivotante, profunda y lignificada, con raíces laterales concentradas en una capa de 60 cm de profundidad del suelo. La raíz pivotante llega a alcanzar 2 m de profundidad, lo cual le confiere resistencia a la sequía debido



Foto: Marcelino Lourenço Ribeiro Neto

**Guandul variedad *Taipeiro***

al mejor aprovechamiento del agua en las capas más profundas del suelo (Santos *et al.*, 2005).

De acuerdo con Santos *et al.* (2005), el Gandul *Taipeiro*, bajo condiciones naturales de lluvia y de manejo apropiado del suelo, con captación de agua *in situ*, puede producir hasta 5 ton/ha de materia seca; rendimiento que puede llegar a 8 ton/ha en condiciones edafoclimáticas más favorables. Las ventajas adicionales de esta variedad son: buena producción de forraje en los primeros meses después del plantío, buena relación hojas/tallo, gran retención de hojas y presencia deseable de tallos finos y tiernos. Una de las limitaciones del Gandul, comparado con otras forrajeras arbustivas perennes como la leucaena, es que su ciclo es de apenas 1 a 2 años, cuando necesita ser replantado. La siembra debe ser hecha durante las primeras lluvias, en un espaciamiento de 1m x 1m, utilizando 4 semillas por hueco, a una tasa promedio de 3 kg de semilla/ha.

## Leucaena

La leucaena – *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, es una leguminosa arbustiva/arbórea perenne, originaria de Centro América, excelente para la alimentación de bovinos, caprinos y ovinos. Esta especie constituye una de las forrajeras más prometedoras para el semiárido, en particular por su capacidad de rebrote, inclusive durante la época seca, por su adaptación a las condiciones de suelo y clima, por su excelente aceptación por los rumiantes y por aportar una proteína de calidad, nitrógeno soluble y minerales (Manella *et al.*, 2002; Lima, 2006). En el semiárido brasileño, Silva *et al.* (1980) reportaron que la sobrevivencia de plantas adultas de leucaena, en diversas localidades del nordeste asume valores superiores a 90%.

Esta planta es profusamente utilizada como banco de proteína o para conservación de forraje para el período seco por su calidad. Es posible que junto con el algarrobo, la leucaena es la planta más cultivada entre las forrajeras no convencionales. Su contenido de proteína fluctúa entre 25% y 30% y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca entre 65% y 75%, los cuales son valores superiores a los presentados por las principales especies forrajeras de la región (Salviano, 1984; Oliveira, 2000).

Souza y Espíndola (2000) evaluaron la utilización de la leucaena en la suplementación de ovinos, a través del uso de un banco de proteína asociado con el pastoreo de pasto *buffel*, observando mayor productividad de la pastura, lo cual permitió elevar la carga animal de 4 a 6 borregos/ha, sin reducir la ganancia de peso diaria de los animales, con un consecuente aumento de ganancia de peso por ha.

La siembra de la leucaena debe realizarse en la temporada de lluvias, preparándose el terreno con una aradura y grada. La siembra puede ser hecha con semilla o con plántulas de vivero. En siembra directa se recomienda utilizar 40 a 60 semillas por metro lineal, en el caso de cultivos en línea, a distancias de 2 m. En el caso de plántulas



Foto: Marcelino Lourenço Ribeiro Neto

### **Leucaena: con gran producción de hojas y tallos tiernos**

el espaciamiento puede variar de 2 m x 2 m a 3 m x 3 m, con una densidad de 1.200 a 3.000 plantas/ha (Lima, 1994). La colecta de hojas para henificación debe realizarse a partir del segundo año, con un corte en los años de baja precipitación o dos cortes en años lluviosos (uno a mediados y otro al final del período lluvioso). La leucaena observa una tasa deseable de rebrote.

### **Consideraciones sobre Investigaciones Futuras**

En los últimos años, se ha observado un esfuerzo para aumentar el cultivo de plantas forrajeras utilizando gramíneas exóticas, entre las que se destaca el pasto *buffel* (*Cenchrus ciliaris*), en general a expensas de la remoción de la vegetación de la Caatinga. Si bien estas prácticas determinaron un aumento cuantitativo en la producción de forraje, con el consiguiente aumento de la capacidad de carga, la remoción determinó un desequilibrio ecológico, con la secuela de problemas que ello conlleva, desde la remoción de las capas superficiales del suelo hasta el surgimiento de plagas, con serios perjuicios para las forrajeras y los rebaños. Por tal razón es más bien recomendable la asociación de esta especie con forrajeras nativas, en especial

con leguminosas, un tema que sin duda debe ser motivo de atención por parte de la investigación.

Debe también resaltarse que a pesar de los esfuerzos e inversiones de la investigación, muchos resultados se encuentran aún en las gavetas de los centros experimentales sin llegar a ser adoptados por los productores. Esto se debe a que la investigación ha estado muchas veces desfasada de la realidad del contexto productivo en que se desenvuelve el productor del semiárido. Una investigación participativa, orientada a resolver problemas que aquejan al entorno productivo, y ligada a inversiones en el desarrollo es posible que pueda modificar esta situación, logre la masificación de la información existente y el cambio tecnológico de los sistemas productivos. Por lo tanto es necesario que los esfuerzos de investigación integren la información ya existente en procesos de investigación adaptativa usando métodos participativos y busquen mecanismos para masificar esa información y lograr un cambio tecnológico.

## Consideraciones Finales

Entre las alternativas que se presentan para el desarrollo de los sertones del nordeste, la ganadería de pequeños rumiantes tiene un papel destacado. La cría de estas especies es dependiente de la vegetación nativa de la Caatinga, la cual está sujeta a variaciones estacionales en su producción y es afectada por el sobrepastoreo, aspectos que impactan de manera negativa en su productividad. La estructura predial del nordeste, como se sabe, es predominantemente pequeña en superficie. La mayoría de los productores ganaderos, poseen en efecto poca tierra y baja capacidad de inversión. Esta condición ligada a la baja productividad de la vegetación nativa y escasez de forraje, en particular en la época seca, se traduce en baja productividad de los rebaños y el mantenimiento invariable de una condición de subsistencia. Esta limitación puede ser resuelta con el manejo estratégico de los recursos forrajeros existentes, incluyendo el uso de la Caatinga y la diversificación de especies forrajeras nativas y exóticas, entre ellas las no convencionales aquí citadas.

## Literatura Citada

Araújo Filho, J.A. e F.C. Carvalho. 1998. Criação de ovinos a pasto no semi-árido Nordestino. In: 1º Congresso Nordestino De Produção Animal. Sociedade Nordestina de Produção Animal (SNPA), 6 a 11 de dezembro, 1998, Fortaleza, Ceará, Brasil. SNP. pp. 143-149.

Araújo, G.G.L. de, J.N. Moreira, C. Guimarães Filho, de A. Ferreira, S.H.N. Turco e J. Cavalcanti. 2000. Diferentes níveis de feno de maniçoba na alimentação de ovinos; digestibilidade e desempenho animal. In: 37º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. pp. 399.

Araújo, G.G.L. de. 2011. Cultivo estratégico de forrageiras anuais e perenes, visando a suplementação de caprinos e ovinos, no semi-árido do nordeste. <http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=75&pg=4&n=4> (Consulta: 30.3.2011).

- Almeida, P.J.P., M.L. A. Pereira, T.V. B.S. Santos Silva, T.C. de Jesus Pereira, A. B. dos Santos, E. de Jesus do Santos, L.N. de Oliveira, S.T. Azevedo, C.A.R. Pereira e M. dos Santos Pedreira. 2008. Desempenho econômico de ovinos Santa Inês alimentados com farelo de vagem de algaroba (*Prosopis juliflora*). In: Zootec 2008. Associação Brasileira de Zootecnia. João Pessoa, 26 a 30 de maio de 2008, Paraíba, Brasil. 4 pp.
- Barros, N.A.M.T. e J.L. Queiroz Filho. 1982. Efeitos na substituição progressiva do melaço por vagem de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.) na alimentação de ruminantes. In: Simpósio Brasileiro sobre Algaroba, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). 1, 1982. Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. pp. 385-407.
- Barros, N.N., L.M.C. Salviano e J.R. Kawas. 1990. Valor nutritivo de maniçoba para caprinos e ovinos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 25: 387-392.
- Cavalcanti, J. e L.M.C. Araújo. 2000. Parte aérea da mandioca na alimentação de ruminantes na região semi-árida. Circular Técnica 57, Embrapa Semi-Árido, Petrolina, Pernambuco, Brasil. 22 pp.
- Costa, B.M., I.C.V. Santos, G.J.C. Oliveira e I.G. Pereira. 2009. Avaliação de folhas de *Gliricidia sepium* (jacq.) walp por ovinos. *Archivos de Zootecnia* 58(221): 33-41.
- Drumond, M.A. e O.M. de Carvalho Filho. 2005. Gliricídia. In: Espécies Vegetais Exóticas com Potencialidades para o semi-árido Brasileiro (L.H.P. Kiill e E.A. Menezes, ed.). Embrapa Informação Tecnológica Cap. 10. Embrapa, Brasília, DF, Brasil. pp. 301-317.
- Eniorolunda, O.O., O.A. Jinadu, T.O. Ogungbesan and T.O. Bawala. 2008. Effect of combined levels of *Panicum maximum* and *Gliricidia sepium* on nutrients digestibility and utilization by West African dwarf goats fed cassava offal based concentrate. *Research Journal of Animal Sciences* 2(5): 149-153.
- Fall, S.T. 1991. Digestibilité *in vitro* et dégradabilité *in situ* dans le rumen de ligneux fourragers disponibles sur pâturages naturels au Sénégal. Premiers résultats. *Revue d'élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux* (Paris) 44(3) : 345-354.
- Ferreira, M.B. 1973. Distrito Federal e Goiás sob ameaça de invasora *Calotropis procera* (Ait). *Revista Cerrados* (Brasília) 21: 20-22.
- Figueredo, A.A. 1989. Potencialidades de utilização da algaroba no semi-árido brasileiro. Industrialização das vagens de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC) visando a produção da goma da semente. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro-UFRRJ/DTA Rio de Janeiro. Ed. Coleção Mossoroense. Rio de Janeiro, Brasil. 1: 7-9.
- Fisher, R.A. and N.C. Tuner. 1978. Plant productivity in the arid and semiarid zones. *Annual Review of Plant Physiology* 29: 277-317.
- Gómez, M.E., L. Rodríguez, E. Murgueitio, C.I. Rios, M. Rosales M., C.H. Molina, E. Molina y J.P. Molina. 1995. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. Ed. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, Cali, Colombia, 129 pp. [http://201.234.78.28:8080/dspace/bitstream/123456789/664/1/20061024152517\\_Arboles%20y%20arbustos%20%20forrajeros%20alimentacion%20animal.pdf](http://201.234.78.28:8080/dspace/bitstream/123456789/664/1/20061024152517_Arboles%20y%20arbustos%20%20forrajeros%20alimentacion%20animal.pdf) (Consulta: 30.3.2011).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2004. Banco de Dados Agregados. <http://www.sidra.ibge.gov.br/> (Consulta: 11.11.2004).
- Lima, G.F. da C. 2006. Reservas estratégicas de forragem: uma alternativa para melhorar a convivência dos rebanhos familiares com a seca. Série Circuito de Tecnologias para Agricultura Familiar 1. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. 83 pp.
- Lima, G.F. da C. e F.C. Maciel. 2006. Conservação de forrageiras nativas e introduzidas. <http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/palestras/3722-Conservao-Forrageiras-Nativas-Introduzidas.html> (Consulta: 30.3.2011).
- Lima, G.F. da C., E.M. de Aguiar, P.D.L. da Silva e J.A. Neves. 2002. Efeito do espaçamento e da adubação sobre o estabelecimento e rendimento forrageiro da flor de seda (*Calotropis procera*). In: 39º Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia (SBZ). Recife, Pernambuco, Brasil. pp. 1-3. (CD-ROM)



- Lima, P.C.F. 1987. Produção de vagens de algaroba. *Revista da Associação Brasileira de Algaroba, Mossoró* 1(2): 151-170.
- Lima, P.C.F. 1994. Comportamento silvicultural de espécies de “*Prosopis*” em Petrolina-PE, região semi-árida brasileira. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. 110 pp.
- Lima, P.C.F. 2005. Algarobeira. In: Espécies Vegetais Exóticas com Potencialidades para o Semi-árido Brasileiro (L.H.P. Kiill e E.A. Menezes, ed.). Embrapa Informação Tecnológica Cap. 2. Embrapa, Brasília, DF, Brasil. pp. 37-78.
- Maia, M.S., F.C. Maciel e G.F. Lima. 1997. Produção de caprinos e ovinos: recomendações básicas de manejo. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN)/ Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), Natal, Rio Grande do Norte. Brasil. 54 pp.
- Manella, M.Q., A.J. Lourenço e P.R. Leme. 2002. Recria de bovinos Nelore em pastos de *Brachiaria brizantha* com suplementação protéica ou com acesso a banco de proteína de *Leucaena leucocephala*. Desempenho animal. *Revista Brasileira de Zootecnia* 31: 2274-2282.
- Medina, F.T., M.J.D. Cândido, G.G.L. de Araújo, D.D. Barroso e M.C.S. Cruz. 2009. Silagem de maniçoba associada a fontes energéticas na alimentação de caprinos: consumo e digestibilidade. *Acta Scientiarum Animal Sciences (Maringá, Paraná)* 31(3) 265-269.
- Melo, M.M, F.A.Vaz, L.C. Gonçalves e H.M. Saturnino. 2001. Estudo Fitoquímico da *Calotropis procera* Ait. sua utilização na alimentação e caprinos: efeitos clínicos e bioquímicos séricos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 2(1): 15-20.
- Mizubuti, I.Y., E.L.A. Ribeiro, M.A. da Rocha, F.B. Moreira, C.A. Khatounian, E.S. Pereira, W.C. Fernandes, L.W.O. Souza e A.P. Pinto. 2007. Consumo médio e digestibilidade do feno de capim “Coast cross” (*Cynodon dactylon* (L.) pers.) e feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) em carneiros submetidos a dois regimes alimentares. *Semina. Ciências Agrárias* 28: 513-520.
- Oliveira, M.C. de. 2000. *Leucaena*: suplemento protéico para a pecuária do semi-árido no período seco. Circular Técnica 51, Embrapa Semi-Arido, Petrolina, Pernambuco, Brasil. 14 pp.
- Oliveira, M.C. de e B.F.A. Silva. 2000. Melancia-forrageira: um novo recurso alimentar para a pecuária das regiões secas do Nordeste do Brasil. Circular Técnica 49, Embrapa Semi-Árido, Petrolina, Pernambuco, Brasil. 17 pp.
- Oliveira, M.C. de. 2005. Melancia-forrageira. In: Espécies Vegetais Exóticas com Potencialidades para o Semi-árido Brasileiro (L.H.P. Kiill e E.A. Menezes, ed.). Embrapa Informação Tecnológica Cap. 11. Embrapa, Brasília, DF, Brasil. pp. 323-338.
- Oliveira, V.M. 2002. Estimativas da biomassa de *Calotropis procera* (Ait) R. Br., e determinação de sua composição química nos municípios de Patos e Santa Luzia – PB. Dissertação Mestrado em Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Paraíba, Brasil. 102 pp.
- Salviano, L.M.C. 1984. *Leucaena*: fonte de proteína para os rebanhos. Circular Técnica 11, Embrapa- Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Petrolina, Pernambuco, Brasil. 16 pp.
- Santos, C.A.F., F.P. de Araújo e E.A. Menezes. 2005. Guandu. In: Espécies Vegetais Exóticas com Potencialidades para o Semi-árido Brasileiro (L.H.P. Kiill e E.A. Menezes, ed.). Embrapa Informação Tecnológica Cap. 7. Embrapa, Brasília, DF, Brasil. pp. 227-248.
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). 2000. Estudo sobre eficiência econômica e competitividade da cadeia agroindustrial da pecuária no Brasil. SEBRAE, Brasília, DF, Brasil. 398 pp.
- Silva, H.O., I. E. Pires, J. Ribaskí, M.A. Drumond, P.C.F. Lima, S.M. de Souza e C.A. Ferreira. 1980. Comportamento de essências florestais nas regiões áridas e semi-áridas do nordeste: resultados preliminares. Empresa EMBRAPA, Brasília, Brasil. 25 pp.

- Silva, R.L.N.V. da, G.G.L. de Araújo, E.P. do Socorro, R.L. Oliveira, A.F. Garcez Neto e A.R. Bagaldo. 2009. Níveis de farelo de melancia forrageira em dietas para ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38 (6): 1142-1148.
- Silva, V.M. da, M. de A. Lira, V.L.A. Pereira, E.C. de Araújo e M.J.N. Sampaio. 2001. Valor nutritivo e consumo voluntário de algodão de seda (*Calotropis procera*), forrageira nativa da região semi-árida de Pernambuco. *Pasturas Tropicales* 23(2): 20-22.
- Simons, A.J. and J.L. Stewart. 1994. *Gliricidia sepium*, a multipurpose forage tree legume. In: Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture (R.C. Gutteridge and H.M. Shelton, ed.). Wallingford: CAB International, Oxon, UK. pp. 30-48.
- Soares, J.G.G. 1995. Cultivo da maniçoba para produção de forragem no semi-árido brasileiro. Comunicado Técnico 59, Embrapa- Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Petrolina, Pernambuco, Brasil. 4 pp.
- Soares, J.G.G. e L.M.C. Salviano. 2000. Cultivo da maniçoba para produção de forragem no semi-árido brasileiro. Instruções Técnicas 33, Embrapa Semi-Árido, Petrolina, Pernambuco, Brasil. 6 pp.
- Souza, A.A. e G.B. Espindola. 2000. Bancos de proteína de leucena e de guandu para suplementação de ovinos mantidos em pastagens de capim-buffel. *Revista Brasileira de Zootecnia* 29(2): 365-372.
- Torres, J.F., A.P. Braga, G.F. da C. Lima, A.H. do N. Rangel, D.M. de Lima Júnior, M. do V. Maciel, S. Edward e O. Oliveira. 2010. Utilização do feno de flor-de-seda (*Calotropis procera* Ait. R. Br) na alimentação de ovinos. *Acta Veterinaria Brasilica* 4(1): 42-50.
- Vaz, F.A., L.C. Gonçalves, H.N. Saturnino, L. Borges, N.M. Rodrigues e M.A.Q.L. Lenoir. 1998. Avaliação do potencial forrageiro do algodão de seda (*Calotropis procera*). I. Consumo voluntário e digestibilidade da MS. In: 35º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Botucatu, São Paulo, Brasil. pp. 462-464.



# Capítulo 17

## Especies Forrajeras con Potencial para su Utilización en las Zonas Áridas y Semiáridas de México

Miguel Ángel Flores Ortíz

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP),  
Campo Experimental Zacatecas, Zacatecas, México*

### Introducción

En la región árida y semiárida de México la demanda por nuevas especies forrajeras es constante y creciente debido a la necesidad de mayor producción de forraje para satisfacer los requerimientos nutricionales de rumiantes, en particular durante los meses de febrero a julio, periodo en el cual la producción de forraje en el pastizal es mínima e insuficiente (Salinas *et al.*, 1993). En esta región, la producción de forrajes cultivados se basa en un número limitado de especies, en particular avena, maíz y sorgo, que se producen en su mayoría en condiciones de secano con una productividad reducida debido a la baja precipitación de lluvia, cuya incidencia es variable en cantidad y distribución espacial, y elevadas tasas de evaporación, hasta 10 veces mayores a la precipitación recibida (Corral, 1989; Medina, 2004).

En este contexto productivo, los ganaderos requieren de opciones de producción con base en especies con alta productividad del agua, buena calidad nutritiva del forraje y la capacidad de producir en diferentes épocas del año aprovechando oportunidades de disponibilidad de recursos hídricos. Para atender esta demanda, los centros de investigación y universidades evalúan diferentes especies con potencial forrajero para las zonas áridas y semiáridas, con la inclusión de especies cultivadas en otras partes del mundo, así como también de especies nativas del pastizal con potencial de ser manejadas con métodos agronómicos. Numerosas gramíneas, leguminosas y plantas arbustivas y semiarbustivas han sido evaluadas en la región norte-centro de México en condiciones de secano y de riego. En esta sección se describen sólo aquellas especies con potencial evaluado.

### Cultivos Anuales

#### Girasol

El girasol – *Helianthus annuus* L., es una planta anual de estación caliente, por lo que su producción para forraje se concentra en el periodo junio-octubre. Esta especie desarrolla mejor en suelos con buen drenaje y pH (entre 6 y 8), y es eficiente en el

uso de nutrientes y el agua por su sistema radicular pivotante y extendido (Lamond y Vigil, 2005). Este sistema permite que las raíces del girasol penetren hasta 2,49 m de profundidad, una profundidad superior a la alcanzada por el sorgo en condiciones similares (Stone *et al.*, 2001), además de que 90% de sus raíces se distribuyen en el estrato del suelo entre 0 y 40 cm (Angadi y Entz, 2002). Debido a esta condición esta especie puede aprovechar con eficiencia la humedad de la lluvia, aunque esta sea mínima.

Los rendimientos de materia seca en México, en condiciones de secano, fluctúan entre 0,7 ton/ha con 130 mm de lluvia y 7,2 ton/ha con 314 mm de lluvia (García *et al.*, 1982; García y García, 1982; Flores, 1984). Con irrigación, los rendimientos de materia seca llegan a 13 ton/ha obtenida en 79 días en el estado lechoso-masoso (pastoso) (Fariás y Faz, 1985a).

La calidad del forraje es comparable con la del maíz. Putnam *et al.* (2006) reportan valores de 12% de proteína cruda, 12% de extracto etéreo, 31% de fibra cruda, 31% de fibra detergente ácido, 10-16% de lignina y una digestibilidad *in vitro* de la materia seca de 70%. Aunque García *et al.* (1982) consignan problemas para conservar el forraje mediante ensilaje por los altos contenidos de agua y aceite, Gonçalves *et al.* (1999), no encontraron problemas al ensilar girasol, produciendo un ensilaje con 13% de proteína cruda. El problema para ensilar este cultivo es su alto contenido de agua, requiriéndose que el girasol sea marchitado antes de ensilarlo para aumentar su contenido de materia seca (Putnam *et al.*, 2006). Además, se debe cuidar que el estado de madurez del cultivo sea tal que el contenido de materia seca sea suficiente para producir ensilaje de buena calidad (Noguera *et al.*, 2006).

En la zona norte-centro de México, la tecnología de producción recomendada para este cultivo incluye la siembra intercalada con maíz y su conservación como ensilado. La siembra intercalada produce mayor cantidad de materia seca, mejora el proceso de fermentación y aumenta la aceptabilidad del ensilaje por los animales. Se recomienda sembrar intercalando dos o cuatro surcos de girasol con dos o cuatro surcos de maíz. La preparación del suelo puede seguir la práctica convencional: un paso de barbecho y otro con rastra de discos, o con labranza mínima que consiste sólo en un paso de rastra previo a la siembra, este último método se recomienda en suelos nivelados y sin problemas de compactación. Independientemente de la forma de preparar la cama de siembra se recomienda el *pileteo* (ver sección de forrajeras convencionales), que se efectúa en surcos alternos al momento de realizar el primer cultivo, los surcos que no se *piletearon* en el primer cultivo se *piletean* en el segundo, esto permite el tránsito del tractor al realizar esta segunda labor. La densidad de plantas de cada especie debe ser de 45.000 a 50.000 plantas/ha y las variedades tanto de girasol como maíz deben ser de ciclo vegetativo similar, de modo que en la cosecha su estado de madurez coincida. La fecha de siembra en condiciones de secano es al inicio de las lluvias, mientras que en condiciones de riego puede ser desde abril hasta junio. La cosecha se hace cuando los

cultivos se encuentran en estado lechoso-masoso, entre 105 y 110 días después de la siembra. El ensilaje contiene 11,5% de proteína cruda, 7,7% de grasa, 31,0% de fibra cruda y 39,0% de fibra detergente ácido (CEVG, 2005).

## Mijo perla

El Mijo perla – *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br., *Pennisetum typhoides* (Burm) Stapf. & Hubb., *Pennisetum typhoideum* (L.) Rich. y *Pennisetum americanum* (L.) Leeke (Andrews *et al.*, 1993), es una gramínea anual de estación caliente, originaria del África y usada para producir grano y forraje. En México, con una reducida superficie sembrada, esta planta se utiliza sólo como forraje. El cultivo del mijo ha sido mejorado genéticamente por el Instituto Internacional de Investigación de Cultivos en los Trópicos Semiáridos (ICRISAT) contándose con variedades forrajeras que en condiciones favorables de humedad y temperatura llegan a medir hasta 4,5 m (Sedivec y Schatz, 1991).

Esta especie se adapta desde 0 a 1.600 msnm en sitios donde el rango de temperatura fluctúa entre 11 y 33°C y la precipitación varía entre 250 y 300 mm. Los suelos arenosos o de migajón fértiles son los mejores para este cultivo (Hernández *et al.*, 2007), aunque también produce bien en suelos arenosos infértiles superando al sorgo y al híbrido sorgo x Sudán.

El mijo es tolerante a la sequía (Baker, 2003) y es eficiente en el uso del agua, por ejemplo Sasani *et al.* (1994) mencionan que cuando el mijo recibió 75% de sus requerimientos de agua no redujo significativamente su rendimiento (con una reducción no superior a 10%), en cambio la eficiencia en el uso del agua fue mayor cuando el cultivo recibió sólo 50% de sus necesidades hídricas, produjo de 52 kg MS/ha/mm de agua contra 35 kg MS/ha/mm de agua sin restricciones de humedad. Los requerimientos de agua del mijo perla reportados por algunos autores son similares a los del sorgo (Brouwer y Heibloem, 1986); sin embargo, De Kock (2001) cita que el mijo es más eficiente que el sorgo en el uso del agua ya que requiere 400 L de agua/kg de materia seca en comparación con el sorgo cuyos requerimientos promedian 666 L de agua/kg de materia seca.

Otra característica deseable de esta especie es su tolerancia a la salinidad, Flores (1991) reportó rendimientos de mijo perla en irrigación con agua salina (con 4 dS/m de conductividad eléctrica) de 12,7 ton MS/ha en 83 días de cosecha, una tolerancia que se manifiesta desde la etapa de plántula (Ashraf y McNeilly, 1987).

Como forraje el mijo es una especie de alto valor puesto que la mayor parte de su biomasa proviene de las hojas, con una relación hoja:tallo más alta que la del sorgo y sorgo x Sudán; p. ej. Fontaneli *et al.* (2001) indican que el mijo perla produjo entre 8 y 10% más hojas que el sorgo x Sudán. Además, su capacidad de macollar es alta y tiene buena capacidad de rebrote (Sedivec y Schatz, 1991).

En México, la producción experimental de forraje con irrigación fluctúa entre 14,6 ton MS/ha, cuando el mijo es cosechado como pradera en un sistema de cortes múltiples, y 19,6 ton MS/ha, si se cosecha durante la formación de la espiga (Faz y Farías, 1984; Farías 1985a; Farías, 1985b).

En calidad de forraje el mijo perla supera al sorgo y sorgo x Sudán (Tabla 1). Si el mijo se cosecha en etapas tempranas, con un tamaño de planta entre 0,3 y 0,5 m, el contenido de proteína puede llegar a 20%. En parte, la mejor calidad se debe a que el mijo perla produce una mayor cantidad de hojas, tanto que en algunas variedades las hojas pueden llegar a representar 90% del total de biomasa producida (Quiroga y Farías, 1985; Sedivec y Schatz, 1991; OMAFRA, 1998; Fontaneli *et al.*, 2001).

**Tabla 1. Calidad del forraje del mijo perla y sorgo x Sudán.**

Valor forrajero	Mijo	Sorgo x Sudán
Rendimiento de materia seca (ton/ha)	12	11
Proteína cruda (%)	18	12
Fibra detergente ácido (%)	36	40
Fibra detergente neutro (%)	66	70
Digestibilidad de la materia seca (%)	69	67

Fuente: OMAFRA (1998).

La tecnología de cultivo del mijo perla es similar a la del maíz y sorgo en cuanto a preparación de terreno y distancia entre surcos se refiere. Esta especie produce más forraje si la floración ocurre cuando los días son largos, con al menos 12 horas de luz, por lo que la fecha de siembra aconsejable en México es del 15 de marzo al 15 de mayo con riego y del 15 de marzo al 31 de julio en condiciones de temporal. El inicio de la fecha de siembra cambiará de acuerdo con la región, la siembra se inicia el 15 de marzo en aquellas regiones donde en esta época del año ya no ocurren heladas. La densidad de plantas y la fertilización varían en función de la disponibilidad de agua. La Tabla 2 detalla los requerimientos de semilla, nitrógeno y fósforo en el cultivo del mijo.

Las variedades e híbridos de mijo que recomienda el INIFAP para condiciones de riego o buen régimen de precipitación (>300 mm) son *Millex-24* y *Mill-Hy-100*, ambas con semilla comercial disponible, y UNL-378E, UNL-413E, variedades experimentales con posibilidades de producción de semilla si es demandada. Para condiciones de precipitación deficiente (200-250 mm) las variedades recomendadas por el INIFAP son ICMV-88903 e ICVM-221, ambas de ciclo corto y con semillas aún no disponibles en el mercado (Hernández *et al.*, 2007).

**Tabla 2. Cantidad de semilla, nitrógeno y fósforo requeridos para producir mijo perla.**

Condición de agua disponible	Semilla <sup>(1)</sup> (kg/ha)	Densidad aproximada (plantas/ha)	Nitrógeno (kg/ha)	Fósforo (kg/ha)
Riego	12	700.000	120	60
Secano (precipitación > 300 mm)	9	500.000	60	40
Secano (precipitación < 300 mm)	6	300.000	40	20

Fuente: Hernández *et al.* (2007).

Nota: <sup>(1)</sup>Germinación aproximada 85%.

La utilización del mijo perla puede ser de varias maneras: 1) en apacentamiento, con preferencia durante la etapa de prefloración, 2) en verde picado, con preferencia en la etapa de floración, lo cual ocurre entre 50 y 90 días después de la siembra, dependiendo de la variedad o planta híbrida utilizada, y 3) en ensilaje o heno, cosechando cuando el grano está en estado lechoso-masoso.

### *Lathyrus sativus* L.

La evaluación de esta especie en México es reciente, iniciándose en 2006 en Zacatecas y San Luis Potosí como parte de las actividades de un proyecto de colaboración entre el INIFAP e ICARDA. El principal centro de origen de esta leguminosa es la región árida occidental del Mediterráneo y el oeste de la región Irán-Turquía, con pequeños centros de diversidad en las regiones templadas de América (Amussen y Liston, 1998; Kenicer *et al.*, 2001). Se han reconocido aproximadamente 187 especies y subespecies del género *Lathyrus*, pero sólo el *Lathyrus sativus* es cultivado en forma extensiva (Muehlbauer y Tullu, 1997; McCutchan, 2003).

El *Lathyrus sativus* tiene un amplio rango de adaptación, prospera en cualquier textura de suelo, desde arcillosa hasta arenosa, con pH entre 6,0 y 7,5, siendo una planta sensitiva a suelos ácidos. Supera a la mayoría de las leguminosas en cuanto a capacidad de producir en suelos de baja fertilidad y tolerar inundaciones (López, 1994; Muehlbauer y Tullu, 1997; FAO, 2003; Handbury *et al.*, 2005; Yang y Zhang, 2005;). Una de las principales características de esta especie es su gran tolerancia a la sequía, considerándose como la especie más tolerante a esta condición entre las leguminosas cultivadas (Yang y Zhang, 2005). Esta leguminosa no presenta problemas serios de plagas y enfermedades y su tolerancia al frío es moderada (Handbury *et al.*, 2005). La combinación de estas características, en especial su resistencia a la sequía, ha motivado su introducción y evaluación en muchas partes del mundo donde las condiciones climáticas son adversas para otros cultivos (Campbell, 1997).



El *Lathyrus sativus* es una especie de uso múltiple, usada para consumo humano (aunque no muy recomendada porque el grano posee agentes neurotóxicos), como forraje y abono verde. En regiones áridas y semiáridas del Medio Oriente, Asia Central y África, en épocas de sequías severas, es el único cultivo que produce forraje permitiendo la sobrevivencia de los animales domésticos. En Turquía, con 223 mm de precipitación, se reportan rendimientos de 3,27 ton MS/ha (Karadağ *et al.*, 2004) y en Colorado, Estados Unidos, Rao *et al.* (2005) mencionan que con 272 mm de precipitación en la estación de crecimiento el cultivo produjo 7,76 ton MS/ha. Das *et al.* (2001) consignan que en la India, en temporal y con aplicación de 40,0 kg/ha de nitrógeno, la producción de forraje verde fue de 31,0 ton/ha. En Zacatecas, en la región central de México, con 299 mm de precipitación Flores (2007a) reportó un rendimiento de 12,8 ton MS/ha. La tasa de crecimiento de esta especie puede llegar a ser igual o superior que la de la alfalfa (Thiessen *et al.*, 2001).

Con relación a calidad de forraje, Poland *et al.* (2003) reportan que el *Lathyrus sativus* tiene una calidad similar a la de alfalfa en todas las variables con las que se caracteriza un forraje, por ejemplo, el contenido de proteína cruda fluctúa entre 23% en etapa vegetativa y 18% a mediados de la floración (FAO, 2007a). La calidad del forraje de *Lathyrus sativus* que se produjo en México fue de excelente rendimiento: 21% de proteína cruda, 41% de fibra detergente neutro, 37% de fibra detergente ácido y un valor alimenticio relativo del forraje de 137, comparable con alfalfa de primera (Flores, 2007a).

El *Lathyrus sativus* se ha utilizado en alimentación de rumiantes con buenos resultados. Poland *et al.* (2003), reporta ganancias de peso de 372 y 444 gramos/día en ovinos alimentados *ad libitum* con heno de *Lathyrus sativus* y alfalfa, respectivamente. El grano de esta especie tiene un elevado contenido del aminoácido ácido  $\beta$ -N-oxalil-L- $\alpha$ - $\beta$  diaminopropiónico (Campbell, 1997) que produce desordenes neurológicos en humanos. Se han identificado bacterias ruminales que son capaces de degradar este aminoácido y que hacen posible el uso del grano en alimentación animal sin las consecuencias observadas en humanos (Hong y Broker, 2000).

## Veza común

La veza común— *Vicia sativa* L., es una leguminosa anual originaria de las zonas áridas del sudeste de Europa, norte de África y oeste de Asia, con rangos de precipitación de 200 a 400 mm. En la actualidad esta especie se siembra para forraje en Europa, África y Asia y se ha introducido en regiones templadas de otros países de América (Frame, 2007a; Hanan y Mondragón, 2009). En México, se cultiva para forraje en las partes altas (2.250 a 3.000 msnm) y se ha reportado su presencia en Chiapas, Coahuila, Distrito Federal, Hidalgo, Estado de México, Querétaro, Tlaxcala y Veracruz (Hanan y Mondragón, 2009). La superficie sembrada alcanza aproximadamente 7.500 ha en la región central del país (SIACON, 2004).

La veza se adapta a una amplia variedad de suelos, desde arenosos hasta arcillosos, aunque requiere que estos suelos tengan buen drenaje. Su mejor comportamiento es en suelos arcillosos de textura fina y suelos arcillo-limosos; no desarrolla bien en suelos salinos ni sódicos. La veza común tolera pH bajos con un rango de 5,5 a 8,2, y un óptimo de 6,5 (UC SARPE, 2007a). Esta planta es tolerante al frío y por lo tanto apta para siembra en la estación fría del año, aunque algunas variedades de primavera son susceptibles a heladas (Frame, 2007a).

El cultivo puede ser utilizado con varios fines: apacentamiento, producción de heno o ensilaje, y producción de abono verde. Además, se puede producir en monocultivo o en asociaciones con cereales de grano pequeño (Undersander *et al.*, 1990; Chowdhury *et al.*, 2001; Hannaway y Larson, 2004). Los atributos forrajeros de este cultivo incluyen: 1) alto valor nutritivo y económico, 2) aceptabilidad por diferentes especies animales y 3) excelente comportamiento en asociaciones con cereales de grano pequeño.

En condiciones de secano se han reportado rendimientos de 8,5 ton MS/ha (Frame, 2007a). En España, Rebolé *et al.* (2004), también en condiciones de secano, con 70,4 y 129,0 mm de precipitación ocurrida en los tres meses previos a la cosecha, obtuvieron rendimientos de 5,73 y 8,5 ton MS/ha, respectivamente. En México, Flores (2007b) con 299 mm de precipitación durante la estación de crecimiento registró un rendimiento de 4,7 ton MS/ha y con riego, en invierno-primavera, un rendimiento de 9,3 ton MS/ha. La mayor proporción de biomasa del cultivo, si es cosechado en etapa de floración, corresponde a hojas (aproximadamente 60%, del total de biomasa) y el resto a tallos (Rebolé *et al.*, 2004; Flores, 2007b). Esta distribución de la biomasa confiere a esta especie las características de un forraje excelente.

La calidad del forraje de la veza común, cosechado en etapa de floración, es semejante a la de la alfalfa de grado superior, con valores de proteína cruda, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido de 22%, 36,4% y 26,4%, respectivamente (Alzuela *et al.*, 2001; Rebolé *et al.*, 2004; FAO, 2007b). Estos valores concuerdan con los obtenidos por Flores (2007b). La digestibilidad de la materia seca (67%) y el valor alimenticio relativo (184), ubican a la veza como un forraje equivalente a la alfalfa de calidad superior (Undersander *et al.*, 2004; Flores, 2007b).

La incorporación de la veza común a las fuentes de alimentación de rumiantes menores en las zonas áridas ha valorizado sus bondades forrajeras, p. ej. ICARDA liberó la variedad *Bakara* que se incorporó con éxito en los sistemas de producción de ovinos de Jordania, Iraq y Siria, logrando altas ganancias de peso en ovinos Awassi (275 g/día) en pastoreo directo, con una ganancia adicional en producción de leche de 175 g/día (ICARDA, 2003; Shideed *et al.*, 2000). La siembra de veza con cereales como avena o cebada es una práctica común para mejorar el rendimiento y/o la calidad del heno producido por estas últimas especies (Laurirault y Kirskey, 2004).

La producción de veza puede tener lugar en México tanto en verano, a secano o con riego, como en otoño, con riego. La preparación de la cama de siembra, barbecho, rastreo y nivelación del terreno, es similar a la seguida con otros cultivos forrajeros, ya sean gramíneas o leguminosas. En condiciones de secano se recomienda sembrar al inicio de la época de lluvias, en otoño-invierno, desde mediados de septiembre a mediados de noviembre. La siembra puede ser mecánica, usando una sembradora convencional de cereales, o manual esparciendo la semilla y tapándola con un paso de rastra. La cantidad de semilla es de 50 kg/ha si se siembra como monocultivo, mientras que en asociación con avena se recomienda usar 25 a 35 kg/ha de veza y 30 a 50 kg/ha de avena. Aunque es recomendable inocular la semilla con inoculante tipo C, si el terreno fue cultivado con otra leguminosa es probable que la inoculación no sea necesaria. La profundidad de siembra es de 2,5 a 5,0 cm. La fertilización se realiza antes de la siembra, recomendándose la aplicación de fósforo (50 a 60 kg/ha) y una dosis baja de nitrógeno (10 a 20 kg/ha) mientras el cultivo inicia la fijación biológica de este elemento. El forraje puede ser apacentado, henificado o ensilado. Para el apacentamiento directo es conveniente dejar que el cultivo logre entre 15 y 20 cm de altura. Los animales deben ser removidos cuando la altura de la planta alcanza 5 cm. Para henificación el cultivo se cosecha un par de semanas después del inicio de la floración (Sattell *et al.*, 1998a; Seymour *et al.*, 2003).

Un problema de la veza es cuando se la destina para la producción de semilla. En este caso debe utilizarse una cosechadora especial (consultar con ICARDA, [icarda@cgiar.org](mailto:icarda@cgiar.org)).

## Veza narbón y veza lanuda

La veza narbón (*Vicia narbonensis* L.) y Veza lanuda (*Vicia dasycarpa* L.) son dos especies con potencial para producir forraje en las regiones áridas y semiáridas. Estas dos especies no se habían evaluado en México hasta 2007, año en que el INIFAP inicia estudios de su potencial en Zacatecas, usando líneas enviadas por ICARDA en el marco del proyecto de colaboración con este centro.

La veza narbón es una especie anual relacionada con el haba (*Vicia Faba* L.), aunque más tolerante a la sequía y enfermedades foliares que esta especie (Seymour *et al.*, 2006). Su principal centro de origen es el oeste de Georgia en el Cáucaso y un centro secundario en la región Mediterránea. La especie se encuentra distribuida en la región central y Mediterránea de Europa, Asia Central, India y Etiopía (López, 1994; Damania, 1998). Se adapta a una amplia variedad de suelos desde arenosos hasta arcillosos, con un rango de pH de 5 a 9. Crece en un rango de precipitación de 250 a 600 mm, en áreas con baja precipitación (350 mm o menor) su producción es mayor que la del haba debido a su alta tolerancia a la sequía y buena tolerancia al frío (Abd El-Moneim y Nan, 2002; Seymour *et al.*, 2006).

El rendimiento llega a 5,0 ton MS/ha cuando se cosecha en floración, aunque en condiciones de humedad favorables la producción de forraje seco supera ese valor. En Zacatecas, México, en condiciones de secano, Flores (2007c) reportó una producción de 6,0 ton MS/ha. El contenido de proteína cruda del heno del forraje cosechado en floración varía de 16% a 27%, la energía metabolizable es de 9,4 MJ/kg MS, y los contenidos de fibra detergente neutro y fibra detergente ácido son 42,4% y 29,6%, respectivamente. La digestibilidad *in vitro* de la materia seca es de 80,9% (Hadjipanayiotu, 2000; Tuna *et al.*, 2004; Seymour *et al.*, 2006; Yavus *et al.*, 2006; FAO, 2007c; Selmi *et al.*, 2010;).

La veza narbón además de pastorearse se puede cosechar para producción de heno, la ganancia de peso de corderos consumiendo este forraje en floración fue de 331 g/día (Seymour *et al.*, 2006).

La tecnología de cultivo es similar a la descrita para la veza común, en cuanto a preparación de terreno, fecha de siembra, y fertilización se refiere. La densidad de semilla es de 70 kg/ha para obtener 30 plantas/m<sup>2</sup>. Diferenciándose de otras vezas, esta especie tiene la ventaja de contar con un hábito de crecimiento semierecto que facilita la cosecha mecánica para henificado (Seymour *et al.*, 2006).

La veza lanuda—*Vicia villosa* Roth. subesp. *dasycarpa* (Ten.), se reconoce como una subespecie de la veza vellosa (*Vicia villosa* Roth.). La otra subespecie corresponde a *Vicia villosa* Roth. subesp. *varia* (Host.) Corb.

La veza lanuda es originaria de la región mediterránea de Europa de donde se introdujo a las regiones templadas de Asia y América (Frame, 2007b). Es una planta anual o bianual y se adapta a una amplia variedad de suelos fértiles desde texturas arcillosas hasta arenosas, aunque se comporta mejor en suelos arenosos o francos. Su rango de pH es de 4,9 a 8,2, con un rango óptimo de 6,0 a 7,0, puede producir en suelos ácidos donde la alfalfa y los tréboles no prosperan. Es más tolerante a las inundaciones y al frío que la veza común. En plántula su tolerancia a la sequía es baja, pero como planta adulta es más tolerante a la sequía y calor que otras especies de vezas (Sattell *et al.*, 1998b; Frame, 2007b; UC-SARPE, 2007b).

Esta especie se usa en apacentamiento directo, producción de heno y ensilaje y como abono verde. Su rendimiento puede llegar a 8,5 ton MS/ha; Flores (2007c) en México obtuvo 6,3 ton MS/ha en condiciones de secano. Cuando se cosecha la veza lanuda en prefloración los contenidos de proteína cruda, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido promedian 31,0%, 32,1% y 27,2%, respectivamente, con una digestibilidad de la materia seca de 81,9% (Sattell *et al.*, 1998b; Coraglio *et al.*, 2001; Frame, 2007b). Su máxima calidad como forraje se obtiene cuando se cosecha en plena floración, en verde es amarga y es más palatable henificada (Smith y Valenzuela, 2002).

Las prácticas de cultivo críticas (preparación de la cama de siembra, método de siembra y fertilización) son similares a las seguidas en el cultivo de otras veces ya descritas. La densidad de siembra fluctúa entre 30 y 60 kg/ha cuando la semilla se esparce al voleo y entre 10 y 30 kg/ha cuando se siembra en hileras con maquinaria. La profundidad de siembra es de 2 a 4 cm (Smith y Valenzuela, 2002).

## Coquia

La coquia – *Kochia scoparia* (L.) Schrad., es una especie anual de verano de la familia Chenopodiaceae, originaria de Eurasia y con amplia distribución en América del Norte (Esser, 1995). En México se distribuye en el norte y centro del país y está considerada como una maleza (CONABIO, 2007). Esta especie se adapta en una amplia variedad de suelos, incluyendo los salinos, y está adaptada a las zonas áridas por su alta resistencia a la sequía (Sherrod, 1971). En sus etapas tempranas de crecimiento la coquia tiene un valor nutricional similar al de la alfalfa (Knipfel *et al.*, 1989). Puede producir hasta 11,0 ton de MS/ha en condiciones de secano y hasta 16,0 ton de MS/ha con riego (Grimson *et al.*, 1989; Sherrod, 1971). En el centro-norte de México los rendimientos de la coquia fluctúan entre 6,2 ton de MS/ha con 196 mm de precipitación y 22,0 ton de MS/ha cuando es cultivada con riego (González y Contreras, 1985; Reyes, 1986). Cuando se cosecha en etapas tempranas de crecimiento el porcentaje de hojas es de 55%, el cual disminuye a 28% en la etapa de floración completa (Sherrod, 1971; Woldeghbriel, 1983; Karachi, 1986).

El contenido de proteína cruda de esta especie es de 25% en prefloración y 13% en floración completa (Sherrod, 1971). La digestibilidad del forraje cuando se cosecha en sus etapas tempranas de crecimiento es similar a la de la alfalfa (Finley y Sherrod, 1971; Sherrod, 1973; Hoefler *et al.*, 1988); sin embargo, a pesar de una calidad comparable con esta forrajera, su aceptabilidad por el animal es menor (Hoefler *et al.*, 1988; Medrano, 1991; Scheaffer *et al.*, 1992). Por esta razón las ganancias de peso obtenidas con coquia, tanto en ovinos como bovinos, son pobres y en ocasiones negativas, en particular si se usa la coquia como forraje único; razón por la cual se recomienda asociarla en dietas con otros forrajes y en bajas proporciones (Mbaye, 1983; Kiesling *et al.*, 1984; Hoefler *et al.*, 1988; Thilsead *et al.*, 1989; Medrano, 1991; Mir *et al.*, 1991; Scheaffer *et al.*, 1992). Esta limitante se debe a sus altas concentraciones de alcaloides, que aumentan al madurar la planta (Mbaye, 1983; Ranking 1989; Thilsead *et al.*, 1989). Woldeghbriel (1983) consigna que la proporción de coquia asociada con otros forrajes, puede llegar hasta 30% sin causar problemas de toxicidad. En la región árida de la Laguna en Coahuila, México, donde la producción de leche caprina en sistemas intensivos y semiintensivos utiliza la alfalfa como forraje, Flores (1992) evaluó niveles crecientes de coquia, en reemplazo de la alfalfa, con incorporación de hasta 40% de coquia sin que la producción y calidad de leche sean afectadas.

## Especies Perennes

### Chamizo y otras especies de *Atriplex*

Conocido con los nombres comunes de chamizo o costilla de vaca, el *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt., es una especie con amplia distribución en las comunidades desérticas del norte de México (CONAFOR, 2007). Esta planta se desarrolla como un arbusto perenne de crecimiento erecto que llega a medir hasta 2,5 m. Posee una alta capacidad de adaptación a climas con veranos secos y calientes e inviernos fríos con precipitación entre 150 y 350 mm. Prospera en cualquier tipo de topografía, en alturas de hasta 2.500 msnm, pero es más común entre los 1.400 y 1.800 msnm, tolera suelos alcalinos y salinos (Howard, 2003; McArthur *et al.*, 2006).

Esta especie puede llegar a producir 2,5 ton/ha de forraje seco al año en condiciones naturales de secano (Martínez y Lara, 2003) y con riego hasta 11,0 ton/ha (Villanueva y Hernández, 2001). El forraje es muy apetecido por el ganado y su calidad es comparable con la de la alfalfa, el contenido de proteína cruda de las hojas fluctúa entre 11,5% y 23,7% y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca es de 75%, conteniendo 1.42 Mcal/kg de energía metabolizable (McArthur *et al.*, 2006; Beltrán *et al.*, 2009). Uno de los grandes atributos del *Atriplex canescens*, y por el cual es apreciado, es su capacidad de producir forraje y rebrotar durante épocas de baja disponibilidad de humedad y temperaturas bajas (Saucedo, 1999).

El establecimiento de esta especie puede realizarse por siembra de semilla o por medio de trasplante de plántulas. Dado que la disponibilidad de semilla de esta especie es limitada en el mercado, se la colecta en el sitio o sitios cercanos donde se va establecer la plantación, lo cual garantiza su adaptación al ambiente del sitio. La semilla se cosecha entre octubre y noviembre cuando su color se torna café y se desprende con facilidad de la planta. La semilla colectada se almacena por un tiempo mínimo de seis meses para romper la latencia fisiológica que presenta al momento de ser cosechada. El porcentaje de germinación de la semilla es bajo, requiriéndose la escarificación para incrementarlo. Los métodos de escarificación recomendados son lijar la semilla para eliminar las brácteas y remojarla en agua por 48 horas. La siembra se realiza antes del establecimiento de la estación de lluvias, recomendándose sembrar en obras de captación de agua, p. ej. bordos a nivel. En el caso de ambientes poco favorables es mejor sembrar a través de trasplante de plántulas (Urrutia *et al.*, 2007). El método de establecimiento por trasplante asegura obtener plantaciones uniformes y con mejor porcentaje de establecimiento.

Por lo anterior esta tecnología de establecimiento requiere dos fases, la producción de las plántulas en vivero y su trasplante en campo. Las plántulas en vivero se producen con riego y a semisombra para regular la temperatura y humedad. Las plántulas se producen en un almáximo sembrando 50 g de semilla para producir

aproximadamente 1.000 plántulas. Cuando éstas tienen entre 4 y 8 cm de altura se trasplantan en macetas de 8 x 20 cm donde permanecen hasta alcanzar 30 cm, altura recomendada para el trasplante, en esta etapa las plántulas deben regarse cada día. Se recomienda el trasplante a mediados de la estación de lluvias en sitios de suelos con textura areno-arcillosos con pendientes menores de 10%. En estos sitios las plántulas se plantan sobre bordos en contorno con una separación de 5,0 a 6,0 m entre bordos y 1,2 m entre plantas para obtener una densidad entre 1.300 y 1.600 plantas/ha. En plantaciones grandes es recomendable realizar el trasplante en forma escalonada a través de los años, porque si es un año muy seco el porcentaje de establecimiento es bajo. La cosecha inicial de forraje ocurre entre 18 y 24 meses pasado el trasplante, si se cosecha a los 18 meses la remoción de forraje debe ser ligera, no más del 50% de forraje disponible en la planta. A los dos años de establecidas el rendimiento de MS/planta promedia entre 0,5 y 2,0 kg.

Durante la fase de establecimiento las plántulas pueden ser consumidas por roedores y lagomorfos, en este caso se recomienda protegerlas, ya sea con malla o con la misma maceta en la que se produjo la plántula y se transportó al sitio. (Medina *et al.*, 2001; Saucedo, 2003; Urrutia *et al.*, 2007).

## Saladillo

El saladillo – *Atriplex acanthocarpa*, es una especie perenne de vida corta (2 a 3 años), crece en las comunidades halófitas de los ambientes áridos y semiáridos de México, con 250 a 300 mm de precipitación. Los suelos en los que prospera tienen un rango de salinidad de 0.75 a 10.0 mmohs/cm y es más tolerante a la salinidad y sodicidad que el chamizo. Es una buena fuente de forraje para bovinos y caprinos, con una producción de forraje utilizable de 330 kg/ha, la cual puede incrementarse si las condiciones de suelo y precipitación son buenas. El forraje del saladillo tiene alto contenido de proteína y su digestibilidad es también alta (Tabla 3).

Las experiencias en plantación de saladillo son pocas, aunque son similares a las del chamizo. La semilla del saladillo presenta un bajo porcentaje de germinación (5%), debido a un pericarpio endurecido por lo que es necesario escarificar la semilla (con remojo y lijado de la misma), y exponerla a bajas temperaturas; se recomienda utilizar semilla del año anterior al de la plantación (Santos y Chavarría, 2004).

## *Atriplex lentiformis* (Torr) S. Wats.

Esta especie forrajera es nativa en los estados de Baja California y Sonora, México, y constituye una parte importante de la dieta de bovinos y caprinos en pastoreo. Es un arbusto perenne que prospera y produce bien en suelos salinos y con irrigación con agua salina. La producción de materia seca cosechándolo a 75 cm de altura es de 16,0 ton/ha de forraje verde. Meyer, 2005 y Watson y O'Leary, 1993, usando agua con

**Tabla 3. Características nutricionales del forraje del saladillo en diferentes etapas fenológicas.**

Valor forrajero	Porcentajes en		
	Crecimiento	Floración	Madurez
Materia seca	94,5	95,3	95,3
Proteína Cruda	19,3	19,9	17,2
Fibra detergente neutro	29,7	29,3	32,4
Fibra detergente ácido	11,3	13,0	22,3
DIVMS	79,6	68,1	77,0
DIVMO	66,6	65,2	61,8

Fuente: Santos y Chavarria (2004).

Notas: DIVMS = Digestibilidad *in vitro* de la materia seca; DIVMO = Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica.

alta salinidad (18 dS/m) obtuvieron 9,3 ton/ha de forraje seco, Gupta y Arya (1995) reportan una producción de 2,9 ton/ha de forraje seco en un suelo salino con 12 a 17 dS/m, y Flores y Figueroa (1992) consignan que con riego con agua salina (3,8 dS/m) el *Atriplex lentiformis* cosechado dos veces, a los 75 y 110 días, produjo 6,0 ton/ha de forraje seco. El forraje de esta especie tiene un alto contenido de proteína y buena digestibilidad (Tabla 4), sin embargo, tiene la desventaja de que contiene una gran cantidad de minerales y sales minerales que afectan y reducen el consumo del animal, además acumula selenio y oxalatos que pueden causar toxicidad al ganado, por estas razones esta especie debe ser utilizada en combinación con otros forrajes.

**Tabla 4. Composición química del forraje de *Atriplex lentiformis*.**

Valor forrajero	Rango (%)
Proteína cruda	5,6-24,4
Fibra	12,3-36,0
Celulosa	12,5-29,0
Cenizas	4,2-29,0
Energía bruta (Mcal/kg)	3,4-4,3
Fibra detergente ácido	18,5-27,5
Fibra detergente neutro	41,6-53,6
Digestibilidad de la Materia seca	60,7-74,5

Fuentes: Meyer (2005); Flores y Figueroa (1992).

## Engordacabra

El engordacabra – *Dalea bicolor* Bonpl. Ex-Willd, es una leguminosa arbustiva perenne que alcanza 2 m de altura y es excelente forraje para caprinos y bovinos de las zonas áridas. Crece en suelos calcáreos, salinos o suelos afectados ya sea por



sobrepastoreo o erosión. En su ambiente natural se establece por medio de semilla que es consumida por los animales y escarificada en el tracto digestivo. Para establecer plantaciones se recomienda seguir el método de trasplante. La semilla madura se colecta de fines de enero a febrero y es escarificada con lija y remojo a temperatura ambiente. Las semillas escarificadas se siembran en bolsas plásticas para desarrollar las plántulas y cuando éstas alcanzan 25 a 30 cm de altura se trasplantan en campo. El terreno se debe arar, rastrear, nivelar y surcar a 1,2 m de distancia entre surcos. El trasplante se realiza en terreno húmedo con una separación de 1,0 m entre plantas para obtener una densidad de 8.333 plantas/ha, si hay acceso a riego se aplica un riego para asegurar el establecimiento, posteriormente se aplican riegos mensuales los que se suspenden cuando empieza la época de lluvias. La época de siembra debe ser entre abril y julio, en caso de plantaciones de secano el trasplante se realiza al inicio de la estación de lluvia. En las primeras etapas de desarrollo de la plantación es necesario controlar la maleza, luego el desarrollo de plantas de engordacabra suprimirá el desarrollo de la maleza. La producción anual de forraje puede llegar a 5,0 ton/ha con riego. Los contenidos de materia seca, proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y digestibilidad *in vitro* de la materia seca, promedian: 89,4%, 57,7%, 28,5%, 15,3% y 57,3%, respectivamente. Esta especie puede usarse para ramoneo directo, consumiendo 50% del forraje presente. Con una utilización adecuada la plantación puede durar 10 o más años (Villanueva y Hernández, 2001; Beltrán, *et al.*, 2009).

### **Nopal forrajero (*Opuntia* spp.)**

México cuenta con un gran número de especies de nopal, (104 especies reportadas), la mayoría (60%) de las cuales se encuentran distribuidas en la zona árida y semiárida del país (López *et al.*, 2001). El nopal se adapta a altitudes entre 400 y 2.500 msnm, su rango óptimo de temperaturas es de 18 a 26°C; prospera en una amplia variedad de texturas y profundidades de suelo, aunque con preferencia en suelos profundos con buen drenaje de textura arenosa a franca y sin problemas de salinidad. El rango de precipitación donde mejor se comporta esta especie es de 200 a 850 mm (López *et al.* 2001; Martínez y Lara, 2003). El nopal, después del maguey, es más eficiente en el uso del agua que los forrajes que se cultivan en la actualidad (Tabla 5), el nopal requiere de 267 L de agua/kg de materia seca (De Kock, 2001).

La producción de nopal ocurre en un rango desde sistemas extensivos que aprovechan las nopaleras naturales hasta la producción de forraje en forma intensiva con irrigación, fertilización y altas densidades. En nopaleras silvestres de México, el rendimiento de forraje verde varía de 25,0 a 125,0 ton/ha/año (equivalente a 2,5 a 12,5 ton/ha/año de forraje seco) dependiendo de la especie, vigor de las plantas, fertilidad del suelo y condiciones de precipitación. En cultivo en secano, plantando

**Tabla 5. Eficiencia del uso del agua del nopal en comparación con otros cultivos forrajeros.**

Cultivo	Litros de agua/kg de materia seca
<i>Agave</i> sp.	93
<i>Opuntia</i> sp.	267
<i>Atriplex nummularia</i>	304
Mijo Perla	400
Cebada	500
Sorgo	666
Trigo	750
Alfalfa	1.000

Fuente: De Koch (2001).

el nopal a una densidad de 2.500 plantas/ha (2 x 2 m entre plantas), la producción en el séptimo año de establecida la nopalera puede rendir 160,0 ton/ha/año de forraje verde (equivalente a 16,0 ton/ha de forraje seco) (López *et al.*, 2001; López *et al.*, 2002; Martínez y Lara, 2003). En cultivos intensivos con riego, fertilización y 126.000 plantas/ha, Pinos *et al.* (2008) reportaron una producción de 227,0 ton/ha/año de forraje verde (equivalente a 22,7 ton/ha de forraje seco) y Flores y Reveles (2009) reportaron una producción de 40,6 ton/ha de forraje seco en una plantación de nopal plantado a 0,6 m entre plantas y 0,76 m entre surcos, con una densidad de 21.800 planta/ha. La calidad del forraje de nopal varía entre especies y estado de madurez de los cladodios. El forraje de nopal es abundante en agua, conteniendo entre 85 y 90% de agua, y pobre en proteína. La Tabla 6 muestra los valores de calidad de variedades de nopal silvestre y cultivado.

La desventaja principal del nopal como forraje es su bajo contenido de proteína, por esta razón se recomienda utilizarlo en combinación con otros forrajes que aporten este nutriente para que el animal haga un uso eficiente de la fibra del forraje (Ornelas, 2007). En las zonas áridas y semiáridas, donde el suministro de agua para beber es limitado, el nopal es un forraje estratégico por su alto contenido de agua, puesto que su consumo en fresco reduce la ingestión de agua. Nefzaoui y Ben Salem (2001) reportan que cuando los ovinos consumen 300 g o más de materia seca de nopal fresco el consumo de agua se reduce de 2,4 a 0,1 L/día, resultados que concuerdan con los de Abidi y Ben Salem (2009) que consignan que el consumo de agua de ovejas consumiendo nopal fresco fue menor que el de los ovinos consumiendo cebada, 2,3 L/día versus 1,5 L/día.

La producción de nopal se realiza por medio de cladodios (pencas) vigorosos de 1 a 3 años de edad, libres de daños de plagas o enfermedades y de heridas. Las pencas se cortan en el punto de unión con la otra penca y se trasladan a un lugar con

**Tabla 6. Valores de calidad de forraje de variedades de nopal forrajero.**

Valor forrajero	Especies				
	<i>Opuntia ficus indica</i>	nn	<i>Opuntia polycantha</i>	<i>Opuntia ficus indica</i>	<i>Opuntia ficus indica</i>
Materia seca (%)	9,13	nd	14,6	9,1	6,3
Materia orgánica (%)	77,47	77,5	86,5	84,4	81,5
Cenizas (%)	22,53	22,5	13,5	nd	29,3
Proteína cruda (%)	5,50	6,0	5,3	4,0	10,4
Fibra detergente neutro (%)	27,48	36,8	34,0	23,8	31,9
Fibra detergente ácido (%)	15,56	13,6	23,3	14,7	21,7
Carbohidratos solubles (%)	42,11	nd	60,6	nd	nd
<i>Fuente</i>	Mciteka, 2008	Ramírez <i>et al.</i> (2000) <sup>(1)</sup>	Shoop <i>et al.</i> (1977)	Guevara <i>et al.</i> (2004)	Pinos <i>et al.</i> (2010)

*Notas:* <sup>(1)</sup>Citado por Ornelas (2007); nn = Sin denominación; nd = dato no disponible.

semisombra donde se dejan reposar por al menos 15 días con el fin de que las heridas se cicatricen y se evite la pudrición de las pencas después de plantadas. La plantación se lleva a cabo 15 a 30 días antes del advenimiento de las lluvias, sobre bordos a nivel, a 2 metros de separación entre bordos y entre plantas para tener una densidad de 2.500 plantas/ha. La penca debe enterrarse hasta la mitad sobre el bordo de tal forma de lograr una orientación este-oeste de las caras para que reciban la mayor cantidad de radiación solar, pero si las temperaturas del sitio son muy altas la orientación apropiada es norte-sur para disminuir el efecto de altas temperaturas. Se recomienda aplicar 5 kg de estiércol de bovino por planta y por año como fertilización. La cosecha se realiza cuando las plantas cuentan con una edad entre seis meses y un año (Sáenz, 1998; Medina *et al.*, 2001; López *et al.*, 2002).

Las formas de utilización del nopal son, de acuerdo con López (2009) y Aguilera y Ramírez, (2007): i) apacentamiento directo en el agostadero o plantación de nopal donde el animal consume las plantas sin ningún tratamiento que mejore su consumo, ii) chamuscado en pie, aplicando fuego para eliminar las espinas, condición a partir de la cual el animal consume el nopal de manera directa. Este sistema es perjudicial para la planta ya que el calor ablanda los tallos más lignificados y el animal consume casi la totalidad de la planta, iii) chamuscado, cortado y picado. Las plantas se queman para eliminar las espinas, después se cortan las pencas y se ofrecen picadas al animal y iv) picado en verde. Esta manera de uso es la más común en sistemas de producción intensiva, los cladodios se cortan se pican y se ofrecen en establo ya sea solos o mezclados con otros forrajes y/o concentrados. En estos sistemas se utilizan variedades sin espinas.

La conservación del forraje de nopal es principalmente en pie, cosechando cuando se requiera para alimentar a los animales. Aunque el envejecimiento de los cladodios

disminuye la calidad nutricional del forraje estos cambios no son muy drásticos como ocurre con los forrajes para henificar. La otra forma de conservación de este forraje es vía ensilaje.

## Maguey

El maguey – *Agave* spp., es una especie nativa de la región árida y semiárida de México que puede ser usada como fuente de forraje. Se adapta a altitudes de 1.800 a 2.400 msnm en terrenos con pendientes de hasta 8% y con precipitación anual de 320 a 500 mm. La temperatura media óptima para su desarrollo fluctúa entre 16 y 18°C. (Medina *et al.*, 2001). Por su rusticidad y alta eficiencia en el uso del agua (93 L/kg de materia seca, Tabla 5) el maguey se produce en condiciones de secano, por lo que la plantación debe realizarse dos semanas antes del advenimiento de la estación de lluvia. El establecimiento se hace por medio de material vegetativo con una densidad de 840 plantas/ha en hileras con cuatro metros de separación y tres metros entre plantas. Cada cuatro años, entre diciembre y marzo, se debe aplicar 4 a 6 kg de estiércol bovino por planta. Una desventaja de esta planta es el lento crecimiento en el establecimiento del cultivo, determinando que el inicio de explotación del forraje sea entre cinco y siete años de plantado, periodo a partir del cual se puede cosechar hasta 42 ton de MS/ha/año de forraje verde durante 10 años (Medina *et al.*, 2001). La calidad del forraje del maguey (*Agave salmiana*) es similar a la del nopal, posee un alto contenido de agua y carbohidratos y bajo contenido de proteína cruda, la Tabla 7 muestra la calidad nutricional del maguey forrajero.

Para la utilización del maguey como forraje se cosechan las hojas que son picadas y ofrecidas a los animales. Al igual que el nopal el forraje se conserva en pie o en forma ensilada, obteniéndose un forraje de calidad (Pinos *et al.*, 2008). El principal uso del maguey cultivado es la producción de bebidas alcohólicas, sin embargo, las hojas como subproducto se utilizan en la alimentación animal.

## Morera

La morera – *Morus alba*, es una opción potencial para la producción de forraje en las zonas áridas y semiáridas de México. Originaria de las zonas templadas de Asia tiene una amplia distribución mundial, incluyendo a México. Es un árbol perenne, de fácil propagación y crecimiento rápido que prospera desde 0 a 4.000 msnm en áreas con precipitación de 600 a 2.500 mm, con temperatura entre 18 a 38°C y fotoperiodo de 9 a 13 horas (Benavides, 1998; Boschini, 2000; Sánchez, 2000).

Su producción de materia seca comestible (hojas y tallos tiernos) es alta, hasta 15 ton MS/ha, con una calidad forrajera excelente, puesto que llega a contener 25% de proteína cruda, con una alta digestibilidad de la materia seca (75%) (González, *et al.*, 1996a; Benavides, 1998; Espinoza y Benavides, 1998). Además es fácil de ensilar y

**Tabla 7. Valores de calidad de forraje del maguey.**

Valor Forrajero	Fuente		
	Baraza <i>et al.</i> (2008)	Pinos <i>et al.</i> (2008)	Fuentes <i>et al.</i> (1997)
Materia seca (%)	11,4	10,5	11,1
Proteína cruda (%)	5,5	4,3	4,6
Extracto etéreo (%)	6,3	nd	1,3
Cenizas (%)	17,7	8,6	20,5
Fibra cruda (%)	25,6	nd	17,2
Extracto libre de nitrógeno (%)	44,7	nd	57,1
Fibra detergente neutro (%)	43,3	27,2	nd
Fibra detergente ácido (%)	39,5	nd	nd
Hemicelulosa (%)	3,8	nd	nd
Celulosa (%)	33,4	nd	nd
Lignina (%)	5,6	nd	nd
Calcio (%)	4,12	nd	nd
Fósforo	< 0,1	nd	nd
Carbohidratos (%)	56,6	24,7	nd
Energía digestible (Mcal/kg)	3,0	nd	nd
Energía metabolizable (Mcal/kg)	2,6	nd	nd
Total de nutrientes digestibles (%)	67,9	nd	nd

Nota: nd = dato no disponible.

el ensilaje producido es de excelente calidad, razón por la que su utilización puede ser dirigida a reemplazar, de manera parcial, diferentes alimentos concentrados en dietas de bovinos, caprinos lecheros y ovinos, sin afectar la productividad animal (González *et al.*, 1996b; Benavides, 1998).

La producción de morera puede ser en franjas en bancos de proteína asociada con otros cultivos forrajeros como pastos perennes de secano o en monocultivo. La plantación se establece con estacas de ramas lignificadas de 25 a 40 cm que tengan al menos 3 yemas vegetativas. Las estacas se plantan a 5 cm de profundidad, a una distancia entre surcos de 1,0 m y entre plantas de 0,4 m, condición que produce una densidad de 25.000 plantas/ha. En secano la plantación se realiza antes del inicio de la temporada de lluvias, mientras que con riego se puede iniciar en primavera una vez que no se presenten heladas. Se debe fertilizar al establecimiento del cultivo y durante el periodo productivo, la recomendación es aplicar la mezcla 10-30-10 (N-P-K) más 20 g de nitrato de amonio a razón de 16 g de mezcla/árbol o bien 1,2 kg de estiércol/árbol. Después de cada cosecha se recomienda aplicar 0,5 a 1,0 kg de estiércol/árbol. El forraje se puede cosechar a partir de los 12 meses de establecida la plantación con oportunidad de obtener varios cortes al año, siempre y cuando la frecuencia de cosecha

no sea menor de 90 días. La planta se corta cuando alcanza entre 0,3 y 1,5 m de altura. Cada tres años se debe efectuar una poda a una altura de 10 a 15 cm para estimular el rebrote en los años posteriores. La morera se ofrece a los animales picada en el establo (Benavides, 1995)

### **Pastos nativos: navajita y banderilla**

Los pastos (denominados zacates en México) navajita [*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths L.] y banderilla [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.], son nativos de las regiones áridas y semiáridas de México, Estados Unidos de América y Canadá. Ambas especies fueron promovidas en los últimos años como opciones para resembrar pastizales nativos degradados y mejorar su productividad, y están siendo utilizadas para el establecimiento de praderas de secano en terrenos agrícolas marginales en los que la agricultura no es rentable.

El zacate navajita es perenne, prospera desde 250 a 2.600 msnm en suelos de textura media y con pendiente máxima de 20%, la temperatura óptima para su desarrollo fluctúa entre 11 y 19°C, y el rango de precipitación deseable entre 350 y 650 mm. Esta especie tiene buena tolerancia a la sequía y heladas. La siembra debe realizarse al inicio de la temporada de lluvias, al voleo, cubriendo la semilla con un paso de ramas, o con una sembradora *Brillion*. La densidad de siembra recomendada es de 1,5 kg/ha de semilla pura viable y la fertilización inicial para el establecimiento es de 40-40-00 (kg /ha de N-P-K). En las áreas con buena precipitación se recomienda iniciar el pastoreo al siguiente año de la siembra, mientras que en áreas más áridas o en años de baja precipitación en el segundo año después de la siembra. El rendimiento anual esperado es de 2,0 ton/ha de forraje seco (Medina *et al.*, 2001). La calidad del forraje del zacate navajita es excelente, durante la época de crecimiento llega a tener hasta 16,0% de proteína cruda, 64,7% de fibra detergente neutro, 33,0% de fibra detergente ácido y 6,6 % de lignina (Hart *et al.*, 1983); en el norte de México en invierno y primavera (diciembre–junio) el pasto navajita inicia su periodo de latencia y el contenido de proteína cruda declina hasta 4,58% (González, 1982).

En el caso del zacate banderilla, especie también perenne, los requerimientos ecológicos de suelo, temperatura y precipitación, tolerancia a sequía y heladas, son similares a los del zacate navajita, puesto que ellos crecen en asociación en las comunidades vegetales nativas. Asimismo, la época, método de siembra, fertilización y época de inicio del pastoreo son similares a los del zacate navajita, sin embargo, la densidad de siembra es diferente: 4,0 kg/ha de semilla pura viable. Su rendimiento potencial es de 1,5 ton/ha de forraje seco (Medina *et al.*, 2001). El contenido de proteína cruda en el zacate banderilla en el norte de México fluctúa entre 7,26% y 17,5% durante la época de crecimiento y entre 4,05% y 7,26% en la época de latencia (González, 1982; Martínez y Lara, 2003).

## Tendencia de Crecimiento del Área Sembrada con Especies Forrajeras no Convencionales en México

A pesar de que los cultivos antes descritos son opciones potenciales para ampliar la base forrajera de las zonas áridas y semiáridas de México, su utilización es aún limitada. En 2003 se reportaron 1.440 ha sembradas de girasol y 9.777 ha de nopal. De 1980 a la fecha (2012), el girasol ha disminuido en superficie en casi 50%, en tanto que la superficie cultivada con nopal incrementó. En 1990 no se tenían reportadas plantaciones de nopal forrajero y a partir de 1999 éstas incrementaron (SIACON, 2006). Es posible que las razones por la que no se siembra el girasol se relacionen con una difusión insuficiente y la no existencia de semilla en el mercado. En el caso del nopal la expansión de sus áreas de cultivo no ha sido rápida, porque su disponibilidad en forma natural es abundante, además de que su promoción como cultivo alternativo no ha sido suficiente por parte de los programas gubernamentales. Por estas razones, el incremento registrado en los últimos años se debe principalmente a que en algunos lugares, en particular en el norte de México, las poblaciones naturales de nopal forrajero disminuyeron como consecuencia de una explotación excesiva y las sequías y heladas prolongadas que ocurrieron en la década de 1990, lo cual motivó a que algunos productores hayan iniciado plantaciones de nopal con variedades y especies más adecuadas (López *et al.*, 2001).

### Necesidades Hídricas de los Cultivos

La necesidad de agua de los cultivos descritos varía de acuerdo con las condiciones climáticas y de suelo. En el caso del girasol en el centro de México, en el estado de San Luis Potosí, la demanda de agua fluctúa entre 370 mm y 410 mm. Esto contrasta con la mayor demanda del maíz y sorgo, que en similares condiciones requieren entre 450 y 550 mm de agua (Villanueva *et al.*, 2001). El nopal se adapta a condiciones de precipitación de 200 a 450 mm, esta especie es más eficiente en el uso de agua que los cultivos forrajeros tradicionales: tres a cuatro veces más eficiente que especies C4 como el maíz y sorgo y hasta cinco veces más que las especies C3 como la alfalfa o trigo (Nobel 2001). De Kock (2001) consigna que el nopal utiliza 267 L de agua/kg de MS comparados con 500, 666 y 1.000 L de agua/kg de MS que usan la cebada, el sorgo y la alfalfa, respectivamente. Es también notable la adaptación del *Atriplex nummularia*, pudiendo producir en un rango de precipitación de 150 a 300 mm con una eficiencia en el uso del agua de 304 L de agua/kg de materia seca (Tabla 5) (De Kock, 2001).

Para lograr una eficiencia en la producción de forraje en las condiciones áridas y semiáridas de México, las especies deben tener una morfología y fisiología adecuadas como parte de su adaptación para hacer un uso eficiente del agua, desde la absorción y almacenamiento del agua cuando ocurre la precipitación, hasta su uso eficiente en

el proceso de fijación y almacenamiento de carbono. En el capítulo relacionado con la producción de forrajes convencionales en México se describieron las características morfológicas y fisiológicas necesarias para que los cultivos tengan éxito en condiciones de baja disponibilidad de agua. Estas características incluyen:

- Modificaciones en las hojas que reduzcan las pérdidas de agua por transpiración, por ejemplo, hojas pequeñas, cutícula gruesa y cerosa, menor número de estomas y estomas de menor tamaño, capacidad de orientar las hojas y enrollarlas para disipar el calor, sistema radicular capaz de explorar un mayor volumen de suelo y una mejor relación raíz:parte aérea.
- En el aspecto fisiológico capacidad de regular el cerrado estomático para que se efectúe la absorción de carbono con la mínima transpiración posible, y ajustes osmóticos y flexibilidad de la pared celular (Levitt, 1980; Brown, 1995; Atwell *et al.*, 1999).

## **Necesidades Futuras de Investigación y de Transferencia de Tecnología**

La investigación en México enfatizó en la evaluación de algunas opciones forrajeras para las zonas áridas y semiáridas del país, tomando en cuenta su adaptación, rendimiento y calidad, sin embargo, el progreso en este contexto ha sido muy pobre, por el apoyo insuficiente de las agencias nacionales que financian la investigación agropecuaria. El contexto productivo actual está ligado a los mercados, los cuales se expandieron de manera notable con oportunidades promisorias para la producción de rumiantes menores en las zonas áridas y semiáridas. En muchas de estas zonas la producción de leche caprina, cabrito y carne ovina han dado lugar a la reorientación de sistemas productivos tradicionales. La tendencia parece estar dirigida hacia una producción más intensificada debido a la paulatina degradación de las praderas nativas (agostaderos). Obviamente una prioridad nacional es reconvertir estas áreas y lograr que recuperen su productividad forrajera, pero este tema no es exclusivamente técnico y requerirá el concurso de políticas adecuadas determinadas por el Gobierno y acciones que faciliten esa recuperación. Los últimos cambios que ocurrieron en el acontecer nacional y mundial, a partir de 2006, en relación con la producción de biodiesel han causado un alza sin precedentes en los precios de alimentos animales, incluyendo piensos y forrajes. Es muy posible que ante tales circunstancias muchas opciones que no fueron suficientemente atendidas por la investigación o adoptadas por los productores cobren valor y emerjan como alternativas posibles para la alimentación animal. Deben también considerarse los efectos del cambio climático que afectarán las zonas de menor precipitación de lluvia y algunas zonas productivas que pueden convertirse en zonas semiáridas. Es en ese contexto que las investigaciones en México en el área de



producción forrajera deber ser acrecentadas con las orientaciones adecuadas. Algunas sugerencias son anotadas en esta sección.

### **Captación y conservación de agua**

Una línea prioritaria de investigación será el desarrollo y/o validación de prácticas de labranza que permitan captar el agua de la precipitación con eficiencia y conservarla por mayor tiempo mediante la reducción de la evaporación. Prácticas de labranza de suelo como labranza de conservación, labranza mínima, prácticas agronómicas como *pileteo* y acolchado (cubierta del suelo con materiales naturales), son importantes. El desarrollo de estas prácticas permitirá obtener más forraje de los cultivos tradicionales, avena y maíz, así como de las nuevas opciones que se puedan sembrar.

### **Identificación y caracterización de germoplasma nativo**

Gran parte de los esfuerzos de investigación se encaminaron a la evaluación de especies introducidas mientras que la identificación y caracterización del potencial productivo de las especies nativas preferidas y utilizadas por los rumiantes en las zonas áridas y semiáridas del país no recibieron la atención necesaria por parte de la investigación y del desarrollo. Es importante determinar los potenciales de estas especies para diseñar sistemas de manejo agronómico más compatibles con las tendencias descritas. El uso de especies nativas debe capitalizar la adaptación de las mismas y correlacionarse con un manejo equilibrado para mantener la integridad de los ecosistemas.

### **Evaluación de especies y variedades cultivadas introducidas**

Es necesario continuar con los esfuerzos de evaluar especies y variedades cultivadas tanto de cultivos practicados en México como en otras partes del mundo con potencial para las zonas áridas y semiáridas. En este sentido, no es necesario establecer un programa de mejoramiento genético específico de cultivos forrajeros, sino integrarse de manera activa en redes de evaluación de centros internacionales que acopian materiales de diversos países o realizan mejoramiento genético. Especial atención debería recibir el tema de producción de arbustos y/o herbáceas perennes para establecer bancos de proteína dentro y fuera de los agostaderos, que sirvan como suplemento proteínico en la dieta de los animales.

### **Desarrollo de sistemas de producción, conservación y utilización de forrajes**

Los sistemas de producción actuales se basan en el uso de monocultivos y la conservación es a través del henificado. Un área necesaria es la integración de más de

una especie en el sistema de producción, p. ej. una leguminosa con una gramínea para mejorar la calidad del heno producido y reducir costos de producción al disminuir las necesidades de fertilización. También es necesario explorar secuencias de cultivos que sean eficientes en el uso del agua. Otro aspecto crítico es la capacitación de los productores en temas de conservación y utilización de forrajes cosechados, desarrollando métodos de bajo costo y tecnología sencilla para la conservación que sean adecuados a las condiciones de bajos recursos y escalas de producción de los pequeños productores de rumiantes menores.

## Investigación participativa

Es necesario promover el desarrollo de grupos de ganaderos o agricultores que producen forraje para que participen en la detección de problemas, y planeación y aplicación de soluciones de manera participativa. La investigación participativa debe enfocar la ejecución de sistemas eficientes de cosecha, conservación y utilización de forrajes conectados con el componente de producción agrícola de los sistemas productivos, además debería explorar la acción colectiva de manera de lograr cubrir acciones complementarias que requieren los cultivos y que no pueden ser conseguidas por un productor operando de manera individual. Las opciones tecnológicas deberían ser escogidas por los productores y con base en esa selección desarrollar investigación adaptativa en cuyo proceso la participación del productor debe ser máxima tanto en el diseño como en la evaluación económica de resultados de manera de lograr una máxima adopción conduciendo a la masificación tecnológica e incrementar la probabilidad de resolver problemas locales. Sin duda alguna que estas acciones, en particular las de masificación de tecnologías, requerirán de políticas y planes de desarrollo adecuados.

## Literatura Citada

- Abd El-Moneim, A.M. and Z. Nan. 2002. Two vetches hold promise in drought-prone areas. Caravan No. 17. ICARDA, Aleppo, Syria. <http://www.icarda.org/Publications/Caravan/Caravan17/Focus/Vetch.htm> (Consulta: 28.2.2011).
- Abidi, S. and H. Ben Salem. 2009. Potential use of spineless cactus cladodes as a source of soluble carbohydrates and water for sheep on *Atriplex nummularia* foliage. *Acta Horticulturae* 811: 353-358.
- Aguilera S., J.I. y R. Ramírez L. 2007. Utilización del nopal como alimento animal. En: El nopal en la producción animal (F. Arechiga C.F, J.I. Aguilera S., J. Urista T., R.D. Cepeda V., F. Blanco M., M. Reveles H. y F.A. Rubio A., ed.). Editorial Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ). Zacatecas, México. pp. 116-132.
- Alzuela, A., R. Caballero, A. Rebolé, J. Treviño and A. Gil. 2001. Crude protein fractions in common vetch (*Vicia sativa* L.) fresh forage during pod filling *Journal of Animal Science* 79: 2449-2555.
- Amussen, C.B. and A. Liston. 1998. Chloroplast DNA characters, phylogeny and classification of *Lathyrus* (Fabaceae). *American Journal of Botany* 85: 387-401.
- Andrews, D.J., F.J.R. Rajewski and K.A. Kumar. 1993. Pearl millet: New feed grain crop. In: New Crops (J. Janick and J.E. Simon, ed.). Wiley, New York. pp. 198-208.

- Angadi, S.V. and M.H. Entz. 2002. Root system and water use patterns of different height sunflower cultivars. *Agronomy Journal* 94: 136-145.
- Ashraf, M. and T. McNeilly. 1987. Salinity effects on five cultivars/lines of pearl millet (*Pennisetum americanum* [L.] Leeke). *Plant and Soil* 103: 13-19.
- Atwell, B., P. Kriedemann and C. Turnbull. 1999. Plants in action: Adaptation in nature, performance in cultivation. MacMillan Education Australia PTY, Australia. 664 pp.
- Baker, R.D. 2003. Millet production. Guide A-414. New Mexico State University, Cooperative Extension Service. Las Cruces, New Mexico, U.S.A. 8 pp.
- Baraza, E., S. Ángeles, A. García y A. Valiente B. 2008. Nuevos recursos naturales como complemento de la dieta de caprinos durante la época seca en el Valle de Tehuacán, México. *Interciencia* 33: 891-896.
- Beltrán, L., S. C. Loreda O. y J. Urrutia M. 2009. Banco de forraje de arbustivas para ganado caprino en zonas semiáridas. Folleto para productores No. 51. Campo Experimental San Luis-INIFAP, San Luis Potosí, México. 41 pp.
- Benavides, J. 1995. Manejo y utilización de la morera (*Morus albus*) como forraje. *Agroforestería de las Américas* 2(7): 27-30.
- Benavides, J. 1998. Utilización de la Morera en sistemas de producción animal. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Conferencia electrónica FAO-CIPAV. <http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/Bnvdes12.TXT> (Consulta: 28.2.2011).
- Boschini F., C. 2000. Establishment and management of mulberry for intensive forage production. In: Mulberry for Animal Production Proceedings of an electronic conference, May and August 2000 (M.D. Sanchez, ed.), FAO Animal Production and Health Paper 147 <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/mulberry/Papers/PDF/Boschini.pdf> (Consulta: 28.2.2011).
- Brouwer, C. and M. Heibloem. 1986. Irrigation water management: Irrigation water needs. Training Manual No. 3 Part I, Principles of irrigation water needs. FAO, Rome, Italy. <http://www.fao.org/docrep/s2022e/s2022e00.htm#Contents> (Consulta: 28.2.2011).
- Brown, R.W. 1995. The water relations of the range plants: Adaptations to water deficits. In: Wildland Plants, Physiological Ecology and Developmental Morphology (D.J. Bedunah and R.E. Sosebee, ed.). Society for Range Management, Denver Co., U.S.A. pp. 291-413.
- Campbell, C.G. 1997. Grass pea. *Lathyrus sativus* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 18. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). Rome, Italy. 91 pp.
- Campo Experimental Valle de Guadiana (CEVG). 2005. Guía para la asistencia técnica agrícola del área de influencia del Campo Experimental Valle del Guadiana. Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAP. Durango, México. 210 pp.
- Chowdhury, D., M.E. Tate, G.K. McDonald and R. Huges. 2001. Progress towards reduce seed toxin levels in common vetch *Vicia sativa* L. In: Proceedings of the 10th Australian Agronomy Conference: Science and technology: Delivering results for agriculture (B. Rowe, D. Donghy and N. Mendham, ed.), The Australian Society of Agromomy. January 28- February 3, 2001, Hobart, Tasmania. <http://www.regional.org.au/au/asa/2001/5/c/chowdury.htm#TopOfPage> (Consulta: 17.2.2011).
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2007. *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Paquete Tecnológico. <http://conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/bosquedes/Fichas%20Tecnicas/Atriplex%20canescens.pdf> (Consulta: 2.2.2010).
- Comisión Nacional para la Biodiversidad (CONABIO). 2007. *Kochia scoparia* (L.) Schrad. (Coquia). <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/chenopodiaceae/kochia-scoparia/fichas/ficha.htm> (Consulta: 21.2.2011).

- Coraglio, J.C., C.A. Vieyra y E.F. Nienstedt. 2001. Obtención del cultivar “Tolse F.C.A.” de *Vicia dasycarpa* (Ten.). *Agriscientia* 18: 59-62.
- Corral D., B. 1989. Descripción del área de influencia del Campo Experimental Valle de Juárez. En: Logros de la Investigación Agropecuaria en el Área de Influencia del Campo Experimental Valle de Juárez 1974-1989. Publicación Especial No. 7, SARH-INIFAP-Campo Experimental Valle de Juárez. Praxedis G. Guerrero, Chihuahua, México. pp. 4-10.
- Damania, A.B. 1998. Near Eastern crop diversity and its global migration. In: Proceedings of the Harlan Symposium: The Origins of Agriculture and Crop Domestication (A.B. Damania, J. Valkoun, G. Willcox and C.O. Qualset, ed.), International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), 10-14 may, 1997, Aleppo, Syria.
- Das, N.R., S. Mitramajumdar and D. Panda. 2001. Herbage production and economics of rainfed winter “paira” grasspea (*Lathyrus sativus* L.) under residual effects of tillage and nitrogen applied to mesta (*Hibiscus sabdariffa* L.) in the rainy season. *Lathyrus Lathyrism Newsletter* 2: 94.
- De Kock, G.C. 2001. The use of *Opuntia* as a fodder source in arid areas of Southern Africa. In: Cactus (*Opuntia* spp.) as forage (J. Mondragón C. and S. Pérez G., ed.). FAO Plant Production and Protection Paper 169. FAO, Rome, Italy.
- Espinosa, E. y J. Benavides. 1998. Efecto de sitio y fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de la Morera (*Morus alba* L.). *Livestock Research and Rural Development* Vol. 10 (2). <http://www.lrrd.org/lrrd10/2/benav102.htm> (Consulta: 28.2.2011).
- Esser, L.L. 1995. *Kochia scoparia*. In: Fire Effects Information System. (Online) U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Rocky Mountain Research Station. Fire Science Laboratory. <http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/forb/kocesco/introductory.html> (Consulta: 21.2.2011).
- FAO. 2003. Ecocrop info *Lathyrus sativus* L. (7164). <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropView?id=7164> (Consulta: 16.2.2011).
- FAO. 2007a. B78 *Lathyrus sativus*. In: Animal Feed Resources Information System <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/afri/Data/251.HTM> (Consulta: 16.2.2011).
- FAO. 2007b. *Vicia sativa*. In: Animal Feed Resources Information System. <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/afri/Data/297.HTM> (Consulta: 17.2.2011).
- FAO. 2007c. *Vicia narbonensis* (Narbonne vetch). In: Animal Feed Resources Information System. <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/afri/Data/296.HTM> (Consulta: 17.2.2011).
- Farías F., J.M. y R. Faz C. 1984b. Régimen de riego y fertilización en mijo perla. En: CIAN 84 Avances de Investigación Agrícola en Zonas de Riego y Temporal. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas-SARH, Matamoros, Coahuila, México. p. 53.
- Farías F., J.M. 1985a. Comparación de dos variedades de mijo perla cosechadas en diferentes estados de madurez. En: CIAN 85 Avances de Investigación Agrícola en Zonas de Riego y Temporal. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas-SARH, Matamoros, Coahuila, México. p. 51.
- Farías F., J.M. 1985b. Efecto del régimen de riego sobre el rendimiento de mijo perla variedad Millex 24. En: CIAN 85 Avances de Investigación Agrícola en Zonas de Riego y Temporal. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas-SARH, Matamoros, Coahuila, México. p. 53.
- Faz C., R. y J.M. Farías F. 1985. Efecto del régimen de riego sobre el rendimiento de girasol forrajero. En: CIAN 85 Avances de investigación agrícola en zonas de riego y temporal. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas-SARH, Matamoros, Coahuila, México. pp. 150-151.
- Finley, L.G. and L.B. Sherrod. 1971. Nutritive value of *Kochia scoparia* II. Intake and digestibility of forage harvested at different maturity stage. *Journal of Dairy Science* 54: 231-234.

- Flores N., M.J. 1992. Eficiencia en la producción de leche en cabras criollas con la utilización de *Kochia scoparia* como sustituto de alfalfa en la región Lagunera, Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 10. Torreón, Coahuila, México.
- Flores O., M.A. y M. Reveles H. 2009. Producción de nopal forrajero de diferentes variedades y densidades de plantación. En: Producción y Aprovechamiento del Nopal, Memorias del VIII Simposio–Taller Nacional y 1er Internacional (A. Vázquez R., F. Blanco M. y R. Valdez C., ed.), 13-14 de Noviembre, Monterrey, Nuevo León, México. pp. 207-219.
- Flores O., M.A. 1984. Evaluación de especies forrajeras bajo condiciones de temporal. En: CIAN 84 Avances de Investigación agrícola en zonas de riego y temporal. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas-SARH Matamoros, Coahuila, México. pp. 308-309.
- Flores O., M.A. 1991. Evaluación de cultivos forrajeros de primavera-verano para el Valle de Juárez. En: Logros y Avances de la Investigación Agropecuaria en el CEVAJ. Campo Experimental Valle de Juárez-INIFAP. Praxedis G. Guerrero, Chihuahua, México. pp. 8-17.
- Flores O., M.A. y U. Figueroa V. 1992. Evaluación preliminar del *Atriplex lentiformis* como fuente de forraje en el Valle de Juárez, Chihuahua. En: Memorias del 5º Encuentro de Investigadores del estado de Chihuahua, México. p. 15.
- Flores O., M.A. 2007a. *Lathyrus sativus* L. una nueva opción para producción de forraje en las zonas semiárida y áridas del Altiplano Mexicano. En: Memorias del IV Simposio Internacional de Pastizales, 22-24 de Agosto de 2007, San Luis Potosí, San Luis Potosí, México. pp. 88-95.
- Flores O., M.A. 2007b. Potencial de producción de forraje en invierno de líneas de veza (*vicia sativa* L.). En: Memorias del 2º Foro Internacional Biológico Agropecuario, Universidad Veracruzana, Tuxpan, Veracruz, México 24-27 de Septiembre de 2007. pp. 193-202.
- Fontaneli, R.S., L.E. Sollenberg and Ch.R. Staples. 2001. Yield, yield distribution and nutritive value of intensively managed warm-season annual grasses. *Agronomy Journal* 93: 1257-1262.
- Frame, J. 2007a. *Vicia sativa* L. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/DATA/Pf000505.HTM> (Consulta: 17.2.2011).
- Frame, J. 2007b. *Vicia villosa* Roth. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/DATA/Pf000506.HTM> (Consulta: 21.2.2011).
- Fuentes R., J. 1997. A comparison of nutritional value of *Opuntia* and *Agave* plants for ruminants. *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 2: 20-24.
- García, C.A., C. Sánchez y G.J. García. 1982. Producción de forraje y carne con silo de girasol bajo condiciones de temporal. En: Resúmenes de Investigación: Forrajes 1980. CIRNOC-INIA-SARH. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. pp. 18-19.
- García, G.J. y García, C.A. 1982. Evaluación de variedades de girasol en condiciones de temporal. En: Resúmenes de Investigación: Forrajes 1980. CIRNOC-INIA SARH. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. p. 18.
- Gastó C., J., R. Nava C. y L. Pérez R. 1981. Ecocultivo. Una alternativa de mejoramiento del ecosistema natural. Monografía Técnico-Científica. Volumen 7 No. 2, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Saltillo, Coahuila, México. pp. 34-69.
- Guevara, J.C., J.H. Silva C. and O.R. Estevez. 2004. Nutrient content of *Opuntia* forage clones in the Mendoza Plain, Argentina. *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 6: 62-77.
- Gonçalves, L.C., N.M. Rodrigues, L.G.R. Pereira, J.A.S. Rodrigues, I. Borges, A.L.C.C. Borges and E.O.S. Saliba. 1999. Evaluation of different harvest times of four genotypes of sunflower (*Helianthus annuus* L.) for ensiling. In: Silage Making in the Tropics with Particular Emphasis on Smallholders. Plant Production and Protection Paper 161, FAO Rome, Italy.

- González, M.H. 1982. Reducción de nutrientes en los pastizales de Chihuahua durante los meses de sequía. I. Proteína cruda. *Pastizales* 13: 2-11.
- González P., R.J. y F.E. Contreras G. 1985. Observación del efecto de la fecha de siembra en la kochia (*Kochia scoparia*). En: CIAN 85 Avances de Investigación Agrícola en Zonas de Riego y Temporal. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas-SARH, Matamoros, Coahuila, México. p. 179.
- González, E., D. Delgado y O. Cáceres. 1996a. Calidad y degradabilidad ruminal de los principales nutrientes en el forraje de morera (*Morus albus*). En: Memorias de I Taller de Morera: La morera (*Morus albus*) oportunidades y posibilidades de uso para la alimentación animal <http://www.fao.org/ag/AGa/AGAP/FRG/AFRIS/espanol/Document/Morera/morera17.htm> (Consulta: 28.2. 2011).
- González, J., J. Benavides, M. Kass R. y M. Esperance. 1996b. Evaluación de la calidad nutricional de la morera (*Morus* sp.) ensilada, con bovinos de engorde. En Memorias de I Taller de Morera: La morera (*Morus albus*) oportunidades y posibilidades de uso para la alimentación animal. <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGA/AGAP/FRG/AFRIS/espanol/Document/Morera/morera10.htm> (Consulta: 28.2.2011).
- Grimson, R.E., G.E. Reimer, R.P. Stilborn, R.J. Volek and P.K. Gummesson. 1989. Agronomical and chemical characteristics of *Kochia scoparia* (L) Scras and its value as silage crop for growing beef cattle. *Canadian Journal of Animal Science* 69: 383-391.
- Gupta, G.N. and R. Arya. 1995. Performance of *Atriplex lentiformis* on a salty soil in an arid region of India. *Journal of Arid Environments* 30: 67-73.
- Hadjipanayiotou, M. 2000. Chemical composition, digestibility and in situ degradability of narbon vetch grain and straw grown in a Mediterranean region. *Annales of Zootechnie* 49: 475-478.
- Hanan A, A.M. y J. Mondragón P. 2009. *Vicia Sativa* L. Ebo. En: Malezas de México. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/vicia-sativa/fichas/ficha.htm> (Consulta: 17.2.2011).
- Handbury, C., K. Siddique, M. Seymour, R. Jones and B. MacLeod. 2005. Growing Ceora grasspea (*Lathyrus sativus*) in Western Australia. Farmnote No. 58. Department of Agriculture, Government of Western Australia. 4 pp. [http://www.agric.wa.gov.au/objtwr/imported\\_assets/content/fcp/lp/olp/cp/ceorafarmnote.pdf](http://www.agric.wa.gov.au/objtwr/imported_assets/content/fcp/lp/olp/cp/ceorafarmnote.pdf) (Consulta: 28.2.2011).
- Hannaway, D.B. and Ch. Larson. 2004. Common vetch (*Vicia sativa* L.) [http://forages.oregonstate.edu/php/fact\\_sheet\\_print\\_legume.php?SpecID=28&use=Forage](http://forages.oregonstate.edu/php/fact_sheet_print_legume.php?SpecID=28&use=Forage) (Consulta: 17.2.2011).
- Hannaway, D.B. and Ch. Larson. 2004. Hairy Vetch (*Vicia villosa* Roth) [http://forages.oregonstate.edu/php/fact\\_sheet\\_print\\_legume.php?SpecID=41&use=Forage](http://forages.oregonstate.edu/php/fact_sheet_print_legume.php?SpecID=41&use=Forage) (Consulta: 14.2.2011).
- Hart, R.H., O.M. Abdalla, D.H. Clark, M.B. Marshall, M.H. Hanid, J.A. Hager and J.W. Waggner Jr. 1983. Quality of forage and cattle diets on Wyoming high plains. *Journal of Range Management* 38: 46-51.
- Hernández A., J.A., F. Zavala G., M.A. Martínez Gamiño, C. Jasso Ch., E. Ventura R. y K. Durán L. 2007. Tecnología para producir forraje de mijo perla en San Luis Potosí. Folleto para Productores No. 45. Campo Experimental San Luis Potosí-INIFAP. San Luis Potosí, México. 23 pp.
- Hoefler, W.C., H.E. Kiesling and D.M. Hallford. 1988. Feedlot characteristics, serum constituents and histopathology of lambs fed kochia. *Agri-practice* 9: 30-33.
- Hong P., H. and J.D. Brooker. 2000. Isolation of ODAP-degrading bacteria from the sheep rumen. *Lathyrus Lathyrism Newsletter* 1: 33.
- Howard, J.L. 2003. *Atriplex canescens*. In: Fire Effects Information System, [Online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory. <http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/shrub/atrcan/all.html> (Consulta: 14.2.2011).
- International Center for Agriculture Research in Dry Areas (ICARDA). 2003. Annual Report 2003. <http://www.icarda.org/Publications/AnnualReport/2003/Project1-6.htm> (Consulta: 17.2.2011).

- Karachi, M. 1986. The quality and toxic principles of *Kochia scoparia*. Ph.D. dissertation. New Mexico State University. Las Cruces, New Mexico, U.S.A.
- Karadağ, Y., S. İptaş and M. Yavuz. 2004. Agronomic potential of Grasspea (*Lathyrus sativus* L.) under rainfed conditions in semi-arid regions of Turkey. *Asian Journal of Plant Science* 3: 151-155.
- Kenicer, G.J., T. Kajita, R.T. Pennington and J. Murata. 2005. Systematic and biogeography of *Lathyrus* (Leguminosae) based on internal transcribed spacer and CPDNA sequence data. *American Journal of Botany* 92: 1199-1209.
- Kiesling, H.E., R.E. Kirksey, D.M. Hallford, M.E. Grisby and J.P. Thilsed. 1984. Nutritive value and toxicity problems of kochia for yearling steers. New Mexico State University, Agricultural Experimental Station. Las Cruces, New Mexico, U.S.A. Research Report No. 546.
- Knipfel, J.E., J.A. Kernan, E.C. Coxworth and R.D.H. Cohen. 1989. The effect of stage of maturity on the nutritive value of kochia. *Canadian Journal of Animal Science* 69: 1111-1114.
- Lamond, R.E. and M.F. Vigil. 2005. Nutrient management. In: High Plains Sunflower Production Handbook (R. Mayer and D. O'Brien, ed.). Kansas State University, Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension Service. M 2484. pp. 4-6 [http://www.agmrc.org/media/cms/Sunflowers\\_C84E1143C31B9.pdf](http://www.agmrc.org/media/cms/Sunflowers_C84E1143C31B9.pdf) (Consulta: 15.2.2011).
- Lauriault, L.M. and R.E. Kirksey. 2004. Yield and nutritive value of irrigated winter cereals forage grass-legume intercrops in the Southern Great Plains, U.S.A. *Agronomy Journal* 96: 352-358.
- Levitt, J. 1980. Response of plants to stresses. Vol II water, radiation, salt and other stresses 2<sup>nd</sup> edition. Academic Press. 492 pp.
- López G., J.J. y J.G. Medina T. 2009. Nopal forrajero: agroecología y manejo sustentable. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coahuila, México. 176 pp.
- López B., L. 1994. Grain legumes for animal feed. In: Neglected Crops: 1492 from a different perspective (B. Hernández J.E. and J. León, ed.). Plant Production and Protection Series No. 26. FAO, Rome, Italy.
- López, G., J.J., J.M. Rodríguez F. and A. Rodríguez G. 2001. Production and use of *Opuntia* as forage in northern Mexico. In: Cactus (*Opuntia* spp.) as forage (J. Mondragón C. and S. Pérez G., ed.). FAO Plant Production and Protection Paper 169. FAO, Rome, Italy.
- López, G., J.J., H. García J., M. Ayala O. y G. García P. 2002. Establecimiento y producción de nopal forrajero con surcado lister en Ramos Arizpe, Coahuila. En: Resultados de Proyectos de Investigación 2002, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Coahuila, México. pp. 265-269.
- Martínez B., O.U. y G.J. Lara G. 2003. Potencial productivo de áreas de temporal en el estado de Coahuila una propuesta de conversión productiva. Publicación especial No.1 Campo Experimental Saltillo-INIFAP, Saltillo, Coahuila, México. 91 pp.
- Mbaye, B.Ch. 1983. Nutritive value of *Kochia scoparia* and performance of cattle grazing kochia at Tucumcari, N. M. M.Sc. thesis. New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico, U.S.A.
- McArthur, D.E., S.C. Sanderson and J.R. Taylor. 2003. *Atriplex canescens* (Prush) Nutt. <http://www.fs.fed.us/global/iitf/pdf/shrubs/Atriplex%20canescens.pdf#search=22atriplex%20canescens%20forage%22> (Consulta: 14.2.2011).
- McCutchan, J.S. 2003. Review: A brief history of grasspea and its use in crop improvement. *Lathyrus Lathyrism Newsletter* 3: 18-23.
- Mciteka, H. 2008. Fermentation characteristics and nutritional value of *Opuntia ficus-indica* var *fuscaulis* cladode silage. Magister Scientiae Agriculturae thesis. University of the free State Bloemfontein, South Africa. 113 pp.

- Medina G., G. y J.A. Ruiz C. 2004. Estadísticas climatológicas del estado de Zacatecas (periodo 1961-2003) Libro Técnico No. 3, Campo Experimental Zacatecas-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. 237 pp.
- Medina G., G., H. Salinas G. y F.A. Rubio A. 2001. Potencial productivo de especies forrajeras en el estado de Zacatecas. Libro Técnico No. 1. Campo Experimental Calera –Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. 86 pp.
- Medrano, J. 1991. Nutritive performance, serum profiles, metabolic hormones and compensatory gains of sheep fed *Kochia scoparia* hay. M.Sc. thesis. New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico, U.S.A.
- Meyer, R. 2005. *Atriplex lentiformis*. In: Fire Effects Information System (Online). U.S. Department of Agriculture, Forest Service Rocky Mountain Research Station. Fire Science Laboratory. <http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/shrub/atrlen/all.html> (Consulta: 28.2.2011).
- Mir, Z., S. Bittman and L. Townley-Smith. 1991. Nutritive value of kochia (*Kochia scoparia*) hay or silage grown in a black soil zone in northeastern Saskatchewan for sheep. *Canadian Journal of Animal Science* 71: 107-114.
- Muehlbauer, F.J. and A. Tullu. 1997. *Lathyrus sativus* L. NewCROP FactSHEET. Center for New Crops and Plant Products. Purdue University. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/cropfactsheets/grasspea.html> (Consulta: 16.2.2011).
- Nefzaoui, A. and H. Ben Salem. 2002. *Opuntia* sp. A strategic fodder and an efficient tool to combat the desertification in the WANA region (J. Mondragón C. and S. Pérez G., ed.). FAO Plant Production and Protection Paper 169. FAO, Rome, Italy.
- Nobel, P.S. 2001. Ecophysiology of *Opuntia Ficus indica*. In: Cactus (*Opuntia* spp.) as forage (J. Mondragón C. and S. Pérez G., ed.). FAO Plant Production and Protection Paper 169. FAO, Rome, Italy.
- Noguera, R.R., L.C. Gonçalves y L. Pereira. 2006. Calidad de los ensilajes de cuatro genotipos de girasol (*Helianthus annuus*) ensilados con diferentes proporciones de la planta: Materia seca, fracción nitrogenada, pH y extracto etéreo. *Livestock Research for Rural Development* 18 (7). <http://www.lrrd.org/lrrd18/7/nogu18096.htm> (Consulta: 13.2.2007).
- Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (OMAFRA). 1998: Forage Pearl Millet. FactSheet Agdex # 126. <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/98-045.htm> (Consulta: 11.2.2011).
- Ornelas G., E. 2007. Manejo de dietas a base de nopal. En: El nopal en la producción animal (F. Arechiga C.F, J.I. Aguilera S., J. Urista T., R.D. Cepeda V., F. Blanco M., M. Reveles H. y F.A. Rubio A., ed.). Editorial Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ). Zacatecas, México. pp. 94-115.
- Pinos R., J.M., M. Zamudio and S.S. González. 2008. The effect of plant age on the chemical composition of fresh and ensiled *Agave salmiana* Leaves. *South African Journal of Animal Science* 38: 43-50.
- Pinos R., J.M., J.C. Velázquez, S.S. González, J.R. Aguirre, J.C. García, G. Alvarez and Y. Jasso. 2010. Effects of cladode age on biomass yield and nutritional value of intensively produced spineless cactus for ruminants. *South African Journal of Animal Science* 40: 245-250.
- Poland, C., T. Faller and L. Tisor. 2003. Effect of chickling vetch (*Lathyrus sativus* L.) or alfalfa (*Medicago sativa*) hay in gestating ewe diets. 2003 Sheep Day Report. Hettinge Research Extension Center, North Dakota State University, Hettinger, ND, U.S.A. <http://www.ag.ndsu.nodak.edu/dickins/research/2002/beef02c.htm> (Consulta: 20.2.2011).
- Putnam, D.H., E.S. Oplinger, D.R. Hicks, B.R. Durgan, D.M. Noetzel, R.A. Meronuck, J.D. Doll and E.E. Schulte. 2006. Alternative Field Crop Manual University of Wisconsin-Extension, Cooperative Extension - University of Minnesota Center for Alternative Plants & Animal Products and the Minnesota Extension Service. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/> (Consulta: 23.2.2011).
- Quiroga V., E.J. y J.M. Fariás F. 1985. Valor nutritivo del mijo perla I. Consumo y digestibilidad *in vitro* por ovinos. En: CIAN 85 Avances de Investigación Agrícola en Zonas de Riego y Temporal. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas-SARH, Matamoros, Coahuila, México. pp. 56-57.



- Ranking, D.L. 1989. Evaluation of *Kochia scoparia* (L.) Schrad. toxicosis in sheep and cattle. Ph.D. dissertation. New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico, U.S.A. 84 pp.
- Rao, S.C., B.K. Northup and H.S. Mayeux. 2005. Candidate cool-season legumes for filling forage deficit periods in the southern Great Plains. *Crop Science* 45: 2068-2074.
- Rebolé G., A., C. Alzuela, L.T. Ortiz, C. Barro, M.L. Rodríguez and R. Caballero. 2004. Yield and chemical composition of different parts of common vetch at flowering and two seed filling stages. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2: 550-557.
- Reyes M., F.E. 1986. Lote de observación del cultivo de kochia (*Kochia scoparia* L.) bajo condiciones de temporal en Durango. En: Resúmenes de Investigación Forrajes 1984. CIRNOC- INIA-SARH. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. p. 3.
- Sáenz Q., L.A. 1998. Guía para cultivar nopal tunero en Zacatecas. Folleto para productores No 19. Campo Experimental Calera-INIFAP. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. 17 pp.
- Salinas G., H., R.T. Flores y A. Falcón. 1993. Diagnóstico del sistema caprino de producción de carne de cabra en el estado de Zacatecas. En: Reporte del proyecto de sistemas de producción caprinos en la Comarca Lagunera y Zacatecas, 1990-1991. Publicación especial No 10. Campo Experimental Calera. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. 75 pp.
- Sánchez, M.D. 2002. World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding. In: Mulberry for Animal Production, Proceedings. of an electronic conference (Sánchez, M., ed.). Animal Production and Health Paper 147. <http://www.fao.org/DOCREP/005/X9895E/x9895e00.htm#Contents> (Consulta: 28.2.2011).
- Saucedo T., R.A. 1999. Producción de forraje y respuesta a la defoliación del chamizo (*Atriplex canescens*) durante la primavera. Folleto Científico No 1. Campo Experimental La Campana, INIFAP, Chihuahua, Chihuahua, México. 20 pp.
- Saucedo T., R.A. 2003. Guía técnica para el establecimiento y utilización de plantaciones de chamizo. Folleto para productores No 10. Campo Experimental La Campana-INIFAP, Chihuahua, Chihuahua, México. 16 pp.
- Sasani, S., M.R. Jahansooz and A. Ahmadi. 2004. The effects of deficit irrigation on water use efficiency, yield and quality of forage pearl millet. In: Proceedings, New directions for a diverse planet, 4th International Crop Science Congress (T. Fischer, N. Turner, J. Angus, L. McIntyre, M. Robertson, A. Borrell and D. Lloyd, ed.), September 26–October 1, Brisbane, Australia. The Regional Institute, Gosford, NSW, Australia [http://www.cropscience.org.au/icsc2004/poster/1/5/1632\\_shahryars.htm](http://www.cropscience.org.au/icsc2004/poster/1/5/1632_shahryars.htm) (Consulta: 10.2.2011).
- Sattell, R., R. Dick, J. Luna and E. Peachey. 1998a. Oregon Cover Crops: Common vetch (*Vicia sativa* L.). Oregon State University, Extension Service. EM 8695.
- Sattell, R., R. Dick, J. Luna and D. McGrath. 1998b. Oregon Cover Crops: Hairy vetch (*Vicia villosa*) Oregon State University, Extension Service. EM 8699.
- Scheaffer, C.C., G.C. Martens, R.M. Jordan and E.A. Ristau. 1992. Sheep performance during grazing of annual forages in a double cropping system. *Journal of Production Agriculture* 2: 33-37.
- Sedivec, K.K. and B.G. Schatz. 1991. Pearl Millet Forage Production in North Dakota. North Dakota State University, Extension Service. R-1016, <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/hay/r1016w.htm> (Consulta: 10.2.2011).
- Seymour, M., K. Siddique, I. Pritchard, N. Brandon, G. Riethmuller and L. Latham. 2003. Common vetch production technology. Bulletin 4578. Department of Agriculture. Government of Western Australia. 38 pp.
- Seymour, M., K. Siddique, R. Jones and G. Reithmuller. 2006. Narbon Bean, a multipurpose grain legume for the low rainfall cropping areas, Farmnote 23/2001. Department of Food and Agriculture. Government of Western Australia. 9 pp.
- Shideed, K.H., H. Halila and N. Haddad. 2000. Technology transfer takes Iraq forward. ICARDA, Aleppo, Syria. *Caravan* 12: 19-20.

- Sherrod, L.B. 1971, Nutritive value of *Kochia scoparia*. I. Yield and chemical composition at three stages of maturity. *Agronomy Journal* 63: 343-344.
- Sherrod, L.B. 1973. Nutritive value of *Kochia scoparia*. III. Digestibility of kochia hay compared with alfalfa. *Journal of Dairy Science* 56: 923-926.
- Shoop, M.C., E.J. Alford and H.F. Mayland. 1977. Plains prickly pear is a good forage for cattle. *Journal of Range Management* 30: 12-17.
- Sierra T., J.S. y S. Chavarría M. 2004. Saladillo (*Atriplex canthocarpa*), especie forrajera en comunidades halófitas del desierto Chihuahuense. Folleto Técnico No. 10. Campo Experimental La Campana-INIFAP, Chihuahua, Chihuahua, México. 46 pp.
- Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON). 2004. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) México, D.F.
- Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON). 2006. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) México, D.F.
- Smith, J and H. Valenzuela. 2002. Woollypod vetch. Cooperative Extension Service University of Hawaii at Manoa. Sustainable Agriculture and Green Cover Crops SA-GM-13. 3 pp.
- Stone, L.R., D.E. Goodrum, M.N. Jaafar and A.H. Khan. 2001. Rooting front and water depletion depths in grain sorghum and sunflower. *Agronomy Journal* 93: 1105-1110.
- Thiessen M., J.R., J.W. Hoepfner and M. Entz. 2001. Legume cover crops with winter cereals in southern Manitoba: establishment, productivity and microclimate effects. *Agronomy Journal* 93: 1086-1096.
- Thilsted, J., C. Hibbs, H.M. Hallford, R. Kirskey, A. Meininger and J. Tompkins. 1989. Kochia (*Kochia scoparia*) toxicosis in cattle: results of four experimental grazing trails. *Veterinary and Human Toxicology* 31: 34-41.
- Tuna, C., L. Coskunta and F. Koc. 2004. Determination of nutritional value of some legumes and grasses. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 7: 1750-1753.
- Undersander, D.J., N.J. Ehlke, A.R. Kaminski, J.D. Doll and K.A. Kelling. 1990. Alternative field crops manual. University of Wisconsin-Extension Cooperative Extension, University of Minnesota, Center for Alternative Plants and Animal products, Minnesota Extension Service. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/> (Consulta: 28.2.2011).
- Undersander, D., R. Becker, D. Cosgrove, E. Cullen, J. Doll, C. Grau, K. Kelling, M.E. Rice, M. Schmitt, C. Scheaffer, G. Shewmaker and M. Sulc. 2004. Alfalfa management guide. American Society of Agronomy. U.S.A. 58 pp.
- University of California-Sustainable Agriculture Research and Education Program (US.SAREP). 2007a. Common vetch. [http://www.sarep.ucdavis.edu/cgi-bin/ccrop.EXE/show\\_crop\\_14](http://www.sarep.ucdavis.edu/cgi-bin/ccrop.EXE/show_crop_14) (Consulta: 17.2.2011).
- University of California-Sustainable Agriculture Research and Education Program (US.SAREP). 2007b Cover Crop Database: Woollypod vetch. [http://www.sarep.ucdavis.edu/cgi-bin/ccrop.EXE/show\\_crop\\_43](http://www.sarep.ucdavis.edu/cgi-bin/ccrop.EXE/show_crop_43) (Consulta: 21.2.2011).
- Urrutia M., J., S. Beltrán L., C. Loredó O., M.O. Díaz G. y H.G. Gámez V. 2007. Chamizo: forraje de calidad en zonas semiáridas. Folleto Técnico No. 30. Campo Experimental San Luis-INIFAP. San Luis Potosí, México. 40 pp.
- Villanueva D., J., C. Loredó O. y A. Hernández R. 2001. Requerimientos hídricos de especies anuales y perennes en las zonas media y altiplano de San Luis Potosí. Folleto Técnico No. 12. Campo Experimental Palma de la Cruz-INIFAP. San Luis Potosí, México. 24 pp.
- Villanueva D., J. y A. Hernández R. 2001. Opciones productivas para sitios con problemas de sales en la zona media Potosina. Folleto Técnico No. 16, Campo Experimental Palma de la Cruz-INIFAP. San Luis Potosí, México. 21 pp.

Watson, C.M. and J.W. O'leary. 1993. Performance of *Atriplex* species in the San Joaquin Valley, California, under irrigation and mechanical harvest. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 43: 255-266.

Woldeghbriel, A. 1983. Potential of *Kochia scoparia* plant for animal feed and its oxalate potency. Ph.D. dissertation. New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico, U.S.A. 89 pp.

Yang, H.M. and X.Y. Zhang. 2005. Considerations on the reintroduction of grass pea in China. *Lathyrus lathyris* Newsletter 4: 22-26.

Yavuz, T., O. Töngel and S. Albayrak. 2006. Performances of some annual forage legumes in the Black Sea Coastal Region. *Asian Journal of Plant Science* 5: 248-250.

## V. Descripción de los Sistemas de Alimentación y Estrategias Nutricionales para Lograr su Mejora





# Capítulo 18

## Aproximaciones para el Mejoramiento de la Alimentación de Rumiantes Menores en el Semiárido Brasileño

Marco Aurélio Delmondes Bomfim

*Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria (Embrapa)  
Embrapa Caprinos y Ovinos, Sobral, Ceará, Brazil*

### Introducción

La demanda de productos de origen caprino y ovino ha aumentado en los últimos años y en este nuevo escenario aumenta también la decisión de optar por sistemas de producción más eficientes y eficaces en la producción de carne y leche.

En las zonas semiáridas, como el nordeste de Brasil, normalmente las lluvias son escasas y/o mal distribuidas, estableciendo dos estaciones climáticas bien definidas: una lluviosa, relativamente corta, y otra seca, más prolongada. La producción de forraje, altamente dependiente de la precipitación pluvial, también presenta la misma distribución irregular y estacional en lo referente a disponibilidad y calidad. Durante la estación lluviosa, la alta diversidad y disponibilidad de vegetación nativa aumenta la capacidad de carga y el valor nutritivo del forraje, resultando en una mayor producción por unidad animal y por área. Sin embargo, durante la estación seca hay escasez y deficiencia de nutrientes en el forraje disponible, lo cual causa que los animales pierdan peso y condición corporal. No sería una exageración colocar la limitación nutricional durante la estación seca como el desafío prioritario para elevar el nivel de productividad de los rebaños caprinos y ovinos del nordeste del Brasil.

En este medio ambiente, la producción de pequeños rumiantes está condicionada a la optimización del uso de la vegetación nativa durante la estación lluviosa y al uso de estrategias de suplementación alimenticia durante la estación seca. A lo largo de los últimos 20 años, la alimentación de caprinos y ovinos en pasturas nativas en el nordeste semiárido del Brasil ha sido objeto de numerosas investigaciones. El conocimiento creciente de este ecosistema generó tecnologías de manipulación de la Caatinga para incrementar los niveles de producción animal utilizando esta fuente de forraje como la base de alimentación de los rebaños. Técnicas de raleo, de rebaje con manejo de rebrote y de enriquecimiento de la vegetación nativa, desarrolladas por Embrapa Caprinos y Ovinos y que se describen en detalle en el Capítulo 12, representan los principales avances en la optimización del uso de la Caatinga para producción animal.

A pesar de estos avances, es importante reconocer que la producción animal en la Caatinga aún presenta limitaciones que necesitan ser encaradas. Desde el punto de

vista nutricional, los animales no tienen exigencia de alimentos, pero sí de nutrientes que deben proporcionárseles en cantidad y calidad adecuadas, en un balance que cubra las exigencias de mantenimiento y producción. Estos nutrientes incluyen proteínas, energía, minerales y agua.

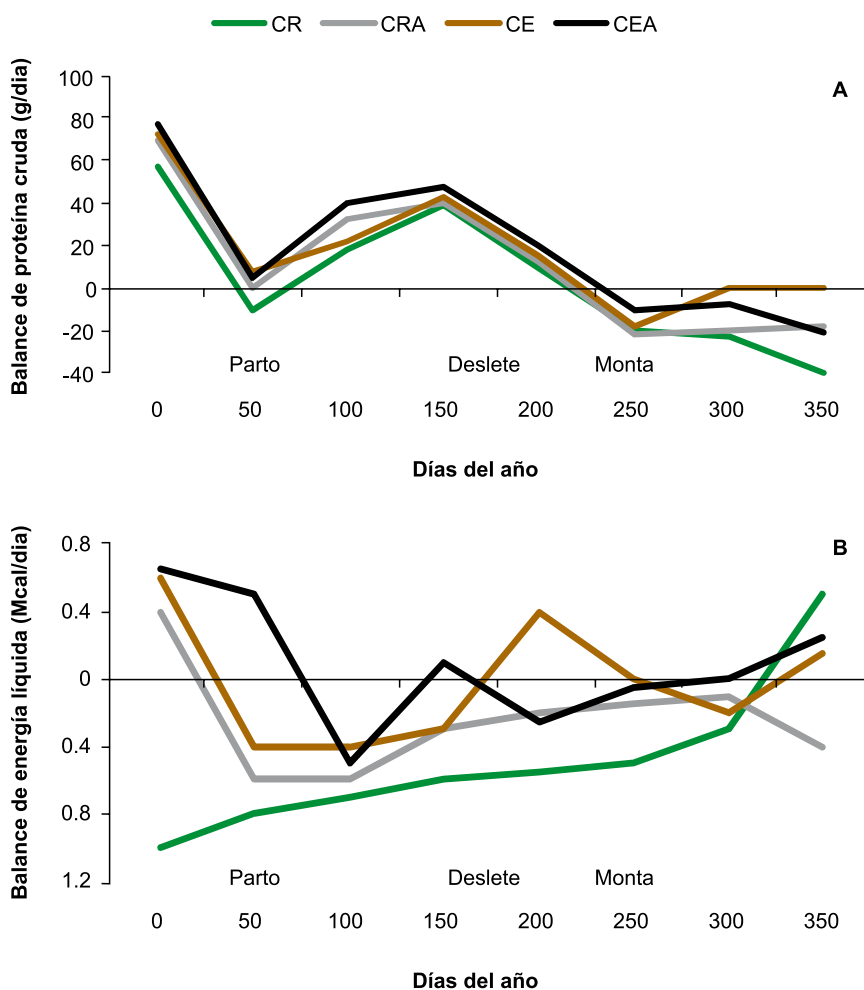
En este capítulo se revisarán conceptos relacionados con la nutrición enfocando las zonas semiáridas del nordeste de Brasil y las opciones que pueden permitir una alimentación mejorada para los sistemas productivos de rumiantes menores en esos ambientes. El balanceo de nutrientes es presentado como una herramienta que lleva ese propósito. El capítulo también revisa los alimentos proteicos, fuentes de N no proteico y fuentes de energía que pueden utilizarse en la mejora de los sistemas de alimentación prevalentes. Finalmente expone los valores nutricionales de diferentes especies vegetales con potencial forrajero. Se espera que los conceptos y tecnologías involucradas que tienen aplicabilidad en el ambiente del semiárido, puedan también ser utilizados en otros ambientes similares con los ajustes necesarios de una investigación adaptativa.

## **Balanceo Nutricional como Herramienta para una Suplementación Estratégica**

El concepto de balanceo nutricional, implica investigar el consumo de nutrientes en los animales mantenidos en pastoreo, identificando las exigencias nutricionales de cada categoría animal a lo largo del año de manera de obtener estimaciones de déficit o superávit nutricional por periodos, y luego formular el suplemento adecuado ajustando la dieta de manera que los requerimientos animales sean cubiertos y se garantice la eficiencia de su uso en la producción. El resultado de este balance expone el periodo y los nutrientes que imponen limitantes al sistema de alimentación, así como define el periodo y la cantidad del nutriente a ser suplementado.

Leite *et al.* (2002) evaluaron el balance de proteína cruda (g/animal/día) y de energía líquida (Mcal/animal/día) de ovejas pastoreando en la Caatinga en tres niveles de manipulación: Caatinga raleada (ver Capítulo 12 sobre este particular), Caatinga raleada fertilizada con fósforo, Caatinga raleada enriquecida con grama (*Cynodon dactylon*), y Caatinga raleada enriquecida con grama y fertilizada con una fuente de fósforo. La precipitación media en el año del experimento fue de 1.131 mm, valor superior a la media histórica de la región (740 mm/año). La estación de monta se realizó en la época lluviosa, coincidiendo con lo que se realiza en los sistemas tradicionales de esta región (Carvalho, 2003). La monta tuvo lugar entre agosto y septiembre, los nacimientos entre febrero y marzo, y el destete entre mayo y junio. Los resultados se condensaron en la Figura 1 a y b donde el día cero es igual al 1° de enero.

La evaluación del balance de proteína cruda demostró que solamente al final de la estación seca, que coincidió con la segunda gestación, hubo un déficit acentuado de proteína cruda que varió entre 20 y 40 g/animal/día (Figura 1a). Con relación al balance de energía líquida, se observó un déficit neto de energía durante la mayor parte del año, especialmente en el área donde sólo se realizó el raleo de la Caatinga. Este déficit fue más acentuado al final de la gestación e inicio de la lactancia, o sea, en las fases del ciclo productivo en que la exigencia del animal es mayor (Figura 1b).



**Figura 1. Balance de proteína (a) y energía líquida (b) en ovejas en pastoreo (día cero corresponde al primero de enero).**

Fuente: Leite et al. (2002).

Notas: CR = Caatinga raleada; CRA = Caatinga raleada fertilizada con fósforo; CE = Caatinga raleada enriquecida con grama (*Cynodon dactylon*); CEA = Caatinga raleada enriquecida con grama y fertilizada con una fuente de fósforo.



Estos resultados demuestran que existen ventajas claras en la intensificación de la manipulación de la vegetación nativa para mejorar la Caatinga, principalmente en lo referente a la energía consumida por los animales, lo cual resulta principalmente del aumento de la fitomasa disponible que posibilitó mayores oportunidades de selección de forraje por los animales. Sin embargo, queda claro que la reducción del déficit debido a una mejora de la Caatinga no es suficiente y por tanto implica que la suplementación de caprinos y ovinos es fundamental para obtener una producción satisfactoria y eficiente, particularmente en cuanto a energía, el primer nutriente limitante para la producción de rumiantes menores en la pasturas nativas del nordeste brasileño.

Con relación al balance de proteína, la disponibilidad es tal que los animales pueden consumir este nutriente en cantidad satisfactoria, gracias a una vegetación que cuenta con una gran proporción de leguminosas forrajeras ricas en proteína, inclusive cuando están en senescencia. No obstante de lo anterior, se debe considerar el hecho de que las estimaciones de consumo fueron hechas con animales fistulados en el esófago y existe la posibilidad de haber sobreestimado el consumo de proteína en función de la contaminación de muestras con saliva.

A partir del déficit, se debe formular la conversión de nutrientes en alimentos, utilizando aquellos que estén disponibles en la región. Por ejemplo, la suplementación con 100 g/animal/día de heno de *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) sería suficiente para corregir la deficiencia de proteína cruda durante el período de déficit. En el caso de la energía líquida (EL), el déficit fluctuó entre 1 y 0,5 Mcal de EL/animal/día, lo cual corresponde a valores entre 458 y 229 g/animal/día de maíz en grano, si se toma en cuenta la energía líquida de mantenimiento (ELm), y 666 a 333 g/día de maíz, si se calcula como energía líquida para ganancia de peso (ELg). Estos cálculos se pueden realizar para cualquier alimento disponible en la región.

Para corregir estas deficiencias es necesario enfocar en la profundización del conocimiento del valor nutritivo y de las características agronómicas de las plantas que componen la vegetación nativa y que pueden ser utilizadas en la producción de alimentos para la época seca; en el aprovechamiento de subproductos de la agroindustria; y en la concepción de nuevos sistemas de producción basados en pasturas cultivadas con riego conservativo de agua, además de pasturas cultivadas en seco para alimentar a los animales en la época seca del año.

Aunque desde el punto de vista metodológico el balance de nutrientes sea lo más correcto para evaluar deficiencias específicas, éste exige una infraestructura de investigación y conocimientos que pueden limitar su adopción. Una alternativa en la que no se cuente con los conocimientos indicados puede ser la planificación alimenticia basada en la exigencia de los animales para el periodo crítico del año, o sea, la estación seca.

## Conceptos a ser Considerados en la Planificación de un Sistema de Alimentación Mejorado

Planificar la alimentación de los animales significa calcular la necesidad de alimentos durante la época seca del año y contrastar esa necesidad con la cantidad de alimento disponible. De esta manera se puede estimar cuánto alimento será necesario producir para atender las necesidades del rebaño. Para desarrollar esta planificación se necesita la siguiente información básica:

- 1) La cantidad de animales en el rebaño por categoría.
- 2) Peso vivo promedio.
- 3) La producción promedio en ganancia de peso o en leche.
- 4) Una estimación de la capacidad de consumo de alimentos y de la cantidad necesaria en nutrientes.
- 5) Período necesario de suplementación (meses en el periodo de sequía).
- 6) La productividad y la composición de las principales fuentes de alimento disponibles en la región.

A continuación, se presenta un ejemplo de cálculo de planificación alimenticia basado en el concepto de nutriente en lugar de consumo de materia seca. En este caso, se usará como modelo un rebaño de 24 cabras con peso vivo promedio de 40 kg, que producen 1,0 kg de leche/día, criadas en pasto nativo de baja calidad durante 120 días de estación seca. En el ejemplo, calcularemos la necesidad de nutrientes suplementarios para atender 80% de la exigencia total, con un incremento de 5% de margen de seguridad (AFRC, 1993; 1998). En la Tabla 1 se presentan todas las exigencias en proteína cruda y energía metabolizable.

**Tabla 1. Exigencias nutricionales para atender 80% de las exigencias diarias de cabras (peso promedio 40 kg, produciendo 1,0 kg de leche/día), criadas en pasto nativo de baja calidad durante 120 días y con 5% de margen de seguridad (AFRC, 1993; 1998).**

Exigencias	Proteína cruda (g)	Energía metabolizable (Mcal/kg/día)
Mantenimiento	63	3,13 <sup>(2)</sup>
Producción	79	1,49
Exigencia total (por cabra/día)	142	4,62
Exigencia con 5% de margen de seguridad <sup>(1)</sup>	429.408	13.961,00

Notas: <sup>(1)</sup>Para satisfacer 80% de las exigencias de 24 cabras durante 120 días; <sup>(2)</sup>Incrementado en 93% para actividades de traslado (AFRC, 1998).

Para este mismo rebaño, la exigencia total en consumo de materia seca es de 3.9 kg/animal. Esto significa que para atender las necesidades de este grupo, se necesita que el forraje contenga un mínimo de 11% de proteína cruda y 3,57 Mcal EM/kg. Es importante recordar que el AFRC (1998) sugiere un incremento de 93% en la exigencia de mantenimiento para animales criados en pasturas nativas de baja calidad, es decir, si estos animales estuvieran en confinamiento, la exigencia de mantenimiento sería de aproximadamente 1,62 Mcal/día, incrementada en 10% para la energía que se gasta en traslado de animales y otras actividades dentro de las instalaciones, lo que resultaría en una exigencia total de 1,78 Mcal/día.

Esta discusión es pertinente cuando se verifica que los requerimientos de energía son dependientes del peso corporal. Los productores deben tener en cuenta que criar hembras extremadamente grandes determinará que el consumo de energía sea también elevado y sólo para cubrir los requerimientos de mantenimiento, sin que se logre la transformación de ese consumo en producto. La exigencia de energía insatisfecha es la causa de la alta estacionalidad de la producción y de la alta mortalidad de las crías. En la región semiárida del nordeste brasileño, más de 65% de las hembras son cubiertas al inicio de la estación de lluvias, cuando el pasto ofrece una cantidad incrementada de nutrientes, una condición que determina que las hembras comiencen a parir al inicio de la estación seca. Puesto que no existe energía suficiente para la producción de leche, pueden ocurrir dos situaciones. Primero, la madre puede no aceptar a su cría, no alimentarla y abandonarla, y segundo, la madre puede amamantar pero el déficit de energía en el que se encuentra dará lugar a que la producción de leche sea insuficiente. En cualquiera de estos casos, el destino de la cría es la muerte por desnutrición o por la predisposición al surgimiento de enfermedades a causa de la reducción en la capacidad de respuesta inmunológica. Esta situación puede exacerbarse si durante el último tercio de la gestación las madres no reciben los nutrientes adecuados para garantizar un buen peso de cría al nacer – determinante para la sobrevivencia del animal recién nacido, y acumular reservas para la lactancia. Esta situación puede ser más crítica si la gestación incluye mellizos o trillizos, una razón por la que las razas adaptadas a ambientes marginales producen en general sólo una cría por parto.

La planificación debe definir la cantidad de suplemento necesario para cubrir todas las necesidades de los animales. En la mayoría de los casos, estos cálculos han sido hechos basados en la exigencia de materia seca total. Sin embargo, las necesidades nutricionales no son satisfechas solamente con materia seca, sino fundamentalmente con nutrientes, como proteínas, energía, minerales y vitaminas

Con relación a los alimentos, es importante conseguir alimentos disponibles en la región, con buen valor nutritivo y un precio que abarate el costo de alimentación. En la mayoría de los casos, los alimentos fibrosos, conservados en forma de heno o ensilaje, son más baratos en las zonas semiáridas, debido a la escasez de granos de cereales u otras fuentes de alimento concentrado cuyos costos son más elevados. Otra

ventaja de los alimentos fibrosos es la posibilidad de producirlos en la propia finca, lo cual reduce la dependencia del productor de insumos externos y, en consecuencia, de la oscilación de precios de estos productos. Los alimentos fibrosos pueden ser producidos cultivando plantas perennes (p. ej. las leguminosas arbustivas), o plantas anuales como las gramíneas (p. ej. sorgo, maíz y caña de azúcar). Las forrajeras perennes adaptadas al medio, cuando ya han sido establecidas, tienen la ventaja de ser más tolerantes a las fluctuaciones de precipitación dentro de un año y entre años que las forrajeras anuales, una característica saliente e inevitable de los biomas áridos y semiáridos. Además la preferencia por plantas perennes en este tipo de ambientes es obvia debido a que las forrajeras anuales tienen el problema intrínseco de que deben sembrarse cada año, una condición que incrementa los riesgos a los productores.

Es importante tener en cuenta que el establecimiento de forrajeras perennes requiere tiempo. La mayor parte de ellas no puede ser utilizada antes de los dos años y otras pueden requerir hasta cuatro o más años para producir adecuadamente. Por esta razón, aquellas fincas que aún no tienen estas áreas implantadas o han empezado a implantarlas, deben utilizar forrajeras anuales o adquirir insumos (harinas, tortas o subproductos) hasta que sus áreas implantadas con forrajeras perennes estén listas para ser utilizadas.

Para seleccionar las forrajeras, debe conocerse, además de su grado de adaptación al medio, su composición de nutrientes y su potencial de producción por hectárea, buscando combinar una especie con mayor concentración de proteína con otra con mayor concentración de energía, para así lograr una deseable complementación de nutrientes. En el ejemplo presentado más adelante, se utilizará la *Manisoba*, una forrajera nativa con alta producción de proteína por área, y la fruta del algarrobo con alta concentración de energía por hectárea. Sin embargo, cualquier forrajera puede ser utilizada en este contexto usando los cálculos sugeridos.

En la composición presentada en la Tabla 2, se nota una clara diferencia entre las dos forrajeras seleccionadas. En el caso de la *Manisoba*, que es la forrajera seleccionada como fuente de proteína, se puede obtener de ella 2,4 veces más proteína en 1,0 ha que de los frutos del algarrobo, aunque las dos plantas tengan la misma producción de materia seca por área. De la misma forma, el algarrobo puede producir 1,13 veces más energía metabolizable que la *Manisoba*. Estas diferencias están relacionadas con la composición de las dos forrajeras.

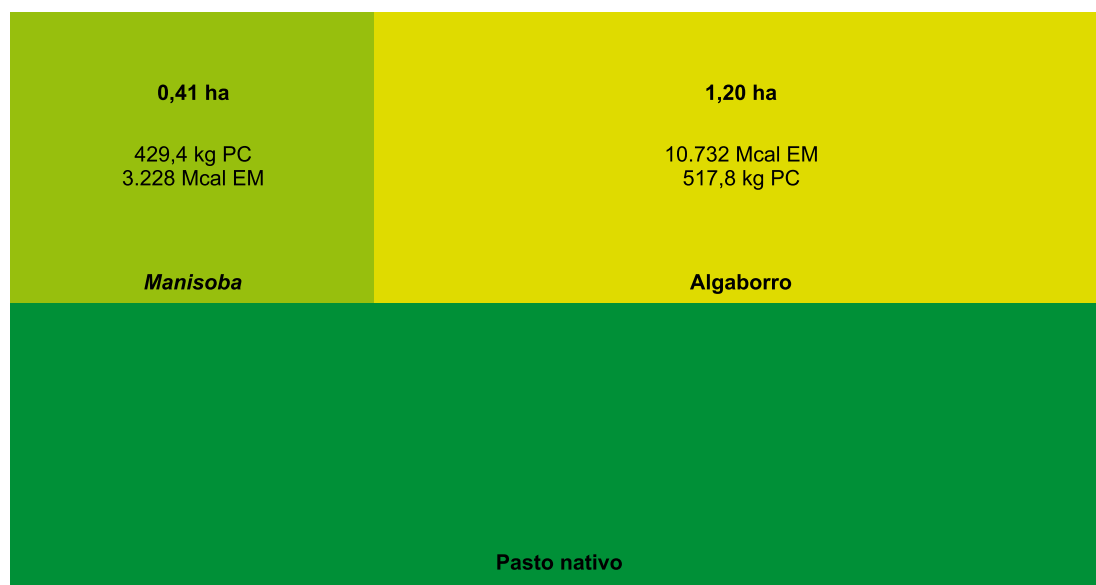
Utilizando los datos de las tablas 1 y 2, se puede calcular el área que sería necesaria de cada forrajera para la producción de los nutrientes exigidos. En el caso de la *Manisoba*, para la producción de 429,4 kg de proteína cruda que el grupo de cabras necesita (Tabla 1), sería necesaria un área de 0,41 ha. Con esta superficie sembrada, la *Manisoba* produciría 2.050 kg de materia seca, la cual representa un aporte adicional

**Tabla 2. Concentración y producción de proteína cruda y energía metabolizable de la *Manisoba* y de las vainas de algarrobo en el nordeste brasileño.**

Ítem	<i>Manisoba</i>	Algarrobo
Proteína cruda (%) <sup>(1)</sup>	20,88	8,63
Energía metabolizable (Mcal/kg) <sup>(2)</sup>	1,57	1,78
Producción de:		
Materia seca (kg /ha/año) <sup>(1)</sup>	5.000	5.000
Proteína cruda (kg/ha)	1.044	431,5
Energía metabolizable (kg/ha)	7.850	8.900

Notas: <sup>(1)</sup>Barros *et al.* (1990); <sup>(2)</sup>Adaptado de Bomfim *et al.* (2005).

de energía de 3.228 Mcal. Esto significa que, además de la exigencia de proteína, esta forrajera estaría cubriendo también 23% de la exigencia de energía, quedando un déficit de energía de 10.732 Mcal que debe ser tomado en cuenta. Para corregir el déficit de energía, en este ejemplo, se utilizarán las vainas del algarrobo. Con este fin se necesita cultivar 1,20 ha de algarrobo para aprovechar su producción de vainas (basados en datos de las tablas 1 y 2). La Figura 2 ilustra el arreglo espacial de áreas para la producción de forrajeras que satisface las exigencias del rebaño de nuestro ejemplo.



**Figura 2. Arreglo de áreas con forrajeras perennes en el ejemplo de una alimentación planificada.**

Notas: PC = Proteína Cruda; EM = Energía metabolizable.

Puesto que el algarrobo comienza a producir vainas tardíamente, este sistema sólo será estable entre los 4 y 8 años, dependiendo de las condiciones edafoclimáticas de la región. Por tanto, es necesario adoptar una estrategia de producción de alimento adicional basada en la utilización de forrajeras anuales para suplementar al rebaño durante el periodo de establecimiento de las forrajeras perennes.

Para este ejemplo, serán utilizadas otras dos fuentes de alimento. Una es el sorgo forrajero (*Sorghum bicolor*) para la producción de ensilaje como fuente de energía y, en caso de necesitarse proteína adicional, la adquisición de harina de algodón, cuya disponibilidad es alta en la región del semiárido del nordeste. La composición de estos alimentos se presenta en la Tabla 3.

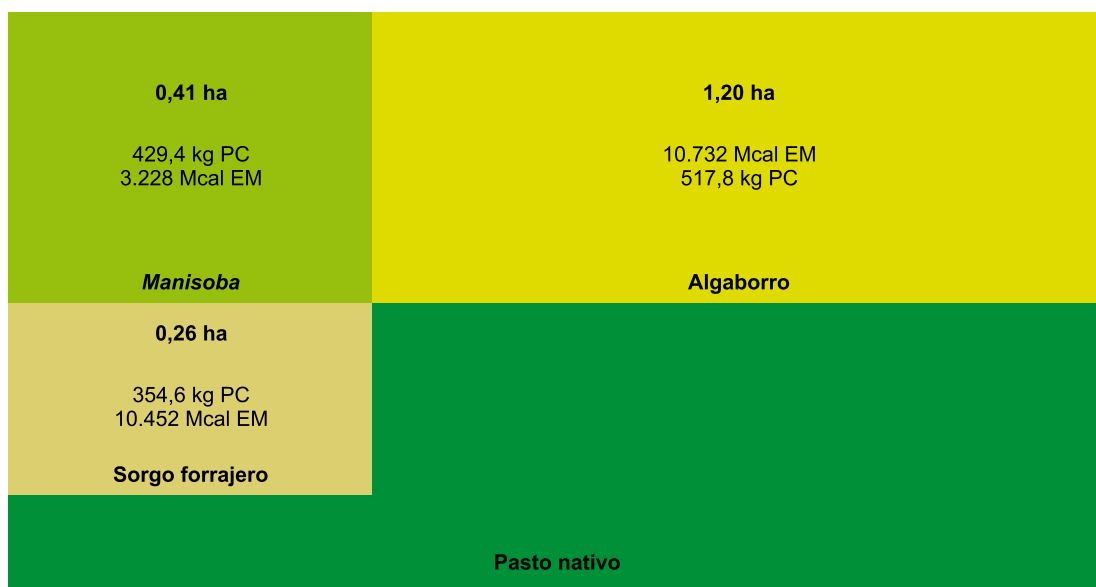
**Tabla 3. Concentración y producción de proteína cruda (PC) y energía metabolizable del ensilaje de sorgo y composición de la harina de algodón en el nordeste brasileño.**

Ítem	Ensilaje de sorgo	Harina de algodón
Proteína cruda (%)	6,82	32,16
Energía metabolizable (Mcal/kg.)	2,01	2,66
Producción de:		
Materia seca (kg /ha/año)	20.000	Insumo de adquisición externa
Proteína cruda (kg/ha)	1.364	Insumo de adquisición externa
Energía metabolizable (kg/ha)	40.200	Insumo de adquisición externa

Fuente: Valadares Filho *et al.* (2001).

Aplicando igual razonamiento que en el cálculo anterior, se necesita adquirir 1.364 kg de harina de algodón para completar las necesidades de proteína cruda, aportando al sistema 438.7 kg de PC y 3.628,4 Mcal de EM. Aún quedaría un déficit de 10.332,6 Mcal de EM a ser cubierto, para cuyo fin se utiliza el sorgo en la forma de ensilaje, sembrando esta planta en 0,26 ha, un área que produciría la cantidad de energía suficiente para el sistema (10.452 Mcal de EM) y además contribuir con 354.6 kg adicionales de PC. En este nuevo modelo, el diseño del área sería como en la Figura 3, en la cual un área de siembra de sorgo para ensilaje sería utilizada hasta que la estructura de forrajeras perennes sea establecida.

Lo importante es que en el menor tiempo posible el productor logre reemplazar los alimentos externos y forrajes anuales usados en el sistema. Es probable que la *Manisoba* pueda contribuir con nutrientes a partir del segundo año, reduciendo así el uso de harina de algodón y también el ensilaje de sorgo. Se espera que el sistema alcance un equilibrio en cuatro años, a cuyo fin los productores podrán reducir casi



**Figura 3. Arreglo de áreas con forrajeras perennes asociadas con una forrajera anual en el ejemplo de una alimentación planificada.**

todos los ingredientes alimenticios externos y las fuentes más vulnerables de nutrientes. Es importante resaltar la importancia de la rotación del área donde se producirá sorgo para evitar la degradación de la tierra puesto que el uso de fertilizantes no es una práctica común.

Las posibilidades de interacción entre alimentos para la formación de reservas estratégicas son varias y dependen de los objetivos de producción, de la disponibilidad y del precio de los alimentos en la región. En teoría, cualquier alimento puede formar parte del sistema, siempre que cumpla los requisitos de atención a las exigencias en nutrientes y también que no haya principios tóxicos o factores antinutricionales relevantes. Entre esos alimentos, se puede mencionar las fuentes de nitrógeno proteico y no proteico y especies forrajeras nativas.

## **Fuentes de N Proteico y no Proteico (NNP)**

### **Proteínas**

Las proteínas son cadenas lineares de aminoácidos, constituyentes esenciales de la célula. En promedio, 75% del peso de la célula está compuesto por proteína. Las proteínas están relacionadas con las principales funciones vitales del organismo, como

la comunicación (nervios), defensa (anticuerpos), regulación metabólica (hormonas), catálisis bioquímica (enzimas) y transporte de oxígeno (hemoglobina).

### ***Proteína cruda***

La proteína de la dieta ha sido referida normalmente como proteína cruda, que es definida como el contenido de nitrógeno del material, multiplicado por el factor 6,25. Este factor asume que toda proteína contiene 16% de nitrógeno en su composición. Esta simplificación genera algunos valores curiosos, como en el caso de la urea que contiene 45% de nitrógeno y, por lo tanto, tiene aproximadamente 282% de proteína cruda, siendo que de hecho no contiene proteína verdadera en su composición.

No obstante lo anterior, la urea tiene valor proteico para los rumiantes por la capacidad que estos animales tienen de convertir este nitrógeno en proteína microbiana, a través de la fermentación ruminal, y utilizarla. A pesar de las limitaciones desde el punto de vista conceptual, la proteína cruda es la más utilizada en la determinación del valor proteico de los alimentos, tal vez en función de la facilidad de análisis del tenor de N de las muestras. Por ejemplo, el sistema NRC (National Research Council) para caprinos y ovinos trabaja con proteína cruda como referencia para las exigencias proteicas. Los sistemas más recientes han presentado las exigencias en proteína metabolizable. Sin embargo, debido a la dificultad de cuantificar el tenor de proteína metabolizable de los alimentos, la mayoría de las veces los requerimientos son convertidos en términos de proteína cruda para el balance de las dietas.

### ***Proteína Metabolizable (PM)***

La proteína metabolizable corresponde a aquella que, después de pasar por los procesos de digestión en el estómago e intestino delgado, está disponible para absorción, o sea, para ser metabolizada por el animal. En esta fracción está la proteína que pasó intacta por la fermentación ruminal y también la proteína de origen microbiano que fluye del retículo-rumen al abomaso y finalmente al intestino. Este concepto es bastante más exacto que el de proteína cruda y está presente en los modelos de AFRC (1998). Sin embargo, la estimación de la PM en los alimentos exige una serie de supuestos relacionados con los productos de fermentación ruminal, lo cual limita su adopción en mayor escala.

### ***Nitrógeno no proteico (NNP)***

Este agrupamiento incluye las sustancias que no son proteínas verdaderas, pero como presentan nitrógeno en su composición pueden ser usadas como sustratos nitrogenados por los microorganismos del rumen para la síntesis de proteína microbiana que, en último caso, será aprovechada por los rumiantes. Este grupo incluye la urea y la biurea.



## Alimentos proteicos

Son aquellos alimentos que contienen menos de 18% de fibra y más de 20% de proteína cruda en la materia seca. Forman parte de este grupo, las harinas de oleaginosas, como las de soya, maní, algodón y girasol, entre otros, gluten de maíz, harina de coco y subproductos de origen animal, como las harinas de carne, sangre y pescado. En la Tabla 4 se presenta la composición química de los principales alimentos proteicos que pueden ser accedidos en el nordeste de Brasil.

**Tabla 4. Composición química de los principales concentrados proteicos para rumiantes, en relación con la materia seca.**

Alimento	Nutriente					
	MS (%)	EM (Mcal/kg)	PC (%)	FDN (%)	Calcio (%)	Fósforo (%)
Algodón, semilla	92,0	3,83	23,90	44,98	0,26	0,87
Algodón, torta	93,5	1,89	34,18	43,68	0,24	0,77
Maní, harina extracción mecánica	93,0	3,25	52,00	14,00	0,20	0,61
Maní, harina EPS	92,0	2,98	52,30	13,87	0,29	0,68
<i>Babaçu (Orbignya speciosa)</i> , torta	92,8	1,75	20,62	78,68	0,07	0,53
Coco, harina EPS	91,0	3,31	23,40	50,31	0,08	0,57
Girasol, harina, con cáscara	90,0	1,51	25,90	40,00	0,23	1,03
Levadura, residuo de cervecería	5,6	3,19	61,30	2,49	0,34	1,58
Cebada, residuo de cervecería	18,9	2,75	34,56	71,39	0,33	0,55
Ricino, harina detoxificada	90,2	2,09	40,64	56,40	0,71	0,71
Maíz, harina de gluten	87,5	2,66	23,18	39,53	0,10	0,60
Pescado, harina	92,4	4,18	63,20	6,12	6,80	3,72
Soya, harina	88,6	3,16	47,64	14,81	0,33	0,58
Soya grano	90,8	3,16	38,73	13,96	0,35	0,56
Urea pecuaria (EP)	99,0	0,00	281,00	0,00	0,00	0,00

Fuentes: Valadares Filho *et al.* (2001); NRC (1981); NRC (1985).

Notas: MS = materia seca; EM = energía metabolizable; PC = proteína cruda; FDN = fibra detergente neutro; EPS = extracción por solvente; EP = equivalente proteico.

## Utilización de Nitrógeno no Proteico (NNP) en Dietas de Caprinos

La eficiente utilización del NNP en raciones para caprinos depende del conocimiento de los principios básicos del metabolismo ruminal del nitrógeno. El

factor primario que controla la cantidad de proteína y la eficiencia con que el NNP puede ser usado, es la tasa relativa de energía y amonio disponibles para la síntesis de proteína microbiana.

La fuente principal de energía para los microorganismos del rumen es el forraje. Esta fuente libera energía de forma relativamente lenta cuando se la compara con alimentos altamente fermentables como los granos o la melaza. Entonces, cuando se utilizan forrajes de baja calidad sin una fuente de energía rápidamente disponible, los microorganismos pueden convertir NNP en amonio más rápidamente que su utilización para la síntesis proteica. El exceso de amonio formado es absorbido directamente en el rumen y excretado como urea en una vía de alto costo metabólico para el animal.

Los caprinos, así como otros rumiantes, pueden utilizar el NNP como fuente de nitrógeno (Santos, 1984). Para Morand-Fehr y Sauvant (1980), los caprinos utilizan relativamente bien las fuentes de NNP y ese aprovechamiento, como ocurre en otros rumiantes, mejora cuando la dieta contiene una elevada cantidad de energía disponible en la forma de carbohidratos solubles. En las publicaciones accesibles a productores y estudiantes, así como en libros, boletines técnicos y otros, se ha sugerido que el NNP puede sustituir hasta 33% (1/3) del nitrógeno total de la dieta (Ribeiro, 1997). El NRC (1981) aunque sin citar ninguna referencia, también recomienda que el valor límite de uso del NNP no debe ser superior a 30%, y, adicionalmente, que debe ser usado hasta un máximo de 50% del concentrado. En esta publicación también se indica que el límite tóxico es de 4,4 g/10 kg de peso corporal, cuando es ofrecido en una sola vez.

Dantas *et al.* (2002) evaluaron la sustitución de proteína de la harina de soya por urea para cabras lecheras con un promedio de producción de leche 1,0 kg/día. Las proporciones de sustitución de la harina de soya por urea fueron 0, 25, 50 y 75%. En el criterio de estos autores, la inclusión de urea tuvo un efecto cuadrático en la producción de leche, y el punto máximo fue observado en el nivel de 43,2% de sustitución, sugiriendo que los niveles pueden ser más altos que los sugeridos por el NRC (1981). Los resultados en la literatura parecen indicar diferencias con respecto a los niveles óptimos de NNP para caprinos cuando son comparados con otros rumiantes. Singhal y Mudgal (1980), utilizando animales con un rango de producción entre 0,93 y 1,01 kg/día, tampoco observaron diferencias en la producción de leche, consumo de materia seca y composición de la leche entre animales que recibieron NNP sustituyendo 50% de la proteína de la dieta. Estos resultados corroboran los de Fernandez *et al.* (1997) al evaluar la sustitución de proteína verdadera por NNP en cabras lactantes. Los autores no observaron diferencias significativas en la producción de leche, ganancia diaria de peso, consumo de materia seca, ácidos grasos no esterificados (NEFA) o grasa de la leche en relación con la suplementación con NNP. En este experimento, los niveles de 50% de sustitución no llegaron a afectar negativamente los parámetros productivos de

los animales. Sin embargo, se observó un aumento significativo de  $\text{NH}_3$  en los niveles plasmáticos, lo que sugiere que el nivel de 50% de sustitución puede estar cercano al máximo tolerable. Singhal y Mudgal (1980) también observaron que la sustitución de 50% de la proteína de la dieta por NNP aumentó el consumo de materia seca de los animales en crecimiento.

La literatura recomienda dar una reducción de 5% a los niveles máximos de respuesta, como margen de seguridad. Esto significa que para el caso de caprinos la sustitución podría llegar a 47,5%.

## Fuentes de Energía

### Energía

La energía puede definirse como la capacidad de realizar esfuerzo o trabajo; lo cual involucra actividad física, procesos bioquímicos, impulsos nerviosos y transmisión de sustancias a través de barreras de membranas. En la nutrición de rumiantes, la energía es fraccionada en energía bruta (EB), energía digerible (ED), energía metabolizable (EM) y energía líquida (EL).

### *Energía Bruta (EB)*

Energía bruta es el total de calor producido por la quema total de una muestra de alimento en un calorímetro. No existe correlación entre la cantidad de EB de un alimento y su utilización por parte del animal. Entonces, la EB no tiene ninguna importancia para rumiantes desde el punto de vista nutricional.

### *Energía Digerible (ED)*

Energía digerible es la proporción de energía del alimento que no se recupera en las heces, o sea, que es digerida y absorbida por el animal. Debido a la presencia de energía fecal de origen endógeno (células de la descamación de la mucosa y residuos de la microflora, entre otros), este término es referido como digestibilidad aparente de la energía.

### *Energía Metabolizable (EM)*

La energía metabolizable es determinada restando de la energía digerible las pérdidas de energía a través de la orina, producción de gases en el rumen (especialmente metano) y fuentes endógenas. Representa la porción de energía del alimento que puede ser utilizada por el animal.

### Energía Líquida (EL)

La determinación de energía líquida se realiza restando de la energía metabolizable las pérdidas que se deben al calor relacionado con los procesos de digestión, fermentación y metabolismo (incremento calórico). Por lo tanto, la EL es la fracción de energía del alimento disponible para el animal. Puede ser dividida en energía líquida para mantenimiento (ELm), y energía líquida para lactación (ELL) y para ganancia de peso (ELg), las dos últimas formas de energía denominadas en su conjunto como energía líquida para la producción (ELp). La Elm es utilizada para atender las necesidades del ayuno, de la actividad y del mantenimiento de la temperatura corporal. Por otro lado, la EL para producción (ELL y ELg) es utilizada para crecimiento, engorde y producción de leche, de lana y en la gestación.

Estas definiciones representan las diversas pérdidas de energía del alimento desde el consumo hasta su utilización líquida para mantenimiento o producción. Estas pérdidas son variables y dependen del tipo y/o calidad del alimento. La Figura 4 ilustra la utilización de energía del alimento por parte de los rumiantes.

### Nutrientes digeribles totales (NDT)

Existen diferentes sistemas para designar la energía de los alimentos y los requerimientos de los animales y en consecuencia diferentes denominaciones y términos utilizados. El sistema NDT (Nutrientes Digeribles Totales) es bastante

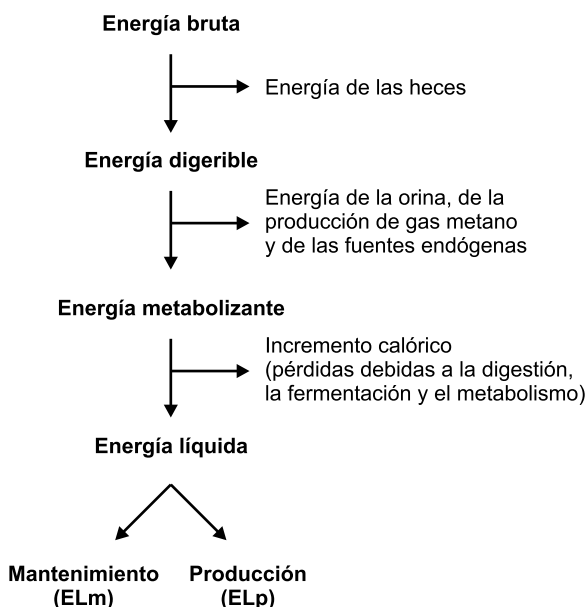


Figura 4. Esquema de utilización de la energía de los alimentos por los rumiantes.

conocido y adoptado por el NRC (1981). Como su nombre sugiere, el NDT se basa solamente en la cuantificación de la digestibilidad de los nutrientes del alimento o de la dieta, o sea, no toma en cuenta las pérdidas de energía relacionadas con los gases de fermentación, con la orina o el incremento calórico. Este sistema usa como unidades: kg/100 kg o porcentajes y no unidades de energía como el Julio o la caloría, generalmente utilizadas en las determinaciones de ED, EM y EL, razón por la cual el sistema NDT es criticado.

Estas diversas formas de representar la energía de los alimentos causan gran confusión, inclusive entre algunos profesionales. En la Tabla 5, se presentan los factores de conversión entre las diversas formas de presentación de la energía.

**Tabla 5. Equivalencia de unidades de energía.**

Unidad de energía	Equivalencia
ED (Mcal/kg)	0,04409 x NDT (%)
EM (Mcal/kg)	1,01 x ED (Mcal/kg) – 0,45
ELL	0,0245 x NDT (%) – 0,12
1 Joule	4,184 cal

Fuentes: NRC (2001); AFRC (1993).

Notas: ED = energía digerible; EM = energía metabolizable; ELL = energía líquida de lactación; NDT = Nutrientes digestibles totales.

## Concentrados energéticos

Son los alimentos con menos de 18% de fibra y menos de 20% de proteína cruda en la materia seca. Los principales concentrados energéticos son: maíz y sorgo en grano, maíz desintegrado con paja y marlo (MDPM), harina de trigo, harina de arroz, raspadura de yuca, pulpa de frutas cítricas, nueces y tubérculos, como la yuca y el camote, cuya composición está presentada en la Tabla 6.

## Vegetación Adaptada a Condiciones Semiáridas y Áridas con Posible Potencial para Mejorar los Sistemas de Alimentación

Aunque el uso de la vegetación nativa debe ser estimulado para reducir las dependencias de fuentes externas de alimento, se requiere mejorar genéticamente ese material haciéndolo más productivo. Los datos referentes al valor nutritivo de plantas nativas de la Caatinga, publicados en la literatura en los últimos años, están compilados y presentados en la Tabla 7. Lamentablemente, no existe suficiente información

**Tabla 6. Composición química de los principales concentrados energéticos para rumiantes, en relación con la materia seca.**

Alimento	Nutriente					
	MS (%)	EM (Mcal/kg)	PB (%)	FDN (%)	Calcio (%)	Fósforo (%)
Arroz, harina integral	88,07	2,67	14,41	34,65	0,11	1,54
Arroz, harina sin grasa	89,33	nd	17,41	26,65	0,13	1,83
Camote	33,00	2,93	5,00	nd	0,10	0,15
Cítricos, pulpa	87,51	3,11	7,06	25,15	1,95	0,16
Yuca, raspadura	88,00	3,75	2,60	nd	0,28	0,19
Melaza en polvo	94,69	70,00	2,73	nd	6,23	0,24
Melaza de caña	75,00	1,94	5,80	nd	1,00	0,11
Maíz, grano	89,00	3,15	10,00	9,00	0,05	0,29
Maíz, espiga	89,30	2,49	7,80	nd	0,01	0,25
MDPM	87,66	2,59	8,09	38,94	0,08	0,21
Aceite vegetal	100,00	8,23	nd	nd	nd	nd
Sorgo, panícula	88,48	2,85	12,55	35,84	nd	nd
Sorgo, grano	87,44	3,04	9,61	13,16	0,07	0,28
Trigo, harina	89,00	2,75	16,00	44,48	0,15	0,99

Fuentes: Valadares Filho *et al.* (2001); NRC (1981, 1985).

Notas: MS = materia seca; EM = energía metabolizable; PB = proteína cruda; FDN = fibra detergente neutro; MDPS = maíz desintegrado con paja y marlo; nd = dato no disponible.

experimental puesto que los resultados están en proceso de experimentación y por tanto son incipientes. Los datos disponibles revelan que esta vegetación contiene especies de buena calidad y potencial para ser consideradas como fuentes de nutrientes para la producción ganadera.

### **Palo-hierro (pau ferro) o Jucazeiro (*Caesalpinia ferrea*)**

Araújo *et al.* (2004) evaluaron la composición química y degradabilidad de las vainas del palo-hierro (*Caesalpinia ferrea*). Las vainas presentan una baja concentración de proteína y no son una buena fuente de este nutriente. Sin embargo, los bajos niveles de fibra y la alta degradabilidad efectiva de la materia seca (70%) encontrados en las vainas, con la fracción soluble que representa 60%, hacen que esta especie se destaque como fuente de energía rápidamente disponible para el ambiente ruminal, pudiendo ser utilizada en la suplementación. Este trabajo no estudió el potencial de consumo de

**Tabla 7. Resultados del análisis químico y nutricional de varios alimentos usados en caprinos y ovinos en Brasil.**

Alimento	Porcentaje											
	MS	PC	N-FDA	Cenizas	EE	FDN	LIG	CNE	MO	DMS	DPC	NDT
<i>Manisoba</i>												
Ensilaje <sup>(1)</sup>	25,8	14,6	nd	nd	nd	47,2	nd	nd	23,4	72,5	65,8	nd
Heno <sup>(2)</sup>	93,3	12,0	0,8	7,5	nd	58,6	17,1	nd	nd	49,4	nd	nd
Vainas de pau-ferro <sup>(6)</sup>	86,2	6,2	nd	2,8	0,2	34,6	nd	56,3	97,2	nd	nd	nd
<i>Atriplex</i>												
Heno – hoja <sup>(3)</sup>	23,2	18,5	nd	25,2	nd	38,4	nd	nd	nd	71,9	nd	nd
Heno – tallo fino <sup>(3)</sup>	43,9	7,9	nd	8,6	nd	72,4	nd	nd	nd	27,9	nd	nd
Heno – tallo grueso <sup>(3)</sup>	51,8	6,1	nd	4,0	nd	82,0	nd	nd	nd	16,9	nd	nd
Algodón de seda												
Heno <sup>(4)</sup>	89,2	11,5	nd	nd	6,5	nd	nd	38,6	nd	75,4	45,8	59,9
Heno <sup>(5)</sup>	92,7	13,8	nd	nd	nd	45,9	nd	nd	nd	59,3	nd	nd
Faveleira <sup>(6)</sup>	92,9	13,9	nd	nd	3,5	nd	nd	nd	89,3	63,7	74,5	59,9
Heno de canafistula <sup>(1)</sup>	90,9	20,7	nd	nd	nd	nd	nd	nd	92,4	16,5	44,7	31,0
Heno de umbuzeiro <sup>(7)</sup>	90,1	7,3	nd	18,4	nd	47,8	nd	nd	78,1	34,8	nd	nd

Fuentes: <sup>(1)</sup>Matos et al. (2004); <sup>(2)</sup>Barros et al. (1990); <sup>(3)</sup>Porto et al. (2000); <sup>(4)</sup>Silva et al. (2004); <sup>(5)</sup>Vieira et al. (2002); <sup>(6)</sup>Pereira et al. (2004); <sup>(7)</sup>Araújo et al. (2003); <sup>(8)</sup>Araújo et al. (2004).

Notas: nd = no disponible; *Manisoba* (*Manihot* spp.); Pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*); Atriplex (*Atriplex nummularia*); Algodón de seda (*Calotropis procera*); *Faveleira* (*Chidocolus phyllacanthus*); *Canafistula* (*Cassia Exclesa*); *Umbuzeiro* (*Spondias tuberosa arruda*).

MS = Contenido de materia seca (% Materia natural).

Como % de la MS: PC = Proteína cruda; N-FDA = Nitrógeno relacionado con la fibra detergente ácido; Cenizas; EE = extracto etéreo; FDN = fibra detergente neutro; LIG = lignina; CNE = carbohidratos no estructurales; MO = materia orgánica; DMS = digestibilidad de la materia seca y NDT = nutrientes digestibles totales.

Como % de la PC: DCP = digestibilidad de la proteína cruda.

estas vainas por los animales. Otro aspecto limitante para el uso de esta especie como fuente de forraje para la suplementación animal, se refiere a su tasa de crecimiento lenta y la escasa posibilidad de producirla en gran escala.

### ***Manisoba (Manihot spp.)***

La *Manisoba* tal vez sea la planta más promisoría para la suplementación de animales en pasturas nativas de la Caatinga, no sólo por su valor nutritivo, sino también por la posibilidad de su cultivo en gran escala. Las hojas presentan alta concentración de proteína y alta digestibilidad de la materia seca, con valores superiores al ensilaje de maíz. Sin embargo, dependiendo de la proporción de peciolos y tallos en el material cosechado, estos valores pueden reducirse (Tabla 7).

La *Manisoba* figura actualmente como una alternativa promisoría en la alimentación de pequeños rumiantes. Barros *et al.* (1990) evaluaron el valor nutritivo de la *Manisoba* en caprinos y ovinos, observando un consumo en relación con el peso vivo que fluctuó entre 3,9% y 4,6%, respectivamente, aun cuando la digestibilidad *in vivo* de la materia seca había sido de 47,4% en el caso de caprinos y 51,4% en el caso de ovinos, resultando en un nivel de energía digerible de 2,00 Mcal/kg de MS.

Araújo *et al.* (2000) evaluaron el efecto de niveles crecientes de *Manisoba* (*Manihot pseudoglaziovii*) en corderos en engorde de 16,7 kg de peso vivo, variando desde 30% a 70% de la materia seca de una dieta asociada con raspadura de yuca y 3% de urea. El consumo aumentó en forma lineal con el aumento de los niveles de inclusión de *Manisoba*. El consumo máximo de materia seca fue de 3,42% del peso vivo, que correspondía a una proporción de heno de *Manisoba* igual a 2,39% del peso vivo, o 497 g/animal/día. En otro experimento, Sousa *et al.* (2002) usando dietas que contenían 35% de forraje voluminoso constituido por heno de *Manisoba*, alimentadas a cabras mestizas (criollo x *Boer*), obtuvieron ganancias de 178 g/animal/día.

La *Manisoba* puede ser reproducida a través de las semillas, las cuales tienen alto índice de germinación cuando son recogidas entre aquellas que caen al suelo naturalmente. Las áreas sembradas pueden producir hasta 5 ton de MS /ha en dos cortes con intervalos de 2 a 3 meses, en tanto que el primer corte sea hecho recién en el segundo año después de implantado el cultivo (Soares y Salviano, 2000). Como con todas las plantas del género *Manihot*, existe el riesgo de intoxicación con ácido cianhídrico si la planta es consumida fresca. Amorim *et al.* (2005) demostraron que dosis tan pequeñas como 5,7 g/kg de peso vivo pueden ser tóxicas para cabras jóvenes. Por lo anterior, la *Manisoba* debe ser ofrecida como heno o ensilaje, puesto que estos procesos pueden eliminar completamente el riesgo de intoxicación. La eliminación de riesgo de intoxicación fue demostrada por Matos *et al.* (2004), al evaluar el consumo de ensilaje de *Manisoba* marchitada por 4 horas y ensilada en la alimentación de



ovinos como alimento exclusivo. Con consumo igual a 2,0% del peso vivo, los autores mencionados no encontraron ningún efecto tóxico.

### *Atriplex (Atriplex nummularia Lindl.)*

Aunque no nativa del Brasil, *Atriplex nummularia* (conocida en este país como hierba sal) es una especie conocida por su adaptación a condiciones áridas y semiáridas, y es una opción forrajera para regiones con suelos salinos. Esta planta ha sido profusamente utilizada en la alimentación animal en otros países, mientras que en el Brasil el interés en el *Atriplex* como ingrediente para la alimentación de ovinos y caprinos es reciente, iniciándose su uso en la década de 1960 como planta desalinizadora. En los últimos años se han publicado varios trabajos de evaluación del *Atriplex*, resaltando el potencial de esta planta como una alternativa para la alimentación de caprinos y ovinos. Los principales atributos de esta planta están relacionados con su resistencia a la aridez y salinidad. Las hojas presentan buena concentración de proteína y alta digestibilidad de la materia seca. Sin embargo, el contenido de minerales es alto, lo cual reduce su potencial de proveer energía. Además, aún no se conoce cuál sería el impacto del uso de esta planta en el consumo de sal mineral por los animales, ya que el principal factor estimulante del consumo de la mezcla mineral es el sodio, el cual está presente en mayor cantidad en esta planta. Los tallos, principalmente los más gruesos, presentan bajo valor nutritivo y debe evitarse su utilización en la alimentación animal (Porto *et al.*, 2000).

Souto *et al.* (2002a) evaluaron la utilización de heno de *Atriplex* en la alimentación de ovinos utilizando carneros de 23 kg de peso vivo y dietas variando de 33,8% a 83,7% de heno de *Atriplex*. Los autores observaron que el aumento en los niveles de *Atriplex* no afectó el consumo de materia seca y nutrientes. En el nivel más alto de *Atriplex*, el consumo de materia seca fue de 948 g/animal/día representando 793 g/animal/día de heno o 3,45% del peso vivo. La ganancia diaria de peso varió de 145 g/animal /día en el nivel de 38,3% de heno de *Atriplex*, a 69 g/día/animal en el mayor nivel de heno de *Atriplex* (Souto *et al.*, 2002b).

Las características agronómicas del *Atriplex* fueron evaluadas por Porto *et al.* (2000) quienes indican que esta planta crece bien en zonas con precipitación de 100 a 250 mm/año, resiste la salinidad, exigiendo el sodio (Na<sup>+</sup>) como elemento esencial de su nutrición. Sin embargo, las evaluaciones disponibles fueron hechas en áreas irrigadas con lámina de 800 mm de agua salina de desecho. En estas condiciones, la propagación puede ser hecha por siembra de semilla o por multiplicación vegetativa, a través del enraizamiento de porciones de las ramas (de tamaño menor de 0,5 cm) o tallos de la planta, pero en estos últimos casos hay limitantes en relación con la germinación. La producción alcanzada fluctuó entre 6 y 8 toneladas/ha/año. Los espaciamientos utilizados fueron 1 x 1 y 3 x 3 m. permitiendo un corte por año. El espaciamiento de 3 x 3 m presentó mejores resultados.

### **Algodón de seda o Ciúme [*Calotropis procera* (Ait.) R. BR.]**

El algodón de seda, también conocido en Brasil como *Ciúme*, ha despertado interés como ingrediente en la suplementación de rumiantes, especialmente debido a su alta tolerancia al déficit hídrico. Aunque el heno de esta planta presenta buena concentración de proteína y buena digestibilidad de la materia seca, el consumo por los animales es usualmente bajo. Estudiando la suplementación con esta planta y sus efectos en el peso vivo (PV) en ovinos en crecimiento, Silva *et al.* (2004) observaron un consumo de 60,21 g/kg de PV<sup>0,75</sup>, o bien, 1,90% del peso vivo. A pesar de no discutir nada acerca de señales de intoxicación, los autores sugieren que se deben realizar otros estudios para verificar los niveles que no causen diarrea.

Melo *et al.* (2001) determinaron la composición de sustancias con potencial tóxico presentes en la flor de seda y el potencial de intoxicación en machos caprinos sin raza definida de 1 a 2 años y 30 kg de peso promedio, los cuales recibieron 20, 40 y 60% de la dieta en forma de heno de flor de seda en sustitución al heno de pasto *Tifton*. Se detectaron sustancias como glicosídeos flavónicos y glicosídeos cardiotónicos, triterpenos, esteroides y polifenoles en los tallos y hojas. A pesar de ello, en 40 días de ensayo con los animales no hubo ninguna manifestación clínica de intoxicación. Sin embargo, existen informes de toxicidad por consumo de hojas frescas y del látex, ocasionando enterohepatopatía en ovejas y cabras, aunque los autores tampoco observaron efectos en las enzimas aspartato aminotransferasa (AST), demostrando ausencia de efectos hepatotóxicos y cardiotóxicos, ni en la alanina aminotransferasa (ALT) o aumento de fosfatasa alcalina. Lo anterior sugiere, por lo menos en principio, que la incorporación de hasta 60% de flor de seda en la dieta no provoca alteraciones clínicas ni enzimáticas séricas.

Estudios agronómicos de la flor de seda, realizados por Lima *et al.* (2002), sugieren que esta planta puede ser cultivada con espaciamientos de 1,0 x 0,2 m; 1,0 x 0,50 y 1,0 x 1,0 m y que tiene potencial para producir más de 1 ton de MS/corte con 150 mm de precipitación, con posibilidades de hasta 4 cortes/año. La siembra se realiza con plántulas de 3 meses y el corte a partir de los 70 días después de su establecimiento. En este trabajo, se fertilizó con 50 kg de N, 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 80 kg de K<sub>2</sub>O o 10 ton de estiércol/ha.

### **Sandía forrajera (*Citrullus lanatus* cv. *citroides*)**

Silva *et al.* (2003a) alimentaron corderos de 11,2 kg de peso vivo con niveles crecientes de sandía forrajera como material voluminoso y heno de leguminosa (guandul). El consumo de materia seca de las dietas con mayor inclusión de sandía forrajera fue de 371 g/animal /día, incluyendo un consumo promedio de 297 g/día de harina de sandía forrajera o 2,65% del peso vivo. La digestibilidad de la materia seca de la harina de sandía fue de 59% (Silva *et al.*, 2003b).

Existen otras plantas muy difundidas en la Caatinga como la *Faveleira* (*Cnidioscolus phyllacanthus*) con buen valor nutritivo, sin embargo, su potencial necesita ser estudiado desde el punto de vista agronómico para convertirse en una alternativa promisorio como suplemento para caprinos y ovinos. Otras plantas estudiadas incluyen la *Canafistula* (*Cassia excelsa* Schrad) y el *Umbuzeiro* (*Spondias tuberosa* Arruda) con bajos valores nutricionales como para ser incluidas como opciones apropiadas para la alimentación de rumiantes menores.

## Limitaciones del Uso de Algunas Plantas, Productos Tratados y Procedimientos

Ya se mencionó que algunas plantas nativas fuera de tener algunas propiedades nutricionales aceptables presentan el riesgo de intoxicar a los animales que las consumen. Muchas otras especies, productos tratados y procedimientos han sido considerados como potenciales para mejorar la alimentación de rumiantes menores, en esta sección se discutirán sus limitaciones y problemas asociados con su uso.

### Enriquecimiento de la palma forrajera (*Opuntia ficus indica* Mill.)

La palma forrajera (*Opuntia ficus indica* Mill.) se destaca por su capacidad de adaptación y alta producción de materia seca por unidad de área (Bade *et al.*, 2003). Sin embargo, este alimento es bastante deficiente en proteína cruda. En los últimos años, han surgido alternativas de procesamiento de la palma con el objetivo de lograr un enriquecimiento proteico tales como *sacharina* de palma y de la emulsión de palma forrajera enriquecida con proteína microbiana. La *sacharina* se la obtiene mediante la fermentación sólida de la palma seca mezclada con minerales y una fuente de NNP (p. ej. urea), mientras que la emulsión de palma mediante la fermentación líquida, en la cual la palma seca es mezclada con agua, minerales, una fuente de NNP y un inóculo (levadura) for 24 horas.

No obstante de haber tenido una amplia cobertura por los medios de información no especializados, no se encuentra en la literatura evaluaciones del uso de la *sacharina* de palma y de la emulsión de palma forrajera enriquecida con proteína microbiana. Se debe verificar, tomando en cuenta las observaciones de Bade *et al.* (2003), si los costos adicionales de mano de obra, energía eléctrica, levaduras y otros aditivos usados en la elaboración de estos productos, no hacen inviables las tecnologías propuestas desde el punto de vista económico, y por tanto sea más recomendable la suplementación de la palma con otros alimentos ricos en proteína (p. ej. leguminosas y tortas de oleaginosas, como la harina de algodón) o con NNP (urea).

## **Mata pasto (*Cassia* spp.) y salsa (*Ipomoea asarifolia*)**

La búsqueda de alimentos alternativos ha seguido, en ciertos momentos, rumbos poco lógicos. La presión por la forrajera milagrosa, que se desarrolla en cualquier parte, sin ningún cuidado agronómico, presentando alta producción de fitomasa y alto valor nutritivo, lleva a los productores a creer que todo lo que está verde en la época seca representa la cura para los problemas de la zona semiárida. Esta tendencia se ha intensificado con la agudización de la degradación del estrato herbáceo de la Caatinga. Los procesos de degradación han dado lugar a la paulatina desaparición de las especies forrajeras y el aumento de hierbas poco aceptables por el animal e indeseables, como es el caso del *mata pasto* (*Cassia* spp.) y de la *salsa* (*Ipomoea asarifolia*) (Araújo *et al.*, 2005). Los porcentajes de áreas degradadas en los estados del nordeste brasileño han sido estimados en 5,1% en Bahía y hasta 63,6% en Paraíba. En el estado de Ceará se estima que la degradación alcanza 52,1% (Sá *et al.*, 2004). Es en estas áreas donde sólo quedan plantas invasoras y no aceptables por el animal, con las cuales algunos productores y técnicos vislumbran una posibilidad para suplementar el rebaño, sin olvidar que después del agotamiento de estas especies sobreviene probablemente la desertificación.

En el caso de la *salsa* se ha ignorado que su consumo produce la intoxicación de pequeños rumiantes, inclusive a través de la leche de las hembras que consumen este tipo de planta. La conclusión es que este material no debe ser usado como forraje, tanto por su toxicidad como por el desequilibrio ecológico hacia la desertificación que su uso representa. En lo que se refiere al *mata pasto*, la investigación demuestra que el heno de esta planta, además de ser pobre en proteína (4% de la materia seca), promueve consumos que no son ni siquiera suficientes para el mantenimiento del animal, especialmente en caprinos. Aunque el ensilaje presenta un mayor consumo (Barros *et al.*, 1991 y 1992), no se recomienda la utilización de este recurso como fuente de alimento para los animales por la posibilidad latente de acelerar el proceso de degradación y desertificación de las áreas dominadas por esta hierba. Estas áreas como las ocupadas por la *salsa* deben pasar por un proceso de recuperación, buscando el restablecimiento de las especies naturales y del potencial forrajero del área.

## **Producción hidropónica de maíz, sorgo y mijo perla (miletto – *Pennisetum glaucum*)**

La producción de forraje a través de la hidroponía ha sido presentada como una alternativa para pequeñas propiedades donde resulta difícil producir alimento para rumiantes. La producción de maíz usando la hidroponía ganó relevancia al ser presentada en una red nacional de televisión, ya que se hablaba de transformar 1 kg de maíz en 10 kg de forraje verde de maíz. Algunos trabajos han presentado datos asociados con densidades de siembra de maíz (Amorim *et al.*, 2000) y de sustratos

(Oliveira *et al.*, 2001). Sin embargo, la pérdida elevada de materia seca durante el proceso ha coadyuvado a la inviabilidad económica de esta alternativa (Balieiro, 2000).

Isepon *et al.* (2002) evaluaron la producción de forraje hidropónico de maíz, sorgo y mijo perla conocido también como *miletho* en Brasil en diferentes densidades de siembra, usando como sustrato el bagazo de caña. Los autores observaron que, después de 19 días, la producción de materia seca y de proteína por hectárea fue mayor en el maíz, que llegó a producir 4.500 ton de MS/ha y 5,96% de proteína (Tabla 8).

**Tabla 8. Producción de materia seca y contenido de proteína cruda, fibra detergente neutro y cenizas de forraje de maíz, sorgo y mijo perla en cultivo hidropónico.**

Especie	Composición			
	Materia seca (ton/ha)	Proteína cruda (% MS)	Fibra detergente neutro (% MS)	Cenizas (% MS)
Maíz	4,15	5,96	71,97	7,69
Sorgo	3,66	3,03	86,93	8,32
Mijo perla	3,45	3,17	88,03	10,74

Fuente: Isepon *et al.* (2002).

Nota: Mijo perla (*Pennisetum glaucum*).

Balieiro *et al.* (2000) evaluaron la viabilidad económica de usar esta alternativa. Se cuantificaron los costos de diferentes sustratos (bagazo de caña, pasto elefante picado y heno de pasto Sudán), de la semilla de maíz y de la solución nutritiva. No se midieron los costos de mano de obra y agua. El forraje fue cosechado después de 16 días. Los autores encontraron que por cada kg de maíz en grano se produjo hasta 15 kg de forraje verde. Tomando en cuenta la cantidad de sustrato utilizado, se llegó a la conclusión de que hubo pérdida de materia seca por hectárea atribuida a la descomposición del sustrato en todos los tratamientos. El costo de producción está presentado en la Tabla 9. Los rangos de fluctuación en la composición de este forraje fueron de 10,9% a 13,4% en materia seca; 6,5% a 11,7% en proteína; 59,4% a 80,5% en fibra detergente neutro; y 57,9% a 65,3% en nutrientes digestibles totales.

## Consumo de Compuestos Secundarios del Forraje y Parasitismo Gastrointestinal

Los compuestos secundarios de las plantas son un grupo diverso de moléculas involucradas en la adaptación de las plantas al ambiente, pero que no son parte del metabolismo primario de crecimiento y reproducción de la célula vegetal.

**Tabla 9. Costo de producción de maíz hidropónico con diferentes sustratos y de maíz en grano.**

Sustrato	Costo de producción (R\$/kg MS)	Costo/kg de PC (R\$/kg MS)	Costo/kg de NDT (R\$/kg MS)
Sustrato pasto elefante	0,372	3,17	0,57
Sustrato heno de pasto Sudán	0,421	2,79	0,64
Sustrato bagazo de caña	0,258	4,05	0,44
Maíz en grano	0,770	3,50	0,41

Fuente: Balieiro *et al.* (2000).

Notas: PC = Proteína cruda; NDT = Nutrientes digestibles totales; MS = Materia seca; R\$ = Real Brasileño (Tasa de Cambio 1 US\$ = R\$ 1,81).

Existen más de 24.000 estructuras en este grupo, que incluye muchos compuestos con efectos anti-nutricionales y/o tóxicos para los mamíferos. Los compuestos secundarios de las plantas que se presentan en los forrajes son: alcaloides, aminoácidos no proteicos, glicosídeos cianogénicos, terpenoides volátiles, saponinas, ácidos fenólicos, taninos hidrolisables y flavonoides, incluyendo proantocianidinas (PA) e isoflavonas estrogénicas. Se cree que estos compuestos están involucrados en la defensa de la planta contra herbívoros y patógenos, regulación de simbiosis, control de germinación de semillas y/o inhibición química en la competencia entre especies de plantas (alelopatía). Por lo tanto, son una parte integrante de las interacciones de especies en comunidades de plantas y animales.

Los rumiantes en pastoreo están sujetos a ciertas enfermedades, algunas de las cuales tienen un componente nutricional. Dos de éstas son: timpanismo espumoso del rumen en bovinos e infecciones parasitarias en ovinos, cabras y bovinos jóvenes. El timpanismo es causado por la alta solubilidad de las proteínas de algunas forrajeras, especialmente leguminosas, que desarrollan una espuma estable en el rumen (Mangan, 1959). Debido a las propiedades precipitantes de la proteína, desde hace mucho tiempo se conoce que el pastoreo en leguminosas que contienen taninos condensados (TC), elimina el timpanismo (Jones *et al.*, 1973). Sin embargo, no se conoce la concentración mínima necesaria de TC para que un forraje sea seguro en relación con el timpanismo. Li *et al.* (1996) han propuesto que este valor podría ser de aproximadamente 5 g de TC/kg de MS.

Los efectos de los TC en el parasitismo pueden ser evaluados en animales que pastan leguminosas conteniendo diferentes niveles de TC pero con similar morfología y composición química. Corderos tratados con anti-helmínticos (libres de parásitos) exhibieron tasas similares de crecimiento que aquellos que apacentaron leguminosas que contenían TC (*sulla* – *Hedysarum coronarium* y *Lotus pedunculares*) o alfalfa (bajo nivel de TC). Sin embargo, corderos con parásitos crecieron mucho mejor en

leguminosas que contenían TC, indicando una mejor tolerancia a los parásitos. La carga parasitaria al sacrificio en corderos que apacentaron *Lotus pedunculares* y *sulla* fue menor que en corderos que apacentaron *sulla* (Niezen *et al.*, 1995).

Dos mecanismos podrían estar involucrados. Los TC podrían estar aumentando la oferta de aminoácidos esenciales y consecuentemente una compensación por la pérdida de proteína causada por el parasitismo, así como una estimulación del sistema inmunológico, habilitando al animal a resistir mejor la carga parasitaria. Segundo, los TC pueden reaccionar directamente con el parásito, inactivando a las larvas durante su paso a través del tracto gastrointestinal. Usando estudios *in vitro*, Molan *et al.* (2000) demostraron que los TC extraídos de la esparceta (*Onobrychis viciifolia*), *sulla*, *Lotus pedunculares* y *Lotus corniculatus* pueden inhibir la infectividad de larvas de helmintos gastrointestinales y pulmonares en ovinos, un efecto que parece estar influenciado tanto por la concentración cuanto por la estructura de los TC.

En forrajeras tropicales, los efectos anti-helmínticos difieren. Parker y Palmer (1991), suplementaron ovinos destetados con *Calliandra calothyrsus* durante una semana y no observaron reducción en la carga de helmintos adquiridos naturalmente, lo cual puede haber sido influenciado por el corto periodo experimental.

## Consideraciones Finales

Las restricciones impuestas por el medio ambiente semiárido, debido a la escasez de agua y alimento en la vegetación nativa en particular durante el periodo seco del año, hacen necesario formular estrategias apropiadas de alimentación y suplementación para mantener los rebaños del productor en condiciones que garanticen la producción y salud animal. En este contexto se requiere de una combinación de acciones que incluyan el manejo apropiado de la vegetación, cultivo de forrajeras adaptadas y uso de subproductos, identificando los nutrientes limitantes, reduciendo las posibilidades de perderlos por el mal uso y planificando su producción. La producción de nutrientes debe de preferencia ocurrir en la misma propiedad del productor tanto para reducir las dependencias de fuentes externas de alimentos como los costos de alimentación. El uso de especies forrajeras nativas perennes es recomendado. Además de su calidad y adaptación, algunas de estas forrajeras demostraron tener efectos positivos colaterales en el control de parásitos, minimizando de este modo el uso de productos antiparasitarios, costos e inducción de resistencia parasitaria a las drogas. El establecimiento de forrajes perennes demanda tiempo, por lo tanto, en el proceso de evitar la dependencia de fuentes externas de alimento, es necesario poner en práctica alternativas para suplir los nutrientes requeridos utilizando forrajeras anuales y subproductos disponibles en la región. Esta suplementación se suspenderá cuando los forrajes perennes comiencen a producir y se constituyan en la principal fuente de alimento. Afortunadamente, las

zonas tropicales y subtropicales áridas están suplidas con especies promisorias nativas y no nativas que pueden ser utilizadas para cubrir esta necesidad.

Para elegir los subproductos adecuados, ya sean estos ricos en energía o proteína, se debe tener en cuenta el tipo de nutriente requerido para la suplementación y los costos. Entre los subproductos disponibles, el agricultor puede hacer uso de NNP (p. ej. urea) que puede ser utilizada por los rumiantes para sintetizar proteína a costo bajo, en tanto se evite riesgos de intoxicación y rechazo del alimento por sobredosis. La vegetación nativa de las zonas áridas no ha sido estudiada y utilizada exhaustivamente. Los trabajos realizados por Embrapa, hasta la fecha en proceso, revelan que algunas especies como la *Manisoba* tienen notable potencial para la alimentación de rumiantes menores en los ambientes semiáridos del Brasil y posiblemente para ambientes similares en la región latinoamericana. Existen también otras especies a las que se atribuye un potencial para ser usadas como forrajeras. Muchas de estas especies derivan de estadios finales en los procesos de degradación de la tierra y su uso puede más bien exacerbar estos procesos además de ofrecer poco para la mejora de los sistemas de alimentación y causar intoxicación debido a su consumo. Las propiedades colaterales que se mencionan de algunas de estas especies en el control parasitario, parecen también extenderse a otras características funcionales de estos alimentos que pueden ser conferidas a los productos de los animales que se alimentan de la vegetación nativa, con implicaciones importantes para la salud humana.

La investigación estratégica debe continuar orientada a ofertar más opciones forrajeras para estas zonas, a revelar propiedades funcionales, enfocar los desafíos del cambio climático y también iniciar el mejoramiento genético de las especies nativas con potencial forrajero. La investigación adaptativa y participativa finalmente debe orientarse a expandir el conocimiento y las tecnologías desarrolladas en torno a sistemas mejorados de alimentación para beneficiar al usuario final que es el productor de estas zonas.

## Literatura Citada

- Agricultural and Food Research Council (AFRC). 1993. The nutrition of goats. Nutritional abstracts and review (series B). 67:11.
- Agricultural and Food Research Council (AFRC). 1998. Technical Committee on Responses to Nutrients, Report 10. The nutrition of goats. Aberdeen: Agricultural Food Research Council, 1998. 67: 11.
- Amorim, A.C., K.T. Resende, A.N. Medeiros, S.D. Ribeiro e J.A.C. Araújo. 2000. Produção de milho (*Zea mays*) para forragem através do método hidropônico. In: XXXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ). Viçosa, Minas Gerais, Brasil. SBZ. (CD-ROM)
- Amorim, S.L., R.M.T. Medeiros e F. Riet-Correa. 2005. Intoxicação experimental por *Manihot glaziovii* (Euphorbiaceae) em caprinos. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 25(3): 179-187.
- Araújo, A.O. de, C.W. Mattos, K.S. Alves, S.B. de Miranda, A.M.V. Batista e O.C. Almeida. 2004. Avaliação da composição química e degradabilidade do pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*). In: I Simposio Internacional de



- Conservação de Recursos Genéticos: Raças Nativas para o Semi-Árido (M.N. Ribeiro, K.S. Alves e G.R. de Medeiros, ed.), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, 8-11 junho 2004, UFRPE, Recife, Pernambuco, Brasil. pp. 192.
- Araújo, G.G.L. de, J.N. Moreira, C. Guimarães Filho, M. de A. Ferreira, S.H.N. Turco e L.M.C. Salviano. 2000. Consumo de dietas com níveis crescentes de feno de maniçoba, em ovinos. In: XXXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ). Viçosa, Minas Gerais, Brasil. SBZ. (CD-ROM)
- Araújo, G.G.L. de, N. de B. Cavalcanti, F.R. Dantas, A.P. Cunha, C.M.S. de Souza e R. Garziera. 2003. Valor nutritivo e o consumo de nutrientes do feno de umbuzeiro (*Spondias tuberosa arruda*) por caprinos e ovinos. In: XXXX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. SBZ. (CD-ROM)
- Araújo, G.G.L. de, E.V. Holanda JR., D.B. Dantas e F.T. Medina. 2005. As forrageiras nativas como base da sustentabilidade da pecuária do semi-árido. In: III Congresso Nordestino de Produção Animal, IX Simpósio Nordestino de Alimentação de Ruminantes, IV Simpósio Paraibano de Zootecnia, Campina Grande, Paraíba, Brasil. (CD-ROM)
- Bade, P.L., E.V. Holanda Júnior, G.G.L. Araujo, E.P. do Socorro, B.J. Paule, D.R. Menezes, S.G. de Albuquerque e A.P. Neves. 2003. Custo de produção do farelo de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill.) como fonte de energia na alimentação de ovinos e caprinos no semi-árido nordestino. In: XI Congresso Latinoamericano de Buiatria, Associação Brasileira de Buiatria (ABB), Salvador, Bahia, 2 a 5 setembro de 2003. ABB. pp. 88.
- Balheiro, G., J.J. Ferreira, A.C. Viana, M.M. Resende e J.C. Cruz. 2000. Produção de forragem hidropônica de milho com diferentes substratos. In: XXXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ). Viçosa, Minas Gerais, Brasil. SBZ. (CD-ROM)
- Barros, N.N., L.M. Salviano e J.R. Kawas. 1990. Valor nutritivo da maniçoba para caprinos e ovinos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 25(3): 387-392.
- Barros, N.N., L.C.L. Freire, E.A. Lopes, J. Kawas e W.L. Johnson. 1991. Estudo comparativo da digestibilidade de leguminosa nativa com caprinos e ovinos do “sertão” cearense. ii. digestibilidade in vivo do feno de mata-pasto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 26(8): 1215-1218.
- Barros, N.N., J. Kawas, E.A. Lopes e W.L. Johnson. 1992. Estudo comparativo da digestibilidade de leguminosa nativa com caprinos e ovinos, no semi-árido do estado do Ceará. ii digestibilidade in vivo da silagem de mata-pasto (*cassia* spp.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 27(11): 1551-1555.
- Bomfim, M.A.D., N.N. Barros, A.C.R. Cavalcante e E.R. Leite. 2005. Recentes avanços na nutrição de caprinos e ovinos. In: IX Seminário Nordestino de Pecuária PECNordeste, Fortaleza, Ceará. Brasil. PECNordeste. 34 pp.
- Carvalho, F.C. de. 2003. Sistema de produção agrossilvipastoril para a região semi-árida do Nordeste do Brasil. 2003. Tese (Doctor Scientiae). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 77 pp.
- Dantas, M.O., G.C. Sousa, e C.B.C. Sousa. 2002. Substituição parcial do farelo de soja pela uréia na alimentação de cabras e seus efeitos na produção de leite. In: 39º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), 2002, Recife, Pernambuco, Brasil. SBZ. (CD-ROM)
- Fernandez, J.M., T. Sahlu, C.D. Lu, D. Ivey and M.J. Potchoiba. 1997. Production and metabolic aspects of nonprotein nitrogen incorporation in lactation rations of dairy goats. *Small Ruminant Research* 26: 105-117.
- Isepon, O.J., A.C.M. Silva, E. Matsumoto e Z.R. Campos. 2002. Produção e composição bromatológica da forragem hidropônica de milho sorgo e milheto em diferentes densidades de semeadura. In: 39º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), 2002, Recife, Pernambuco, Brasil. SBZ. (CD-ROM)
- Jones, W.T., L.B. Anderson and M.D. Ross. 1973. Bloat in cattle, XXXIX. Detection of protein precipitants (flavolans) in legumes. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 16: 441-446.
- Leite, E. R., M.F. César e J. A. Araújo Filho. 2002. Efeitos do melhoramento da caatinga sobre os balanços protéico e energético na dieta de ovinos. *Ciência Animal* 12(1): 67-73.

- Li, Y.G., G. Tanner and P. Larkin. 1996. The DMCA-HC1 protocol and the threshold proanthocyanidin content for bloat safety in forage legumes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 70: 89-101.
- Lima, G.F. da C., E.M. Aguiar, P.D.L. da Silva e J.A. Neves. 2002. Efeito do espaçamento e da adubação sobre o estabelecimento e rendimento forrageiro da flor de seda (*Calotropis procera*). In: 39ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), 2002, Recife, Pernambuco, Brasil. SBZ. (CD-ROM)
- Mangan, J. L. 1959. Bloat in cattle, XI. The foaming properties of proteins, saponins and rumen liquor. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 2: 47-61.
- Matos, D.S. de, A. Guim, A.M.B. Vieira, O.G. Pereira e E. de L. Vieira. 2004. Caracterização nutricional de silagens de maniçoba – consumo de matéria seca e digestibilidade. In: I Simposio Internacional de Conservação de Recursos Genéticos: Raças Nativas para o Semi-Árido (M.N. Ribeiro, K.S. Alves e G.R. de Medeiros, ed.), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, 8-11 junho 2004, UFRPE, Recife, Pernambuco, Brasil. pp. 196.
- Melo, M.M., L.C. Gonçalves, e H.M. Saturnino. 2001. Estudo fitoquímico da *Calotropis procera* Ait., sua utilização na alimentação de caprinos: efeitos clínicos e bioquímicos séricos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 2(1): 15-20.
- Molan, A.L., G.C. Waghorn, B.R. Min and W.C. McNabb. 2000. The effect of condensed tannins from seven herbage on *Trichostrongylus colubriformis* larval migration *in vitro*. *Folia Parasitologica* 47: 39-44.
- Morand-Fehr, P. and D. Sauvant. 1980. Composition and yield of dairy goat milk affected by nutritional manipulation. *Journal of Dairy Science* 63: 1671-1680.
- National Research Council (NRC). 1981. Nutrient requirements of goats, angora, dairy and meat goats in temperate and tropical countries. Washington, D.C: National Academic Press.
- National Research Council (NRC). 1985. Nutrient requirement of sheep, 6th rev. ed. Washington, DC: National Academic Press.
- National Research Council (NRC). 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7. rev. ed. Washington, D.C.: 2001. 381 pp.
- Niezen, J. H., T.S. Waghorn, W.A.G. Charleston and G.C. Waghorn. 1995. Growth and gastrointestinal parasitism in lambs grazing either lucerne or sulla which contains condensed tannins. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 125: 281-289.
- Oliveira, A.L., O.J. Isepon e S. Buzetti. 2001. Produção de milho pelo sistema de hidroponia. In: XXXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira e Zootecnia (SBZ). Piracicaba, São Paulo, Brasil. SBZ. (CD-ROM)
- Parker, R.J. and B. Palmer. 1991. Lack of anthelmintic of *Calliandra calothyrsus* in sheep. *Australian Veterinary Journal* 68: 309.
- Pereira, V.L.A., V.M. da Silva, A.M.V. Batista e A.A. Barbosa. 2004. Valor nutritivo e consumo voluntário de forrageiras nativas da região semi-árida de pernambuco. IX. Canafistula (*Cassia excelsa* Schrad). In: I Simposio Internacional de Conservação de Recursos Genéticos: Raças Nativas para o Semi-Árido (M.N. Ribeiro, K.S. Alves e G.R. de Medeiros, ed.), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, 8-11 junho 2004, UFRPE, Recife, Pernambuco, Brasil. pp. 197.
- Porto, E.R., M.T.D. Dutra, M.C.C. Amorim e G.G.L. Araújo. 2000. Uso da erva-sal (*Atriplex nummularia*) como forrageira irrigada com água salina. Circular Técnica, 53, Embrapa Semi-Árido, Petrolina, Pernambuco, Brasil. 17 pp.
- Ribeiro, S.D. de A. 1997. Caprinocultura: criação racional de caprinos. Bobel, São Paulo, Brasil. 318 pp.
- Sá, I.B., G.R. Riché e G.A. Fotius. 2004. As paisagens e o processo de degradação do semi-árido nordestino. In: Biodiversidade da Caatinga: Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação. Ministério do Meio Ambiente (MMA)-Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Brasília, DF., Brasil. pp. 17-36.

- Santos, L.E. 1984. Efeito de níveis crescentes de uréia na alimentação de caprinos leiteiros. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Piracicaba, Sao Paulo, Brasil. 70 pp.
- Silva, R.L.N.V. da, E.P. do Socorro, G.G.L. de Araújo, N.M. Rodriguez e B.J.A. Paule. 2003a. Consumo de nutrientes de dietas contendo diferentes níveis de farelo de melancia forrageira (*Citrullus lanatus* cv. Citroides), em ovinos. In: XXXX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. SBZ. (CD-ROM)
- Silva, R.L.N.V. da, E.P. do Socorro, G.G.L. de Araújo, N.M. Rodriguez, B.J.A. Paule e P.L. Bade. 2003b. Uso do farelo de melancia forrageira (*Citrullus lanatus* cv. Citroides) e do feno de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh cv. D1 type), em dietas para ovinos: digestibilidade de nutrientes. In: XXXX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. SBZ. (CD-ROM)
- Silva, V.M. da, V.L.A. Pereira e A.A. Barbosa. 2004. Valor nutritivo e consumo voluntário de forrageiras nativas da região semi-árida de pernambuco. X. Algodão de seda (*Calotropis procera* (Ait.) R. BR.). In: I Simposio Internacional de Conservação de Recursos Genéticos: Raças Nativas para o Semi-Árido (M.N. Ribeiro, K.S. Alves e G.R. de Medeiros, ed.), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, 8-11 junho 2004, UFRPE, Recife, Pernambuco, Brasil. pp. 198.
- Singhal, K.K. and V.D. Mudgal. 1980. Comparative study of urea and biuret feeding on nutrient utilization and milk production in goats. *Indian Journal of Animal Science* 33: 161.
- Soares, J.G.G. e L.M.C. Salviano. 2000. Cultivo da maniçoba para produção de forragem no semi-árido brasileiro. Instruções Técnicas da Embrapa Semi-Árido, 33, Embrapa- Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Petrolina, Pernambuco, Brasil. 5 pp.
- Sousa, W.H. de, M. das G.G. Cunha, J.L.F. Ramos, O.T. Vinagre e M.C. Pontes. 2002. Características de carcaça de cabritos mestiços terminados em confinamento. In: 39º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), 2002, Recife, Pernambuco, Brasil. SBZ. (CD-ROM)
- Souto, J.C.R., G.G.L. de Araújo, J.N. Moreira, C. Guimarães Filho, S.H.N. Turco, R.G. da Costa e A.N. de Medeiros. 2002a. Consumo e conversão alimentar de dietas com feno de erva sal (*Atriplex nummularia* Lindl.), para ovinos em confinamento. In: 39º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), 2002, Recife, Pernambuco, Brasil. SBZ. (CD-ROM)
- Souto, J.C.R., G.G.L. de Araújo, D.S. da Silva, E.R. Porto, C.A.O. Vasconcelos, A.N. Medeiros e R.G. Costa. 2002b. Desempenho de ovinos alimentados com feno de erva sal (*Atriplex nummularia* Lindl.), no semi-árido nordestino. In: 39º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), 2002, Recife, Pernambuco, Brasil. SBZ. (CD-ROM)
- Valadares Filho, S.C., V.R. Rocha Jr. e E.R. Cappelle. 2001. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 297 pp.
- Vieira, E. de L., A.M. de A. Silva, R.M.N. da Silva, J.M. Pereira Filho, J.R.S. dos Santos, A.B. de Lima. 2002. Tratamento do feno de malva branca (*Sisa cordifolia*) e flor de seda (*Calotropis procera*) submetidos a amonização e tratamento alcalino. In: 39º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), 2002, Recife, Pernambuco, Brasil. SBZ. (CD-ROM)

# Capítulo 19

## Sistemas de Alimentación de Caprinos en las Zonas Áridas y Semiáridas de México y Aspectos Importantes Asociados con su Problemática

Juan Manuel Pinos-Rodríguez

*Instituto de Investigación de Zonas Desérticas,*

*Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México*

### Introducción

La producción de rumiantes menores en las zonas áridas y semiáridas de México involucra un número considerable de productores con altos índices de pobreza y marginación. Estas condiciones derivan de inversiones insuficientes en el desarrollo y la investigación, y de falta de políticas que permitan consolidar acciones de transferencia tecnológica en gran escala. Esta realidad contrasta con una demanda creciente por productos de rumiantes menores, insatisfecha por la oferta. Con sistemas de alimentación deficitarios para cubrir las demandas nutricionales de los animales, con alta dependencia del pastoreo de la pradera nativa cuya productividad está afectada por el sobrepastoreo, la eficiencia de producción y rentabilidad son bajas (González y Pinos, 2001).

En este capítulo se describirán las características generales del sistema de alimentación de rumiantes menores en las zonas semiáridas de México y las variaciones estacionales en la oferta y demanda de nutrientes. Si bien la producción de rumiantes menores de México involucra sistemas de producción ovina y caprina, este capítulo enfatiza la producción caprina y los aspectos relacionados con los nutrientes requeridos por esta especie. No obstante de ello, se asume que la información ofrecida será también de utilidad a los sistemas de producción ovina por cuanto estos adolecen de una problemática nutricional y productiva que es similar a la de los caprinos.

### Sistemas de Alimentación de Caprinos en México

Las zonas áridas y semiáridas de México, caracterizadas por Hernández (1957) por ocupar lugares montañosos, quebrados y pedregosos, con dominancia de vegetación arbustiva, constituyen las principales áreas de distribución del ganado caprino del país. La precipitación pluvial anual varía entre 50 y 600 mm, determinando una condición de escasez hídrica que impacta de manera negativa en la productividad agrícola y ganadera. No obstante, estas zonas cuentan con una notable diversidad de vegetación nativa, incluyendo al menos 122 familias (con preponderancia de *Compositae*,

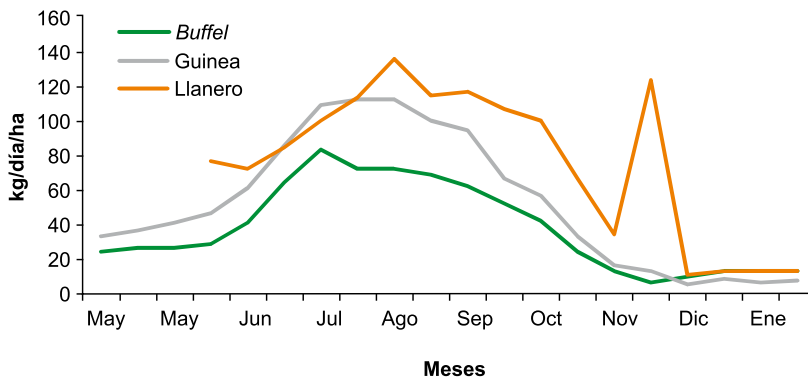
*Leguminosae*, *Gramineae*, *Cactaceae* y *Liliaceae*), aproximadamente 600 géneros y más de 2.200 especies vegetales.

La cría de caprinos en estas zonas es una actividad económica principal para una mayoría de los productores ganaderos por contribuir a una proporción importante (aproximadamente 50%) de sus ingresos. Los sistemas caprinos tienen dos orientaciones principales: la producción de carne, con preponderancia extensiva y gran dependencia de la pradera nativa; y la producción de leche, en algunos casos involucrando sistemas semiextensivos un tanto más intensificados (p. ej. en la Comarca Lagunera, estado de Sinaloa) aunque aún dependientes de la pradera nativa. El pastoreo de la pradera nativa ocurre en áreas comunales sin que el acceso de los rebaños sea regulado lo cual ha conllevado el sobrepastoreo, una condición crónica que afecta la productividad y la integridad de una mayor parte de los ecosistemas de pastoreo. Esta condición es exacerbada en el periodo seco, cuando se registra disponibilidad marginal de agua y de alimentos. En este periodo los pastores deben movilizar sus rebaños en busca de forraje a través de recorridos más largos que en otras estaciones del año. Además, para compensar los déficits nutricionales, los productores deben complementar la alimentación con residuos agrícolas y vegetación tipo del ácido crasuláceo (CAM), por ejemplo nopal (*Opuntia* spp.) y agaves (*Agave* spp.), y otras plantas tolerantes a la sequía como los mezquites (*Prosopis* spp.). De manera ocasional se usan suplementos alimenticios comerciales, en particular en sistemas que han logrado una intensificación debido a su integración con el mercado. Los complementos comerciales que se elaboran por la industria utilizando sorgo, maíz, salvado de trigo, melaza, pastas de oleaginosas y minerales, y que se comercializan en las grandes ciudades de la región, contienen entre 14 y 16% de proteína cruda (PC) (López, 2006).

El manejo reproductivo de los rebaños caprinos no sigue épocas definidas de empadre, pero es común que esta actividad tenga lugar entre junio y julio, determinando así que el nacimiento de las crías ocurra en la época más fría del año (noviembre a diciembre). Este manejo ligado a los déficits nutricionales de la época seca y el desgaste físico impuesto por largos recorridos durante el pastoreo, impactan negativamente la producción de los rebaños dando lugar a menores pesos vivos y condiciones corporales, e infertilidad, además de incrementar los riegos productivos (p. ej. mortandad de crías y abortos) y por tanto la incertidumbre entre los productores.

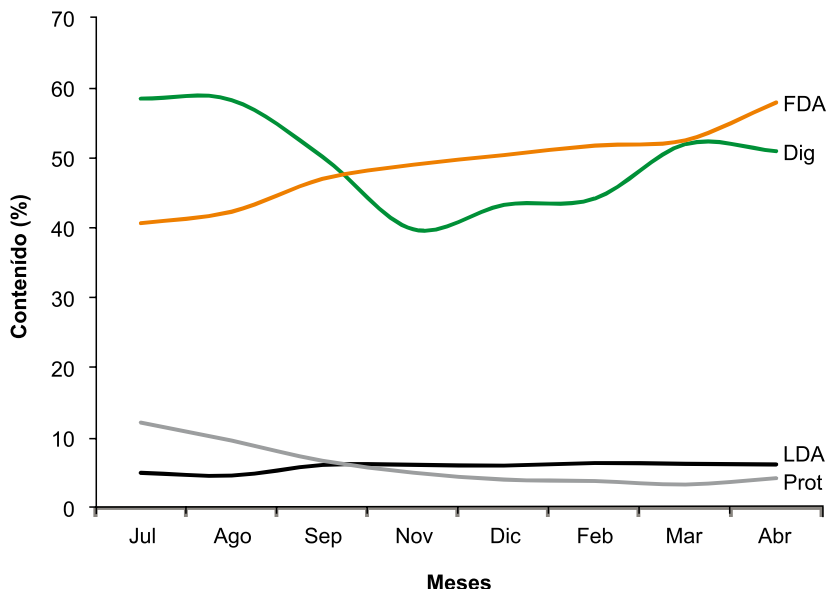
## Oferta y Demanda de Nutrientes

Las variaciones estacionales propias de los ecosistemas áridos y semiáridos donde desarrolla la cría de caprinos en México, determinan períodos definidos de abundancia y escasez de alimentos. Las Figuras 1 y 2, muestran las variaciones estacionales en el crecimiento y consecuente rendimiento y calidad de forraje que caracterizan a la mayoría de las forrajeras nativas y cultivadas.



**Figura 1. Tasa de crecimiento en tres pastos tropicales, Yucatán, México.**

Fuente: Zaragoza-Ramírez (2001).



**Figura 2. Cambios estacionales en digestibilidad (Dig), fibra detergente ácido (FDA), lignina detergente ácido (LDA) y proteína cruda (Prot) en pastos nativos.**

Fuente: Zaragoza-Ramírez (2001).

El periodo seco dura entre 7 a 8 meses (desde noviembre hasta mayo) con grandes variaciones en el régimen pluviométrico y de temperatura. En este periodo la limitada disponibilidad de alimento de calidad llega a ser un problema crítico para los sistemas de producción caprinos y sus productores. La disponibilidad de nitrógeno digestible en las plantas forrajeras del agostadero (denominación genérica con la que se conoce la pradera nativa en México) también disminuye durante la época seca,

determinando que la concentración de este nutriente en la ración diaria consumida por los animales en pastoreo sea inferior a sus requerimientos (Cole y Ronning, 1974). La baja concentración de nitrógeno en el rumen puede disminuir el consumo, la digestibilidad y la síntesis de proteína microbiana, por lo que es necesario suplementar al ganado con alimentos adicionales.

## Características Digestivas y de Comportamiento de las Cabras

Las cabras poseen características que les permiten sobrevivir en medios adversos o poco recomendables para otros rumiantes. Son capaces de adaptar su ingesta a variaciones en la composición de la vegetación de los agostaderos, sin poner en gran riesgo la satisfacción de sus necesidades nutricionales, y cuentan con alta capacidad para seleccionar sus alimentos, rechazando aquellos que son fibrosos y de baja digestibilidad. Algunas modificaciones del sistema digestivo de las cabras también les permiten utilizar alimentos que otros rumiantes no podrían utilizar. Por ejemplo, la gran capacidad de masticación y de movilidad de su labio superior les permite ingerir y digerir una amplia variedad de plantas (Catán *et al.*, 1999; Hart, 2006). Luevano (1990), encontró que en el altiplano potosino la dieta de las cabras en pastoreo de agostaderos comunales estuvo constituida por 36 plantas distintas, de las cuales casi 50% eran arbustivas (principalmente *Atriplex canescens* y *Dalea bicolor*), 30% herbáceas (principalmente *Acalypha* spp., *Solanum elaeagnifolium* y *Sphaeralcea angustifolia*), 13% gramíneas (principalmente *Bouteloua gracilis*, *Lycurus phleoides* y *Muhlenbergia* sp.) y menos de 2% cactáceas (principalmente *Opuntia* spp.). Para elegir las plantas que consumen, las cabras usan los sentidos del tacto, gusto y olfato, prefiriendo primero las plantas leguminosas, luego gramíneas y por último epífitas. Las variaciones en la composición florística en las diferentes estaciones del año condicionan que la composición de la dieta de las cabras varíe de manera concomitante (Catán *et al.*, 1999).

Luego de consumir el material vegetal las cabras lo regurgitan, para masticarlo minuciosamente y redegutirlo para una ulterior degradación por los microorganismos del rumen. Este proceso, que con preferencia ocurre en lugares tranquilos durante el día o la noche, puede durar varios días, hasta que las partículas sean lo suficientemente pequeñas para seguir avanzando por el tubo digestivo. De acuerdo con el tipo de alimento consumido, se desarrollan diferentes tipos de microorganismos que participan en la rumia y degradación. Por tanto, es importante que la oferta de un nuevo alimento, sea gradual, durante al menos 8 días, para lograr una adecuada adaptación de los microorganismos del rumen, evitando problemas digestivos.

En las zonas áridas de México, las cabras en pastoreo pueden recorrer hasta 9,6 km/día durante un periodo tan prolongado como 11 h. Se estima que 12% del tiempo

de pastoreo es utilizado en el traslado y movilización hacia los puntos de pastoreo y el tiempo remanente en la ingesta y el descanso (Mayen, 1989).

## Nutrientes

Las necesidades de nutrientes difieren de acuerdo con el estado fisiológico de las cabras (mantenimiento, crecimiento, engorde, inicio o final de la gestación y lactancia). En orden de prelación el primer nutriente indispensable es el oxígeno, luego el agua, los nutrientes energéticos, los nutrientes nitrogenados (proteína y compuestos nitrogenados no proteínicos), los minerales (macro elementos y elementos traza) y por último las vitaminas (en particular A, D y E). Las hembras utilizan los nutrientes de una manera preferencial; primero para mantener su metabolismo basal y funciones vitales, luego para crecimiento, gestación y lactancia, y finalmente para reproducirse. Por ello, cualquier deficiencia en el balance de nutrientes del animal afectará de manera importante su desarrollo, eficiencia de producción y sobrevivencia (Pinos y Sánchez, 2001).

## Agua

Por su tolerancia a la deshidratación y menor susceptibilidad a la alcalosis respiratoria, la tasa de producción de calor metabólico en las cabras es menor que en bovinos (Arbiza, 1986). Gracias a estas características fisiológicas las cabras, en comparación con los ovinos y bovinos, exhiben una mejor adaptación a altas temperaturas y a periodos con consumos reducidos de agua. Las cabras producen diariamente casi 70% más saliva que las ovejas, lo cual les permite tener mayor capacidad para consumir alimentos secos (Wilkinson y Stark, 1987). Una cabra puede beber de 4-18 L de agua por día, dependiendo, entre otros factores, de las condiciones del clima, del tipo de alimento y de su estado fisiológico. Durante la lactancia una cabra necesita alrededor de 2 L de agua por cada L de leche producida; por lo tanto, la producción de leche es afectada si los animales no beben la cantidad necesaria de agua incrementándose los riesgos de producción. La ingestión de forraje verde y fresco puede proporcionar diariamente cantidades importantes de agua, incluso llenar los requerimientos diarios de agua de las cabras. Cuando las fuentes de agua para beber involucran aguas saladas, la necesidad de agua incrementa para eliminar el exceso de minerales del organismo. Las cabras pueden tolerar hasta el 1.5% de sales solubles totales en el agua (Squires, 1988).

## Carbohidratos y energía

Los carbohidratos estructurales (fibra), de reserva (almidones) y simples son degradados y transformados por los microorganismos del rumen, en su mayoría en



ácidos grasos volátiles, cubriendo así entre al 70 y 80% de las necesidades de energía total del animal (Mowlen, 1996). Las grasas contienen más energía que los granos, y estos últimos (que son fuente principal de almidón) más energía que los forrajes (fibra). A su vez, los forrajes tiernos contienen mayor energía que los maduros, mientras que los esquilmos agrícolas menor energía disponible que el follaje de los árboles y arbustos. También el grano de maíz contiene más energía que el grano de sorgo, una diferencia que causa que el maíz tenga en comparación un precio mayor que el sorgo. Los granos de maíz, sorgo, avena, cebada y trigo son excelentes fuentes de energía para las cabras. Los carbohidratos simples como los contenidos en la melaza, también aportan cantidades importantes de energía, aunque son más eficientes por sus propiedades físicas, ya que aglutinan los polvos y aumentan la palatabilidad y consumo de los alimentos. También los carbohidratos contenidos en los forrajes aportan energía, por ejemplo los carbohidratos de las gramíneas forrajeras (pastos en general y planta de maíz), las leguminosas forrajeras (alfalfa, y algunos árboles y arbustos) y las forrajeras CAM (nopal y maguey). Estos forrajes pueden ser ofrecidos frescos, ensilados y secos en forma de heno; de ellos, los más utilizados son la alfalfa y el maíz aunque sus requerimientos hídricos son altos, lo cual limita su uso en las zonas áridas y semiáridas donde prevalece la cría de caprinos debido a la escasez de agua. En estas zonas el maguey, el nopal, y el follaje de los árboles y arbustos resultan ser recursos forrajeros de mayor valía, tanto por su aporte nutricional como por su eficiencia en productividad de agua.

La partición de la energía total (ET) en los animales incluye la energía digestible (ED), energía metabolizable (EM), y energía neta, subdividida en energía para mantenimiento ( $EN_m$ ), ganancia ( $EN_g$ ), lactancia ( $EN_l$ ), y producción de lana o pelo ( $EN_{lana/pelo}$ ). En rumiantes el término energético más utilizado es EM, cuyas unidades se expresan tanto en Megacalorías (Mcal) como en Megajulios (MJ). Un término utilizado en algunos países para expresar los valores de energía en porcentaje, en lugar de calorías, es el de nutrientes digestibles totales (NDT), que se obtiene sumando los valores de proteína cruda digerible, carbohidratos digeribles (extracto libre de nitrógeno y fibra cruda), y  $2.25 \times$  grasa total (cruda) digerible (Church, 1988).

## Proteínas

La proteína contenida en los alimentos que consumen las cabras puede ser utilizada de diferentes formas de acuerdo a su tipo. El primer tipo corresponde a la proteína que es degradada en el rumen, llamada proteína degradable en el rumen o fracción A; esta proteína es abundante en la alfalfa, los henos, el follaje de arbustos y las harinas vegetales como las tortas de soya y canola. El segundo tipo incluye la proteína que sobrepasa la digestión del rumen y es aprovechada en el intestino delgado; esta proteína, conocida como proteína no degradable en rumen, o fracción B, se encuentra en mayor proporción en las harinas de origen animal y en algunas harinas

vegetales como el gluten de maíz. El último tipo de proteína conocida como proteína indigestible o fracción C, no es aprovechada ni en el rumen ni en el intestino delgado y es eliminada en las heces; esta proteína prevalece en forrajes fibrosos y en algunos subproductos no procesados como las harinas de pluma, de pelo y de pezuñas (Sniffen *et al.*, 1992).

El concepto de proteína metabolizable (PM), definida como la proteína disponible para el metabolismo del rumiante después de la digestión y absorción del alimento en el tubo digestivo, es un término que ha adquirido relevancia en la alimentación de rumiantes. La PM es la suma de la proteína microbiana digerible generada en el rumen a partir de proteínas, aminoácidos o nitrógeno no proteico (NNP) provenientes de la ración y de la proteína de la ración digestible en intestino que no se degradó en el rumen (AFRC, 1993). Para la generación de proteína microbiana es necesario que exista nitrógeno y péptidos disponibles, carbohidratos de fácil fermentación y condiciones estables de pH. Por ejemplo, la PM en las cabras puede ser incrementada con la combinación adecuada de residuos de cosecha (con alto contenido de fibra para estabilizar el pH ruminal), follaje de leguminosas arbóreas y arbustivas (con altos contenidos de nitrógeno y péptidos) y granos o cereales (ricos en carbohidratos fermentables).

Los principales ingredientes ricos en proteína utilizados en la suplementación de rumiantes son subproductos de la industria de extracción de aceites vegetales. Los subproductos más conocidos incluyen la pasta de soya (con 44 a 48% de PC), la pasta de canola (con 42% de PC) y la pasta de algodón o harinolina (con 40% de PC). Otros ingredientes proteicos incluyen gluten de maíz (subproducto de la extracción del almidón y tegumentos del maíz con 65% de PC); grano seco de destilería (subproducto derivado de la extracción del almidón de maíz para la elaboración industrial de alcohol con 30% de PC); harinas de origen animal (por ejemplo de carne, sangre y, carne y hueso, conteniendo entre 40 y 70% de PC, aunque su uso en la alimentación animal se redujo en los últimos años); y harina de pescado (altamente digestible en el intestino delgado, con 70% de PC). Otro grupo importante de ingredientes alimenticios es el de los ingredientes nitrógeno no proteicos (NNP). Los ingredientes de este grupo no aportan proteína pero sí nitrógeno para la síntesis de proteína microbiana. En este grupo se cuentan la urea, y el sulfato y cloruro de amonio.

Las cabras en pastoreo extensivo, en particular en épocas de estiaje severo, pueden experimentar una deficiencia de nutrientes nitrogenados en el rumen, la cual se manifiesta en un menor consumo y reducción en el porcentaje de digestibilidad (cantidad de alimento absorbido en el tubo digestivo en relación con alimento consumido), y en una productividad disminuida. Por el contrario, el exceso de fuentes de proteína o de NNP, pueden causar toxicidad, e incluso la muerte del animal. El NNP es degradado en forma completa en el rumen para formar  $N-NH_3$  y proteína microbiana. El exceso de  $N-NH_3$  es absorbido a través de la pared ruminal y transportado al hígado donde se

usa para sintetizar urea. Una fracción de la urea producida en el hígado es excretada en la orina y la otra fracción regresa al rumen vía saliva. La principal función del NNP en el rumen es generar proteína microbiana, cuya calidad nutricional, por lo general, es más elevada que la de la mayoría de los ingredientes que consumen los rumiantes, en especial aquellos alimentados con pastos nativos y forrajes (Ørskov, 1992).

## **Minerales y vitaminas**

Los minerales intervienen en muchos procesos del metabolismo de la cabra. Ellos se clasifican en macrominerales que incluyen el calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio y azufre, y en microminerales que incluyen el hierro, cobre, cobalto, zinc, manganeso, selenio y yodo. Todos son esenciales y la deficiencia en alguno de ellos determina problemas de salud y/o baja productividad. Las cabras que pastan en matorrales tienen la capacidad de seleccionar una gran variedad de especies con diferentes contenidos en macro y microminerales, lo cual permite una adecuada regulación del metabolismo mineral. Por esta razón no es común encontrar deficiencias minerales en cabras en pastoreo pero sí en cabras estabuladas (Mowlen, 1996).

Dos de los macrominerales de importancia, sin que esto implique que otros macrominerales no lo sean, son el fósforo y el azufre. La roca fosfórica, el ortofosfato y el ácido fosfórico son los ingredientes minerales más utilizados como fuentes de fósforo. El azufre es constituyente importante de los aminoácidos azufrados como la metionina, la cual es de suma importancia para los rumiantes en particular en animales productores de lana o fibra. Las fuentes ricas en azufre son el sulfato de potasio, el sulfato de zinc y el sulfato de amonio.

Aunque todos los microminerales tienen funciones primordiales, en el caso de las cabras el zinc y el selenio siempre deben ser tomados en cuenta de manera especial. El zinc es parte importante de muchas membranas protectoras del cuerpo, como por ejemplo, del tapón de la teta que se forma después del ordeño. El selenio, junto con la vitamina E, forman uno de los complejos antioxidantes más importantes del cuerpo.

Las vitaminas se clasifican en hidrosolubles (que incluyen las vitaminas del complejo B y la vitamina C) y liposolubles (que incluyen las vitaminas A, D, E y K). En condiciones normales, las cabras no necesitan ser suplementadas o inyectadas con vitaminas del complejo B, a menos que el animal exhiba anemia o una deficiencia notable asociada con una vitamina en particular. Esto se debe a que la mayoría de las vitaminas hidrosolubles son sintetizadas por los microorganismos del rumen de la cabra en cantidades suficientes como para cubrir los requerimientos de mantenimiento y producción. Por el contrario, la suplementación vitamínica asociada con el grupo de vitaminas liposolubles, principalmente A, D y E, es necesaria. Los forrajes verdes y suculentos, en general son ricos en este grupo de vitaminas; sin embargo, en la

época de estiaje, la vegetación seca pierde muchas de estas vitaminas determinando la necesidad de una suplementación adecuada.

## Necesidades de Energía y Nitrógeno

Para cabras en crecimiento con un promedio de peso vivo de 20 kg y con una ganancia diaria de peso de 100 g, se ha calculado un consumo diario de materia seca (MS) de 1,1 kg y de 9,5 MJ de EM, mientras que para cabras adultas de 40 kg con ganancias diarias de peso de 100 g, el consumo diario calculado de MS es de 1,4 kg y de 11,5 MJ de EM (Wilkinson y Stark, 1987), o en su caso, un consumo de MS de 4 a 8% del peso de la cabra y un mínimo de 1,3 MJ/kg de peso vivo (Arbiza, 1986).

Los requerimientos mínimos de los microorganismos del rumen, en cuanto a nitrógeno son de 1,4%, es decir, 8,7% en su equivalente de proteínas (De Alba, 1971). La deficiencia en el consumo de proteínas tiene efectos negativos en cualquier etapa fisiológica de las cabras siendo crítica en la preñez puesto que puede comprometer la continuidad de la gestación, el peso de las crías al nacimiento y su sobrevivencia (Arbiza, 1986). La relación o sincronización entre la concentración de nitrógeno y energía disponible en el rumen es importante, ya que si se cuenta con una fuente de energía suficiente y se provee de NNP, los microorganismos ruminales aprovecharán los alimentos con mayor eficiencia para transformarlos en proteína microbiana (Ørskov, 1992). Los requerimientos de proteína y energía en cabras dependen de las características propias del animal y del ambiente. La Tabla 1 presenta los requerimientos para cabras en diferente condición fisiológica y de edad, en pastoreo.

Las cabras en pastoreo con recorridos cortos necesitan 25% de energía adicional y con recorridos demasiado largos 50% de energía adicional, que las cabras en estabulación (Wilkinson y Stark, 1987).

**Tabla 1. Requerimientos diarios de proteína y energía para cabras en pastoreo en zonas semiáridas.**

Condición fisiológica	NDT (g)	EM (Mcal)	EN (Mcal)	PT (g)	PD (g)
Cabras predestete, 10 kg	339	1,22	0,68	47	33
Cabras posdestete, 20 kg	500	1,80	1,01	69	48
Primíparas en lactación, 30 kg	989	3,56	2,00	160	113
Múltiparas en lactación, 40 kg	1.018	3,67	2,06	165	115

Fuente: NRC (1981).

Notas: NDT = nutrientes digestibles totales; EM = energía metabolizable; EN = energía neta; PT = proteínas totales; PD = proteína digestible.

La utilización efectiva del nitrógeno de la dieta depende de la fuente que lo provea. Una dieta con nitrógeno de proteína verdadera (PV) es más conveniente que aquella con sólo NNP, y la combinación de NNP y PV ofrece resultados intermedios (Maynard *et al.*, 1981). Si la ración está compuesta de forrajes de baja digestibilidad, la capacidad de aprovechar el nitrógeno presente por las bacterias ruminales es pobre. Si al forraje de mala calidad se le adiciona una fuente de NNP, el potencial de fermentación y el contenido de nitrógeno en el rumen se elevan (Ørskov, 1992).

La urea es una de las fuentes más económicas de nitrógeno. Es un compuesto de alta solubilidad cuya utilización por el animal requiere de energía adicional, por esa razón cuando se usa urea como fuente de NNP es necesario adicionar energía disponible en forma de carbohidratos de fermentación rápida, como los contenidos en la melaza y los almidones. La cantidad recomendada es de 1 kg almidón/100 g de urea. La urea aumenta la producción microbiana de aminoácidos, la digestibilidad de los alimentos y, por consiguiente, el consumo (Ørskov, 1992); sin embargo, si no es usada correctamente puede provocar toxicidad y la muerte. Por ejemplo, si la concentración de amoniaco en el rumen supera cantidades de 30 a 80 mg/100 ml de fluido ruminal, las bacterias no pueden aprovechar este compuesto con eficiencia, el cual se incorpora en niveles tóxicos en la sangre causando intoxicaciones serias o la muerte del animal. La urea es adecuada cuando cubre entre 20 y 30% del total de proteína requerida, siempre y cuando el porcentaje de proteína de la dieta no sea mayor de 12% o 13% (NAS, 1976). En la práctica se recomienda que en cabras lecheras el consumo de urea no sea mayor de 1% del total de la materia seca ingerida (Maynard *et al.*, 1981). Una cabra que consume 1 kg de alimento concentrado/día, y éste a su vez contiene 1% de urea, estará consumiendo 10 g de urea/día sin problemas de intoxicación. Para evitar intoxicaciones por el uso de urea debe practicarse un acostumbamiento gradual a la misma durante por lo menos una semana.

La adición de urea a raciones de forrajes voluminosos y toscos aumenta el consumo voluntario, debido a que este compuesto mejora la digestibilidad y reduce el tiempo de retención del forraje en el retículo y rumen. El efecto combinado de tales cambios incrementa la velocidad de paso, la cual está cuantitativamente relacionada con el incremento del consumo. En resumen, la adición de urea estimula la multiplicación de las bacterias celulolíticas y, con ello, el aprovechamiento de los forrajes toscos, como los rastrojos. Sin embargo, hay que tener en cuenta la tasa de N suministrado con la dieta. Cuando el aporte de N en la ración es suficiente, la adición de urea resulta antieconómica puesto que el NNP administrado por encima de las necesidades no se aprovecha convenientemente y, por añadidura, el organismo tiene que gastar energía para desechar el exceso de N (NRC, 1985).

## Consideraciones en Relación con las Razas Caprinas

La adaptación a condiciones de cría y pastoreo en agostaderos es determinante para la producción, en particular debido a las características peculiares de los agostaderos mexicanos en cuanto a su alta variación en la oferta de alimentos, causada por cambios estacionales y dominancia de especies espinosas que deben ser consumidas. La experiencia ha demostrado que la productividad de razas exóticas mejoradas, por ejemplo la cabra *Saanen* o Anglo-Nubia, en particular en relación con la fertilidad, sobrevivencia de crías y producción de leche, es severamente afectada en condiciones de pastoreo extensivo. Por esta razón la introducción indiscriminada de estas razas sin prescribir un manejo adecuado ha causado riesgos y frustraciones al productor. Por ejemplo, en un matorral desértico del norte de México, las cabras criollas tipo Granadina consumieron mayor cantidad de plantas arbustivas que las cabras Anglo-Nubia, posiblemente como resultado de su mejor adaptación (Mellado *et al.*, 2004). Se ha evaluado también que la habilidad para consumir vegetación con resinas o compuestos indeseables en cabras es heredable ( $h^2 = 0,28$ ; Taylor, 2004). Estos hallazgos y otros sugieren que en condiciones de pastoreo de la vegetación nativa en las zonas áridas y semiáridas del país, las cabras criollas pueden tener mejor adaptación y capacidad de consumo que cabras de razas puras europeas seleccionadas y especializadas.

## Alimentación de Caprinos

En los sistemas extensivos de pastoreo en México, los cabritos permanecen con sus madres por los menos dos días, tiempo suficiente para ingerir el calostro necesario y para que también la madre los identifique. Después de este tiempo, los cabritos son separados de la madre durante el día, mientras la madre pasta. Por la tarde, al regresar del pastoreo, el cabrito y la madre se juntan de nuevo para que éste consuma leche durante la tarde restante y noche, hasta la mañana siguiente. En el norte de México es común que los cabritos sean atados en una estaca, facilitando el reencuentro de las cabras con sus crías al retornar del pastoreo. Este sistema conocido como de *estacado* ofrece buenos porcentajes de destete, por la menor confusión para el encuentro madre-cabrito y la facilidad para detectar cabritos huérfanos.

Los cabritos se venden en México cuando pesan entre 8 y 10 kg, en teoría sin haber probado o consumido forraje, aunque eso no siempre sucede. Las hembras continúan con la madre y se destetan más tarde, dependiendo de la abundancia de pastos. Las madres que producen más leche que la requerida por la cría, son ordeñadas durante no más de 60 días después del parto, pero ello dependerá también de la disponibilidad de alimentos. Las cabritas, cuando pesan alrededor de 32 kg y/o 9 meses de edad, pueden ser empadradas, siempre y cuando el empadre coincida con la fecha en que se acostumbra realizarlo.

Poco antes del empadre, el semental necesita alimentarse a voluntad con agua y henos de calidad complementados con 0,5 kg de granos o concentrados/día, cantidad que puede ser aumentada gradualmente de acuerdo con las posibilidades del productor.

El labio superior de la cabra es musculoso lo que le ayuda a consumir el follaje de los arbustos espinosos. En sistemas de pastoreo con follaje disponible, la oferta de proteína es adecuada (10-20%); sin embargo, la cantidad y calidad de la dieta varía mucho y depende de la diversidad y abundancia de las especies que se encuentren en el agostadero así como del grado de degradación de este último. En el norte de México se encontró que cabras criollas pastoreando agostaderos con vegetación arbórea predominante obtenían una dieta con una composición que excedía a los requerimientos de proteína, aunque la productividad y fertilidad eran bajas (Ramírez, 1992). En este caso varios factores pudieron influir en los bajos rendimientos, por ejemplo el alto gasto de energía durante los desplazamientos del pastoreo, el bajo consumo de materia seca, y la baja digestibilidad de las plantas con contenido alto de factores nutricionales tales como flavonoides, taninos, y saponinas.

La suplementación proteica, más que la energética, favorece el consumo de especies nativas y arbóreas. Cabras suplementadas con torta de algodón o alfalfa consumieron 40% más Juníperos que aquellas alimentadas con maíz; también las cabras suplementadas consumieron 30% más de esta planta que las no suplementadas (Taylor, 2004). En el sur de Texas, durante el mes de enero, cuando existe escasez de forraje verde y las cabras se encuentran al final de la gestación, un experimento determinó que, con un consumo estimado en 3% con relación a peso corporal, una proporción igual a 75% de la dieta de esas cabras derivaba de pastos secos. Estas mismas cabras consumiendo un suplemento incluyendo 5% de alfalfa, 10% de torta de algodón y 85% de maíz, incrementaron alrededor del 10% el consumo total de materia seca (Huston, 1992).

## Recomendaciones

En general, cualesquiera que sean las estrategias de alimentación, lo más importante es un uso óptimo de los recursos alimenticios disponibles localmente y disminuir la dependencia de insumos externos. Esto requerirá considerar los siguientes criterios ordenados de acuerdo con su importancia (Preston, 1986)

- 1) *Contar con una fuente energética basal*, derivada de carbohidratos de pastos, residuos de cosecha, subproductos o granos.
- 2) *Contar con una fuente de nitrógeno fermentable* para asegurar una concentración de amoníaco en el rumen de 150 mg/L de líquido ruminal. Esto se logra proporcionando entre 1 y 2% de urea del total de la dieta, combinando con melaza para proporcionar carbohidratos de fácil

- fermentación. Esta suplementación debe ser continua durante el día para mantener buena fermentación, por ejemplo usando bloques nutricionales con urea o con melaza-urea. El tratamiento de pajas y forrajes de baja calidad con amoníaco, además de aumentar la digestibilidad y el consumo, también proporciona el nitrógeno fermentable requerido en el rumen.
- 3) *Contar con un forraje altamente digestible*, con preferencia una leguminosa o follaje, a razón de 10-20% de la dieta.
  - 4) *Contar con una fuente de proteína verdadera*, por ejemplo pastas de oleaginosas (torta de algodón o soya) o harinas de origen animal, aunque su proporción no debe sobrepasar 30% de la dieta para evitar una substitución en el consumo de la energía digestible de la dieta basal.
  - 5) *Contar con una fuente de alta densidad energética*, por ejemplo grasas. La utilidad de este suplemento es mayor en animales productores de leche, con altos rendimientos.

## Literatura Citada

- AFRC. 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. CAB International. University Press. Cambridge, England. 151 pp.
- Arbiza, A.S. 1986. Producción de caprinos. 1ª edición. AGT Editor, S.A. D.F. México. 695 pp.
- Catán, A., C.A.M. Degano, C. Renolfi, R. Larcher y R. Martiarena. 1999. Composición botánica y amplitud de la dieta de caprinos que pastorean en un bosque del Chaco semiárido. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 16(4): 451-460.
- Church, D.C. 1988. El Rumiante. Fisiología Digestiva y Nutrición. Acribia. Zaragoza, España. 652 pp.
- Cole, H.H. and M. Ronning. 1974. Animal Agriculture. The Biology of Domestic Animals and their use by the Man. W. H. Freeman and Co. San Francisco, U.S.A. 770 pp.
- De Alba, J. 1971. Alimentación del Ganado en América Latina. 2ª edición. La Prensa Médica Mexicana, S.A. México, D.F. México. 475 pp.
- González M., S.S. y J.M. Pinos R. 2001. Modificadores metabólicos para rumiantes: uso y abuso. En: Memorias del XLIII Aniversario del Departamento de Zootecnia. Temas relevantes en producción de rumiantes. Universidad Autónoma Chapingo. México. pp. 109-132.
- Hart, S. 2006. Nutrition for production. Annual Goat Field Day Proceedings. Langston University. Oklahoma, U.S.A. pp. 19-49 and p. 172.
- Hernández, X.E. 1957. Los pastizales mexicanos. En: Mesas Redondas sobre Problemas de la Industria Agropecuaria en México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C. México, D.F. México. pp. 78.
- Huston, E. 1992. Nutrition and Feeding of the Meat Goat. In: Proceedings of the International Conference on Meat Goat Production, Management and Marketing (J.C. Paschall and C.W. Hanselka, ed.). Texas A&M University System. Texas, USA. pp. 53-59.
- Luevano, E.J. 1990. Dietas veraniegas del jabalí, venado, cabra y caballo en la sierra de la Mojonera Venegas, S.L.P. Tesis de Maestría. Centro de Botánica. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 75 pp.
- López, M.M. 2006. Caracterización de la producción caprina en San José de la Peña, San Luis Potosí, y evaluación productiva de la suplementación nitrogenada con bloques. Tesis de Maestría. Programa



- Multidisciplinario de Postgrado en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México. 101 pp.
- Mayen, M.J. 1989. Explotación Caprina. Trillas. México, D.F. México. 124 pp.
- Maynard, L.A., J.K. Loosli, H.F. Hintz y R.G. Warner. 1981. Nutrición Animal. Séptima edición. 4ª edición en español. McGraw Hill. D.F., México. 640 pp.
- Mellado, M., A. Rodríguez, A. Olvera, J.A. Villarreal and R. Lopez. 2004. Diets of Nubian and Granadina goats grazing on arid rangeland. *Journal of Range Management* 57:630-634.
- Mowlen, A. 1996. Goat Farming. Farming Press. UK. 200 pp.
- NAS (National Academy of Sciences). 1976. Urea and other nonprotein nitrogen compounds in animal nutrition. Board on agriculture and renewable resources. Washington, D.C. U.S.A. 120 pp.
- NRC. 1981. Nutrient requirements of domestic animals No. 15. Nutrient Requirements of Goats: Angora, dairy, and meat goats in temperate and tropical countries. 3<sup>rd</sup> ed. National Academy Press. Washington, D.C., U.S.A. 91 pp.
- NRC. 1985. Ruminant Nitrogen Usage. National Research Council. Washington, D.C., USA. 138 pp.
- Ørskov, E.R. 1992. Protein Nutrition in Ruminants. 2<sup>nd</sup> ed. Academic Press, Inc. San Diego, USA. 175 pp.
- Pinos, R.J.M. y E.M.T Sánchez. 2001. Efecto del consumo de energía en los procesos reproductores de la hembra bovina. Una revisión. *Revista Científica, Facultad de Ciencias Veterinarias, LUZ*. XI(3): 253-263.
- Preston, T.R. 1986. Better utilization of crop residues and by-products in animal feeding: research guidelines. 2. A practical manual for research workers. FAO Animal Production and Health Paper 50/2. FAO, Rome, Italy. 154 pp.
- Ramírez, R.G. 1992. Meat goat diet and nutrition on rangelands. In: Proceedings of the International Conference on Meat Goat Production, Management and Marketing (J.C. Paschall and C.W. Hanselka, ed.), Texas A&M University System. Texas, USA. pp. 103-111.
- Sniffen, C.J., J.D. O'Connor, P.J. Van Soest, D.G. Fox and J.B. Russell. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science* 70: 3562-3577.
- Squires, V.R. 1988. Agua y sus funciones, regulación y empleo comparativo por los rumiantes. En: El Rumiante. Fisiología digestiva y nutrición (D.C. Church, ed.). Acribia. Zaragoza, España. pp. 243-253.
- Taylor, C.A. 2004. Biological Management of Noxious Brush. In: Brush Management Past, Present, Future (W.T. Hamilton, A. McGinty, D.N. Ueckert, C.W. Hanselka and M.R. Lee, ed.). Texas A&M University Press. Texas, USA. pp. 153-163.
- Wilkinson, J.M. y B.A. Stark. 1987. Producción Comercial de Cabras. Acribia, S.A. Zaragoza, España. 165 pp.
- Zaragoza-Ramírez, J.L. 2001. Almacenamiento y conservación de forrajes. En: Memorias del XLIII Aniversario del Departamento de Zootecnia. Temas relevantes en producción de rumiantes. Universidad Autónoma Chapingo, México. pp. 40-54.

# Capítulo 20

## Propuestas Tecnológicas para Mejorar el Sistema de Alimentación de Rumiantes Menores en el Semiárido Brasileño

Gherman Garcia Leal Araújo, Salete Alves Moraes  
y Tadeu Vinhas Voltolini

*Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa),  
Embrapa Semiárido, Petrolina, Pernambuco, Brasil*

### Introducción

La producción de alimentos para atender las exigencias nutricionales de los animales en las zonas áridas y semiáridas es, sin lugar a dudas, uno de los grandes desafíos enfrentados por los productores de estas regiones. Las diferentes condiciones edafoclimáticas de esas regiones; las peculiaridades y uso inadecuado de la vegetación nativa, fuente principal del sustento de la ganadería; el escaso conocimiento del potencial forrajero; la falta de políticas públicas que permitan un mejor uso de los recursos naturales, la integración justa del productor a oportunidades para mayores ingresos y su capacitación, además de subsidios oportunos de apoyo en momentos críticos del año, son factores que exacerban ese desafío.

La producción animal en los ecosistemas semiáridos de hecho es influenciada por la variabilidad espacial e interanual de la oferta cuantitativa y cualitativa de los recursos forrajeros. Los ambientes semiáridos se caracterizan por una gran variabilidad en el régimen de lluvias, donde los eventos constituyen verdaderos *pulsos* de precipitación. Esta variabilidad ha determinado la evolución de adaptaciones en la vegetación y en el ecosistema del semiárido brasileño, la Caatinga, que contribuyen al mantenimiento de su gran diversidad (Andrade *et al.*, 2006).

En Brasil, la mayor parte de los caprinos y ovinos se encuentran localizados en la zona semiárida de la región nordeste. Aunque considerables en número, los sistemas de producción de rumiantes menores de la zona semiárida se caracterizan por su baja productividad determinada tanto por limitantes de orden climático como por el precario nivel tecnológico aplicado en la cría animal. La gran mayoría de estos sistemas se manejan en condiciones extensivas o semiextensivas, con una alimentación que proviene durante casi todo el año de la Caatinga, complementada esporádicamente por el pastoreo de áreas de cultivo para aprovechar los rastrojos durante la época seca cuando la suplementación de alimentos es imprescindible. Lo contraproducente de

este tipo de manejo es que, en la mayoría de los casos, la capacidad de carga de las explotaciones ganaderas, o sea la cantidad de alimento disponible, es superada por la cantidad de animales existentes, generándose un gran déficit alimentario en detrimento de la eficiencia productiva de los sistemas de producción. Porto (2002), al estimar la capacidad de carga de 65 asociaciones de pequeños productores, verificó que el déficit forrajero de las unidades productivas alcanzó a 8,33 unidades animal, en estas condiciones la cantidad de animales existentes superaba en 60% la capacidad de carga de las áreas de pastoreo.

El sobrepastoreo resultante de esa asimetría ha dado como resultado una progresiva degradación y declinación de la productividad de las áreas de pastoreo. Esta crítica situación que caracteriza por ejemplo a los sistemas productivos de pequeños rumiantes del municipio de Petrolina en el estado de Pernambuco, puede ser extrapolada a una buena parte de la zona semiárida del nordeste brasileño. Para evitar el déficit forrajero causado por el excesivo número de animales, una práctica compensatoria muy simple es la aplicación del descarte selectivo. Esta práctica consiste en eliminar del rebaño a los animales excedentarios tomando en cuenta los siguientes criterios: animales portadores de defectos genéticos, animales defectuosos, animales más viejos e improductivos, y hembras con mastitis crónica y de pésima habilidad materna. Un rebaño así descartado puede llegar a tener una eficiencia productiva mayor o al menos igual que la de un rebaño sin descarte selectivo (Shelton, 1993). Sin embargo, esta práctica no es de fácil aplicación debido a que los productores tienden a minimizar sus riesgos, precisamente manteniendo el máximo número de animales.

Para planificar una adecuada explotación animal, es importante conocer las características productivas de la finca, los tipos de suelo y de especies forrajeras nativas, la disponibilidad de agua y los factores climáticos prevalentes, en particular los índices de precipitación, humedad y temperatura. Además, para un mejor uso de las áreas de pasturas nativas y cultivadas es necesario contar con un apropiado diagnóstico de su capacidad de carga. Con base en esta información es posible identificar y aplicar las tecnologías y sistemas de manejo más adecuados en tanto se cuenten con los elementos facilitadores para que los cambios promovidos sean fijados y adoptados por los productores.

En este capítulo se presentarán las opciones tecnológicas, agrupadas en estrategias de alimentación, que pueden contribuir a superar las dificultades técnicas de los sistemas de producción de rumiantes menores en la zona semiárida del Brasil. Estas opciones se encuentran disponibles en las diferentes instituciones de investigación agropecuaria y algunas de ellas también constituyen parte del conocimiento local de los productores de esta zona.

## Tecnologías Basadas en la Alimentación Estratégica de Animales

Antes de establecer una estrategia de alimentación en función de los períodos fisiológicos de los animales, es necesario establecer una estrategia de producción, conservación y manejo de los diferentes forrajes, principalmente tomando en cuenta la variabilidad espacial e interanual de la precipitación anual. En este contexto, las especies forrajeras con mayor eficiencia de utilización del agua deben tener prelación al ser elegidas como opciones para suplir las necesidades de la alimentación animal. El siguiente paso es analizar la capacidad de carga de los sistemas de producción, y con base en esa información establecer la planificación estratégica de la oferta de alimentos en función del estado fisiológico de los animales.

De manera general, la Caatinga es pastoreada por todas las categorías animales durante 2 a 4 meses del año, en rotación y en función de la precipitación pluvial. El período de utilización debe coincidir con el período en que la Caatinga ofrece el máximo de forraje en cantidad y calidad. El traslado de los animales hacia áreas de pasturas cultivadas o para que reciban algún tipo de suplementación, debe ser realizado respetando el grado de disminución del valor nutritivo de la pastura nativa y niveles más altos de demanda nutricional de los animales. Por tanto, el rebaño debe ser dividido de acuerdo con las diferentes necesidades nutricionales de cada categoría animal para obtener una mejor eficiencia en el manejo alimenticio. A continuación, pasaremos a describir cómo deben ser manejadas esas diferentes categorías de animales.

### Madres, lactantes y gestantes

Estos animales deben alimentarse básicamente de pasturas nativas en la época de lluvias, y ser los primeros en ocupar los pastos de mejor calidad, con acceso eventual a las áreas con pastos cultivados: p. ej. con pasto *buffel* (*Cenchrus ciliaris*), pasto corriente (*Urochloa mosambicensis*) u otras gramíneas. En caso de que las demandas alimenticias sean mayores, estos animales también pueden tener acceso a bancos de proteína de leguminosas, p. ej. leucaena.

Con la disminución en cantidad y calidad de las pasturas nativas, las madres son las primeras en ocupar las pasturas cultivadas y en recibir suplementación de forrajes voluminosos, p. ej. heno, ensilaje o palma forrajera (cactus o nopal). Para atender su demanda proteica y energética, deben ser suplementadas, siempre que sea necesario, con una ración concentrada, p. ej. incluyendo maíz molido, cáscara de yuca, torta de soya, torta de algodón y urea.

Es necesario monitorear a las madres preñadas, en los dos primeros tercios y particularmente en el tercio final de la preñez, ofreciendo dietas de acuerdo con sus demandas nutricionales. Madres adecuadamente alimentadas en el último tercio

producirán crías con pesos al nacer por encima del umbral que les permita sobrevivir, además de contar con reservas acumuladas para la lactación. De la misma manera, se deben tomar cuidados especiales con las madres en lactación, reconociendo la necesidad de suplementación de acuerdo con la prolificidad (número de crías). Se debe suplementar con alimentos voluminosos de buena calidad, concentrados y mezclas minerales.

El programa de alimentación de las madres, debe acomodarse a las diversas fases de su ciclo productivo. Las madres no deben estar ni muy flacas ni excesivamente gordas, especialmente durante la monta y el parto. La evaluación de la condición corporal de las madres en puntaje, es de suma importancia para adecuar medidas y ajustes que permitan un buen comportamiento productivo de los rebaños. Por tanto, es recomendable que en el momento de la monta los animales presenten una condición corporal de 2,5 a 3,0 (en una escala de puntaje que varía entre 1 y 5, donde 1 significa una madre excesivamente flaca y cinco una madre excesivamente gorda) y que lleguen al parto con una puntuación de 3,5. Entre el parto y el pico de lactación, se espera una reducción en la condición corporal, de 2,0 a 2,5 (Cavalcante y Barros, 2005).

En los primeros 100 días de preñez, las necesidades nutricionales de las hembras son bajas. Aun así, las restricciones alimenticias severas pueden provocar abortos o mala formación de fetos. La dieta de la madre en el tercio final de la preñez e inicio de la lactación debe tener un mayor nivel de proteína, lo cual se consigue con la inclusión de henos y leguminosas o de alimentos concentrados. En los últimos 50 días de preñez, son necesarios nutrientes adicionales para atender el crecimiento del feto (75% del desarrollo del feto se da en esta fase) y de la placenta. En esta fase, el útero ocupa una gran parte de la cavidad abdominal, presionando el rumen, lo cual hace que la capacidad de consumo de la madre disminuya. Por este motivo, en esta fase es importante ofrecer alimentos voluminosos de buena calidad y/o concentrados (Cavalcante y Barros, 2005).

La lactación es otra fase importante en el ciclo productivo de la hembra, especialmente en las primeras semanas. Generalmente al inicio de la lactación, las madres pierden peso por la alta demanda de nutrientes, la cual está directamente relacionada con el nivel de producción de leche. Con una condición corporal al parto de 3,0 a 3,5, la madre tendrá suficientes reservas corporales (grasa) para ser utilizadas durante las primeras semanas de lactación. Las hembras que paren más de una cría producen más leche que aquellas que paren una sola cría. Sin embargo, este aumento no es proporcional al número de crías paridas, por tanto en partos múltiples es necesario proporcionar suplementación alimenticia (Cavalcante y Barros, 2005).

### **Madres secas y hembras jóvenes en crecimiento**

Deben ser mantenidas exclusivamente en pasturas nativas durante la época de lluvias, repasando las áreas donde pastorearon primero las madres preñadas o en

lactación. En la época seca, también son transferidas a las pasturas cultivadas con el mismo sistema de preferencias en el uso de potreros. Siempre que sea necesario, son suplementadas con alimentos voluminosos y restos de cultivos tratados con urea o amonio. Las hembras jóvenes en crecimiento deben recibir, además, alimentos de mejor tenor proteico y energético.

Se recomienda alimentar a las hembras jóvenes (en crecimiento) separadas de las adultas, ya que éstas tienen necesidades diferentes. Este manejo evita también el efecto dominante de las hembras adultas, contribuyendo a mejorar el consumo de las hembras jóvenes (Cavalcante y Barros, 2005).

## Cabritos y corderos

Dos aspectos de fundamental importancia en las primeras semanas de vida, que repercuten en la sobrevivencia y buena productividad de las crías, incluyen la producción de leche y habilidad materna de las madres. Este último aspecto, muy relacionado con el primero, se expresa en los cuidados y protección ejercidos por la madre a sus crías. Durante la época de restricción alimenticia (época seca), las crías permanecen con su madre todo el día hasta la edad de 15 días. A partir de esta edad, las crías deben ser retenidas en el corral y sometidas a dos amamantamientos diarios (amamantamiento controlado); uno por la mañana y otro por la tarde, antes y después del pastoreo de las madres, respectivamente (Cavalcante y Barros, 2005).

En el corral, las crías deben recibir forraje de buena calidad (pasto elefante verde o heno de leguminosas o de gramíneas) y concentrado *ad libitum*. Esta práctica es conocida como *creep feeding*. El concentrado debe contener 3,0 Mcal de energía metabolizable por kg de materia seca, 15% de proteína bruta, 0,50% de calcio y 0,35% de fósforo. No es aconsejable utilizar leguminosas verdes porque causan diarrea en las crías. La leucaena, por contener mimosina inclusive como heno, no debe ser utilizada como alimento voluminoso único para las crías cuyo rumen todavía no se desarrolló completamente. La asociación del amamantamiento controlado con el *creep feeding* es beneficiosa tanto para el comportamiento productivo de las madres como para el de las crías. Con el uso de estas prácticas, el destete puede ser realizado entre los 70 y 84 días de edad (Cavalcante y Barros, 2005).

## Reproductores

En los sistemas de producción más tecnificados, en los cuales generalmente se realiza una estación de monta entre los 60 y 75 días antes de la época de lluvias (de acuerdo con las características de cada región), los reproductores en servicio deben recibir una suplementación alimentaria de 400 a 700 g/cabeza/día de un concentrado que contenga entre 14% y 16% de proteína bruta, por un período mínimo de siete semanas antes del inicio y a lo largo de la estación de monta (Embrapa-CNPC, 1994).

## Tecnologías Basadas en Estrategias de Cultivo y Tratamiento de Forrajes para Elevar su Valor Nutritivo

### El cultivo diversificado

El cultivo diversificado de alternativas forrajeras, nativas y/o introducidas, anuales y/o perennes para la planificación de producción de heno o ensilaje, sumado a otras alternativas como uso de residuos agroindustriales y otros ingredientes de potencial regional, puede ampliar notablemente la base forrajera de los sistemas de producción pecuaria del semiárido brasileño (Araújo *et al.*, 2003).

Para estructurar la capacidad de carga de los sistemas de producción de caprinos, se sugiere que en el primer año se cultive un área con forrajeras anuales mayor que el área con forrajeras perennes; esta medida garantizará una suplementación mínima para los animales a partir del primer año de mejora del sistema. Sin embargo, esa proporción debe ser invertida a lo largo de los próximos cinco años incrementando las áreas con pastos perennes, ya que las especies perennes son, en su mayoría, más rústicas y de mayor longevidad de producción. Se debe resaltar que el tamaño del área a ser cultivada depende del déficit forrajero. Otro aspecto que debe ser considerado es el tipo de suelo y su manejo, el cual debe ser ajustado para maximizar la captación de agua de lluvia y, en consecuencia, mejorar la eficiencia de cultivo de las especies forrajeras, ya sea para pastoreo directo o para producción de heno o ensilaje (Araújo, 2001).

Las técnicas de henificación y ensilaje, aunque bastante difundidas, aún no han sido masivamente adoptadas. Sin embargo, en las unidades donde están presentes, es evidente una mejor eficiencia de los sistemas productivos. Los utensilios, máquinas y equipos de bajo costo para henificar o ensilar, favorecen la aplicación de estas técnicas. La literatura documenta varios trabajos que demuestran mejoras en la productividad de animales alimentados con heno o ensilaje de especies nativas o introducidas.

Debe destacarse que las superficies sembradas con cultivos alimenticios y comerciales, principalmente maíz y frijol, sea individualmente o en asociación, representan las mayores áreas de cultivo de las unidades productivas del semiárido. Esta agricultura de subsistencia compite en la época de lluvias con la siembra de cultivos forrajeros que sirven para la alimentación de los pequeños rumiantes. Es necesario tomar en cuenta esta característica para evitar conflictos de competencias entre cultivos durante el proceso de implantación de cultivos diversificados.

### Tratamiento de forrajes con urea para elevar su valor nutritivo

Los rastrojos de maíz y frijol que son residuos agrícolas substanciales producidos en el semiárido, pueden servir como alternativas para la suplementación alimenticia,

constituyéndose en un alimento voluminoso de calidad satisfactoria si es procesado con amonio. La amonización es un proceso que consiste en la adición de amonio a los forrajes muy fibrosos que serán utilizados en la alimentación de rumiantes. La urea es la fuente de amonio más utilizada en el semiárido. Este proceso permite transformar, a un costo bajo, un material de baja calidad en un alimento capaz de satisfacer parte de la demanda nutricional del animal.

Posiblemente el efecto más importante de la aplicación de amonio en forrajes voluminosos, es la alteración físico-química de los componentes de la pared celular. Con base en información documentada, este tratamiento causa una reducción significativa de la fibra detergente neutro (FDN), un aumento significativo de la fibra detergente ácido (FDA) y una reducción en el contenido de hemicelulosa (Tabla 1), mientras que las fracciones de celulosa y lignina permanecen sin cambios significativos (García y Neiva, 1994). Estos cambios en la estructura de los alimentos permiten que su uso por los animales sea más eficiente, debido al aumento de la digestibilidad de los nutrientes y consecuentemente al mejor aporte de la energía

Un procedimiento simple, utilizado en Brasil para almacenar eficientemente la paja de maíz es a través del uso del anillo o cincho para ensilar. Este dispositivo tiene la forma exacta de un anillo metálico, formado por dos placas semicirculares de plancha de hierro que se juntan en sus extremos por una unión simple. Cada placa tiene una altura de 40 cm de altura y una distancia tal que al ser ensamblada con la otra placa forma un anillo de un diámetro de 2 m. El anillo es colocado sobre un plástico extendido sobre una superficie plana del suelo, suficientemente grande como para cubrir un cilindro de 1,5 m de alto y 2 m de diámetro. El espacio interior del anillo

**Tabla 1. Efecto de la aplicación de amonio en los contenidos de fibra detergente neutro (FDN) y hemicelulosa (HEMI) en algunos alimentos voluminosos.**

Material	Tratamiento	FDN (%)	HEMI (%)
Planta de maíz entera	Urea	71,3	26,3
	Control	74,2	27,3
Paja de maíz (Hojas secas)	Amonio anhidro	78,4	25,5
	Urea	82,9	31,6
	Control	90,0	38,1
Heno de braquiaria	Amonio anhidro	80,0	27,1
	Control	84,1	30,3
Paja de maíz	Amonio anhidro	77,1	24,7
	Control	79,4	26,5

Fuente: Adaptado de García y Neiva (1994).

Nota: Control = Material sin tratamiento.



ensamblado es llenado con forraje seco y de baja calidad o con paja tratada con urea al 5% (100 kg de paja cortada son humedecidos progresivamente, en la medida en que se van colocando capas de paja en el anillo, con una solución conteniendo 5 kg de urea disueltos en 100 litros de agua). En el proceso de amonización es importante que el material quede suelto, apenas acomodado y sin pisotearlo de modo que pueda ocurrir una circulación del amonio, a diferencia del ensilado donde se requiere una mayor compactación.

## Tecnologías Basadas en el Uso de Subproductos Agrícolas

Los volúmenes de producción de algunos cultivos agrícolas en el Brasil son grandes y dan lugar a volúmenes también considerables de residuos de cosecha. Sin embargo, la utilización de estos residuos en la alimentación de caprinos y ovinos, particularmente en fresco, dependerá de una serie de factores tales como la distancia entre la localización de los rebaños y los cultivos o agroindustrias, las características nutricionales y los costos de transporte o de procesamiento del material (Carvalho, 1992).

En la Tabla 2, se observa la producción de algunos de los principales productos vegetales y sus residuos en la región nordeste de Brasil en el año 2003, según el SIBGE/SIDRA (2005) y Carvalho (1992). La producción agrícola fue tomada como referencia para las estimaciones de disponibilidad de los subproductos (residuos).

Leite *et al.*, 2004, con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo de ovinos (Santa Inés x criollo y Somalí Brasileiro x criollo) en confinamiento, estudiaron cinco composiciones diferentes de dietas con 40, 50, 60 y 70% de heno de leucaena, completadas con harina del pedúnculo de cajú deshidratado (Tabla 3).

La mejor respuesta se obtuvo en el grupo de animales que recibió 50% de leucaena y 50% de afrecho de cajú, y las peores respuestas en los grupos que recibieron 70% de heno de leucaena o 70% de afrecho de cajú. Una de las posibles explicaciones, según los autores, sería que los taninos se combinan con las proteínas dificultando su digestibilidad, lo cual pudo haber afectado la productividad de los animales alimentados con una mayor proporción de leucaena. Al mismo tiempo, el incremento de la harina de cajú aumentó los niveles de lignina, probablemente afectando también el comportamiento productivo de los animales. Sin embargo, a pesar de las diferencias encontradas, los autores afirman que el consumo de todas las dietas fue similar, puesto que no se registraron diferencias significativas en las cantidades de alimento sobrante durante el experimento.

Barroso *et al.* (2006) al estudiar el valor de residuos vitivinícolas deshidratados al sol (RV) observaron que las ganancias diarias de peso de ovinos en crecimiento a los 21, 42 y 63 días de recibir dietas conteniendo RV y diferentes tipos de concentrado

**Tabla 2. Producción agrícola y estimada de disponibilidad de subproductos (residuos) para alimentación animal, en función de los porcentajes de rendimiento de algunos de los principales productos vegetales de la región nordeste de Brasil, en el año 2003 (en miles de toneladas).**

Productos	Rendimiento (%)	Región nordeste	
		Producción Agrícola	Residuo
Piña	40	564	225
Arroz	20	1.099	220
Banana	35	2.259	791
Caña de azúcar	60	65.093	39.056
Cacao	50	111	55
Castaña de cajú <sup>(1)</sup>	90	180	162
Frijol	62	848	526
Naranja	52	1.540	801
Yuca	20	7.963	1.593
Maracuyá	65	214	150
Melón	45	331	149
Tomate	10	504	50
Uva	23	191	44

Fuente: IBGE/SIDRA (2005); Carvalho (1992).

Nota: <sup>(1)</sup>Conocida también como nuez de anacardo, marañón o cajuil.

energético (maíz molido, harina de yuca y harina de palma), estaban influenciadas por el tipo de concentrado energético consumido ( $P < 0,05$ ). Las mejores respuestas en ganancia de peso fueron registradas en los animales alimentados con las dietas compuestas por RV y grano de maíz molido y por RV y harina de palma forrajera (cactus forrajero), las cuales no fueron diferentes entre sí en las respuestas que promovieron ( $P > 0,05$ ; Tabla 4). La conversión alimentaria de la materia seca también fue influenciada ( $P < 0,05$ ) por la fuente energética de la dieta (Tabla 4), con mayor eficiencia en la combinación RV-grano de maíz molido, seguida por RV- afrecho de palma y RV-raspadura de yuca. Los coeficientes de variación (con excepción de los coeficientes asociados con las ganancias de peso hasta los 21 días) no fueron altos y reflejaron una respuesta homogénea.

Sin lugar a dudas, el potencial de utilización de los diferentes subproductos (residuos) de la agricultura o la agroindustria en la alimentación de caprinos y ovinos es alto en todas las regiones de Brasil. Sin embargo, la información disponible relativa a la utilización de la mayoría de estos subproductos en la alimentación animal es aún limitada, en relación con sus valores nutricionales y antinutricionales, su forma de

**Tabla 3. Respuesta de corderos cruzados alimentados con dietas compuestas por heno de leucaena y afrecho del pedúnculo de cajú.**

Tratamientos	Cruzamiento	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Ganancia de peso (kg/día)	Ganancia diaria (g/día)	Ganancia promedio (g/día)
70%L:30%C	SI x SRD	18,7	27,4	8,7c	124c	120c
	SB x SRD	17,8	25,9	8,1c	116c	
60%L:40%C	SI x SRD	19,1	27,5	8,4c	120c	130b
	SB x SRD	18,1	27,9	9,8b	140b	
50%L:50%C	SI x SRD	18,3	29,0	10,7a	153a	153b
	SB x SRD	20,4	31,3	10,7a	153a	
40%L:60%C	SI x SRD	19,1	29,3	10,1b	144b	139b
	SB x SRD	18,1	27,5	9,4b	134b	
30%L:70%C	SI x SRD	18,2	25,2	7,0d	100d	112c
	SB x SRD	18,9	27,6	8,7c	124c	

Fuente: Adaptado de Leite *et al.* (2004).

Notas: Los promedios seguidos por letras distintas en una misma columna, difieren ( $P < 0,05$ ).

L = heno de leucaena; C = afrecho de pedúnculo de Cajú; SI = Santa Inés; SRD = ½ Criollo; SB = Somalí brasileña.

**Tabla 4. Promedios de peso vivo inicial y final, ganancias de pesos a diferentes tiempos y conversión alimentaria de la materia seca durante el período de 63 días de confinamiento en ovinos criollos.**

VARIABLES	50% de RV + 50% de grano de maíz molido	50% de RV + 50% de raspadura de yuca	50% de RV + 50% de harina de palma forrajera	CV (%)
Peso vivo				
Inicial (kg)	23,7	21,4	24,1	ne
Final (kg)	31,0	25,8	32,5	ne
Ganancia diaria de peso				
hasta los 21 d (g)	87 a	47 b	93 a	42
hasta los 42 d (g)	152 a	63 b	124 a	23
hasta los 63 d (g)	117 a	71 b	132 a	27
Ganancia total de peso vivo(kg)	7,37	4,47	8,40	ne
Conversión de la materia seca	9,28 a	12,77 c	11,30 b	13

Fuente: Adaptado de Barroso *et al.* (2006).

Notas: RV = Residuo vitivinícola deshidratado al sol; Los promedios seguidos de letras diferentes en la misma línea son estadísticamente diferentes al 5% de significancia; ne = dato no estimado.

utilización (en condición natural, deshidratada, ensilada o como aditivo), la fracción que pueden integrar en las dietas y las respuestas biológicas y económicas que puede promover su uso. Se debe destacar que la utilización de estas alternativas en la alimentación de pequeños rumiantes puede ser una solución para algunas amenazas de contaminación ambiental derivadas del descarte de estos materiales, ya que la mayoría de ellos son almacenados de forma errónea o eliminados de manera inadecuada (Araújo y Alves, 2005).

## Conclusión General

La producción de rumiantes menores en el semiárido brasileño representa una de las principales alternativas de generación de renta y de desarrollo regional. Semejante a otras regiones áridas y semiáridas del mundo, el mayor desafío para esta producción es la estabilidad de la oferta de alimentos animales durante el año. Una vez garantizada la oferta de alimento se hace necesario la oferta de alimentos de una manera preferencial de acuerdo con las categorías de animales más exigentes en cuanto a demanda de nutrientes se refiere. Las tecnologías existentes, junto con la generación de nuevos conocimientos, tienen también la potencialidad de desempeñar una función importante en el contexto del calentamiento global, mitigando y reduciendo sus posibles efectos negativos en la producción ganadera. Es necesario que los productores accedan masivamente a estas tecnologías para lograr mejorar sus medios de vida. Se espera que el desarrollo y políticas adecuadas permitan ese escalamiento con miras a revertir los índices de pobreza y deterioro de los recursos naturales en las zonas semiáridas del Brasil.

## Literatura Citada

- Andrade, A.P. de, E.S. de Souza, D.S. da Silva, I. de F. da Silva e J.R.S. Lima. 2006. Produção animal no bioma Caatinga: paradigmas dos “pulsos-reservas”. In: 43º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), 2006, João Pessoa, Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia (Suplemento Especial)* 35: 138-155.
- Araújo, G.G.L. 2001. Cultivo estratégico de forrageiras anuais e perenes, visando a suplementação de caprinos e ovinos no semi-árido do Nordeste. Instruções Técnicas, Embrapa Semi-árido, Petrolina, Pernambuco, Brasil. 3 pp.
- Araújo, G.G.L., E.V. Holanda Júnior e M.C. Oliveira. 2003. Alternativas atuais e potenciais de alimentação de caprinos e ovinos, nos períodos seco do semi-árido brasileiro. In: II Simpósio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de Corte, 2003, João Pessoa. Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA) 1: 1-15.
- Araújo, G.G.L. e M.J. Alves. 2005. Uso de subprodutos na alimentação de caprinos e ovinos. In: I Simpósio de Caprinos e Ovinos da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 2005, Belo Horizonte, Brasil. UFMG. 16 pp. (CD-ROM)
- Barroso, D.D., G.G.L. Araújo, D.S. da Silva, S. Gonzaga Neto e F.T. Medina. 2006. Desempenho de ovinos terminados em confinamento com resíduo desidratado de vitivinícolas associado a diferentes fontes energéticas. *Ciência Rural* 36:1553-1557.

- Carvalho, F.C. 1992. Disponibilidade de resíduos agroindustriais e do beneficiamento de produtos agrícolas. In: Utilização de Subprodutos Agroindustriais e Resíduos de Colheita na Alimentação de Ruminantes. Embrapa- Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE). São Carlos, Sao Paolo, Brasil. pp. 7-28.
- Cavalcante, A.C.R. e N.N. Barros (ed). 2005. Sistema de produção de caprinos e ovinos de corte para o nordeste brasileiro. Embrapa Caprinos, 2005, Sobral, Ceará, Brasil. <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/CaprinosOvinosdeCorte/CaprinosOvinosCorteNEBrasil/> (Consulta: 3.1.2011).
- Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos (CNPIC). 1994. Recomendações tecnológicas para produção de caprinos e ovinos no Estado do Ceará. Circular Técnica 9, 2ª ed., Embrapa-CNPIC, Sobral, Ceará, Brasil. 58 pp.
- Garcia, R. e J.N. Neiva. 1994. Utilização da amonização na melhoria da qualidade de volumosos para ruminantes. In: V Simpósio Nordestino de Alimentação de Ruminantes, Sociedade Nordestina de Produção Animal (SNPA), Salvador, Bahia, Brasil. pp. 41-62.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)/Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). 2005. *Banco de dados agregados*. <http://sidra.ibge.gov.br/> (Consulta: 15.9.2005).
- Leite, E.R., N.N. Barros, A.C.R. Cavalcante e M.A.D. Bomfim. 2004. Terminação em ovinos com a utilização do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale* L.) e feno de leucena (*Leucaena leucocephala* L.). In: 41ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), 2004, Campo Grande, Mato Grosso, Brasil. SBZ. pp. 1-4. (CD-ROM)
- Porto, E.R. 2002. Diagnóstico Agropecuário do Município de Petrolina. Prefeitura Municipal de Petrolina, Pernambuco, Brasil. 55 pp.
- Shelton, M. 1993. Conceptos económicos y biológicos en la definición de prioridades de investigación. En: Producción de Rumiantes Menores en los Valles Interandinos de Sudamérica: Memorias de un Taller sobre Metodologías de Investigación (L. Iñiguez y E. Tejada, ed.), Tarija, Bolivia, 16-21 de agosto de 1993. Red de Rumiantes menores (RERUMEN). pp. 133-152.

# Capítulo 21

## Propuestas Tecnológicas para la Mejora de los Sistemas de Alimentación de Rumiantes Menores en las Zonas Áridas y Semiáridas de México

Juan Manuel Pinos-Rodríguez

*Instituto de Investigación de Zonas Desérticas,*

*Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México*

### Introducción

Como se mencionara en el Capítulo 19, las variaciones estacionales propias de los ecosistemas áridos y semiáridos, donde desarrolla la cría de caprinos en México, determinan períodos definidos de abundancia y escasez de alimentos. Esta variación ha dado lugar al desarrollo de estrategias de alimentación que enfocan la complementación al pastoreo a través de opciones de suplementación, haciendo uso de la vegetación nativa, residuos de cosecha y en algunos casos subproductos agrícolas.

La utilización de estrategias de suplementación al pastoreo utilizando plantas nativas, en particular durante el período seco del año, donde la oferta forrajera disminuye marcadamente en cantidad y calidad, es tradicional y parte del conocimiento local. No obstante de este conocimiento, los productores no han logrado conectarlo con una alimentación estratégica ni tampoco aprovechan de manera completa los beneficios que la vegetación nativa puede proveer.

También la investigación ha tratado de adaptar opciones de utilización de subproductos agrícolas, tratamiento de pajas, el uso de bloques nutricionales, y, a través de estudios sistemáticos, plantas de la pradera nativa considerando sus potenciales, integrando el conocimiento adquirido a la alimentación estratégica. Estas adaptaciones han sido probadas con productores caprinos en diferentes ocasiones, por ejemplo durante la realización del proyecto involucrando al Instituto de Investigaciones de Zonas Desérticas (IIZD) de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí e ICARDA en la localidad de San José de la Peña, en el estado de San Luis Potosí, México, utilizando métodos participativos.

Los subproductos agrícolas son todos aquellos materiales o partes de la planta que quedan en el campo después de la cosecha del grano o del producto principal por el que se estableció el cultivo. En general, estos subproductos están compuestos por materiales fibrosos ricos en carbohidratos estructurales de baja digestibilidad y de bajo contenido de nitrógeno, minerales y vitaminas (Marcof, 2001). El valor nutricional de muchos de estos materiales puede ser mejorado con tecnología simple de tratamiento

con álcalis y/o complementando con otros ingredientes alimenticios con mayor contenido y calidad de nutrimentos.

En este documento abordaremos algunas tecnologías promisorias que pueden permitir mejorar los sistemas de alimentación de caprinos de las zonas áridas, mitigando la crítica situación que confronta el productor en la alimentación de sus animales durante la época seca. Detalles sobre el sistema de producción caprina extensiva y uso de tecnologías para su mejora son descritos en el texto de Gómez y González *et al.* (2009).

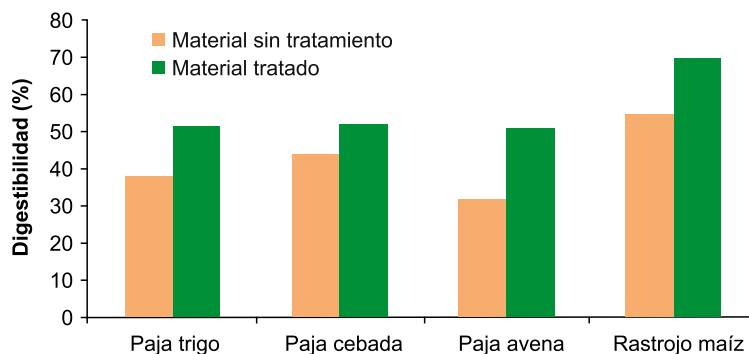
## **Tratamientos Físicos y Químicos de los Alimentos para Mejorar su Valor Nutricional**

La combinación de un proceso físico sencillo como el molido y picado, y otro químico como el uso de hidróxido de sodio (NaOH) o amoníaco (NH<sub>3</sub>) en el material molido/picado, ha mostrado tener efectos positivos alentadores para formular estrategias mejoradas para la alimentación de los sistemas de producción de rumiantes. La reducción de tamaño de partícula, por efecto del molido o picado, puede mejorar el consumo voluntario debido al incremento de la superficie específica para el ataque de los microorganismos en el rumen y a un aumento de su densidad, aunque se reduce la digestibilidad de la materia seca (MS) porque aumenta la velocidad de tránsito de la digesta (Marcof, 2001). Sin embargo, el tratamiento químico mejora aún más la calidad nutricional, principalmente de la paja henificada de cereales, ya que los enlaces químicos de la pared celular, se rompen durante el tratamiento, y entonces la fibra es más fácil de degradar.

El tratamiento químico consiste en empacar el material para tratarlo luego con NaOH o amoníaco. Para aplicar el amoníaco, se colocan las pacas en pilas en forma piramidal, se tapan con una lámina de plástico y se inyecta amoníaco líquido o anhidro. La amoniación con urea (por ejemplo usando urea comercial que se usa en la fertilización de suelos) es la más sencilla y accesible, requiriéndose sólo un lugar cómodo para colocar la paja, mejor si picada, y urea para ser disuelta en agua formando una solución con la que de manera sucesiva se rocía capas de paja picada hasta humedecerlas e ir formando una paca (Marcof, 2001). Para un volumen igual a 100 kg de paja entera o picada la solución a preparar debe contener 4 kg de urea disuelta en 20 L de agua. Luego de rociar el material, éste debe ser cubierto si posible con plástico, dejándolo por al menos 20 a 30 días (un tiempo un poco más prolongado en climas fríos) para luego ser utilizado. El uso de un pequeño silo o bolsas de plástico permitirá una mejor amoniación durante este periodo. Debe tenerse en cuenta que el uso de la urea para tratar pajas de cereales logra un impacto en la productividad en sistemas donde la alimentación utiliza recursos pobres y no se suplementa con concentrados. En sistemas de alimentación mejorados el uso de pajas tratadas con

urea, si bien puede lograr una mejora en el valor nutricional, la magnitud de esa mejora no justifica la inversión.

En la Figura 1 se presenta un resumen de diferentes resultados experimentales del tratamiento con amoníaco, ya sea a través de la hidrólisis de la urea o del amoníaco anhidro o líquido. Aunque variables, en dependencia de una serie de factores, los resultados muestran que se produjo un incremento neto de la digestibilidad por encima del 10 %.



**Figura 1. Efecto del tratamiento con amoníaco en la digestibilidad de los residuos de cosecha de cereales.**

*Fuente:* Fundora (1998).

## Suplementación de Costo Mínimo

### Suplementación con bloques urea-melaza

Una alternativa de suplementación nitrogenada que se ha utilizado en animales consumiendo residuos de cosechas es a través del uso de los bloques urea-melaza. Los bloques urea-melaza constituyen una alternativa viable de suplementación para animales en pastoreo o alimentados con rastrojos, por no requerir de tecnología complicada ni inversiones cuantiosas. Marcof (2001), en el semiárido de México, indicó que ovejas que consumieron estos bloques lograron ganancias 32% superiores que aquellas que sólo consumieron residuos de cosecha en pastoreo; de igual modo, el peso al nacimiento de las crías de ovejas que consumieron bloques se incrementó en 1,23 kg en relación con las crías de madres no suplementadas.



Los bloques urea-melaza se justifican cuando hay deficiencia de nitrógeno y energía en la dieta diaria de caprinos, ovinos o bovinos. La composición de estos bloques puede ser variada, dependiendo de los recursos disponibles. Pinos-Rodríguez *et al.* (2011), evaluaron el efecto de la suplementación con bloques en cabras, en un sistema extensivo de pastoreo en el norte de México. El estudio utilizó cabras criollas con diferentes grados de cruzamiento con las razas Saanen, Anglo-Nubia, Alpina y recientemente Boer, y se realizó en los meses más secos del año (Octubre a Marzo). La vegetación que consumían las cabras en este sistema estaba conformada por árboles y arbustos (*Larrea tridentata* Cov., *Florensia cernua*, *Acacia farnesiana*, *Dalea tuberculata*, *Rhus microphylla* Engelm., *Solanum elaeagnifolium*, *Sphaeralcea angustifolia*), cactáceas (*Opuntia rastrera*), agaváceas (*Agave lechuguilla* Torr.) y pastos (*Bouteloua curtipendula*, *Aristida arizonica*). Los bloques fueron elaborados con (porcentajes expresados en base seca): cladodios de *Opuntia ficus indica* (30%), melaza de caña (20%), residuo de cosecha (paja) de maíz (20%), urea (10%), sal común (10%), cemento (5%) y cal (5%). La composición química de estos bloques fue (porcentajes en base seca): proteína cruda (30%), fibra detergente neutro (45%) y cenizas (27%). Por la mañana, las cabras salían a pastar, y por la tarde, al retorno del pastoreo, se ofreció el bloque a libre acceso. La Tabla 1 muestra que las cabras suplementadas con bloque tuvieron tamaños de camada y producciones de leche mayores que las no suplementadas. Además, los cabritos hijos de cabras suplementadas con bloque resultaron ser más saludables y tener menor mortalidad que los provenientes de cabras no suplementadas, aunque estas diferencias no alcanzaron un nivel estadístico significativo.

En los bloques urea-melaza, la urea (rica en nitrógeno) y la melaza (rica en azúcares) aportan nutrientes adecuados que contribuyen a mayor eficiencia de la función ruminal y de la productividad animal, respectivamente. Los subproductos o rastrojos son la estructura o esqueleto que dan soporte al bloque; el ingrediente

**Tabla 1. Efecto de la suplementación con bloques en el desempeño productivo de cabras en un sistema extensivo del norte de México.**

Ítems	Sin bloque	Con bloque	EEM	Efecto de bloque, %
Mortalidad de cabritos, (%) <sup>(1)</sup>	3,0	2,9	0,09	+ 6,6
Cabritos sanos, (%) <sup>(1)</sup>	92,1	96,4	0,05	+ 4,6
Tamaño de camada	1,3 <sup>a</sup>	1,5 <sup>b</sup>	0,01	+ 15,3
Cambios de peso en cabras, (kg) <sup>(2)</sup>	-9,4	-9,8	0,06	+ 4,2
Producción de leche, (g) <sup>(3)</sup>	765,0 <sup>a</sup>	950,0 <sup>b</sup>	8,10	+ 24,1

Fuente: Pinos-Rodríguez *et al.* (2011).

Notas: <sup>(1)</sup>0 a 6 mese de edad; <sup>(2)</sup>Primeros 3 meses de lactación; <sup>(3)</sup>Cabras alimentando 2 cabritos los 3 primeros meses de lactación; EEM = Error estándar de la media; a,b Medias acompañadas de letras diferentes implican diferencias contrastantes (P < 0.05).

proteico (por ejemplo la torta de algodón) proporciona aminoácidos y péptidos para el crecimiento de las bacterias del rumen; la sal común, además de aportar sodio, proporciona palatabilidad al bloque; y la melaza, cal y/o cemento tienen la función principal de aglutinar y compactar los ingredientes que componen el bloque. Cada uno de estos ingredientes puede ser sustituido por algún otro, siempre y cuando cumpla con la función antes descrita.

### *Proceso de fabricación*

Antes de iniciar con el proceso de fabricación de los bloques, debemos tener claro su objetivo, si éste es suplementar durante la época seca, entonces, su fabricación debe planearse antes de esa época para conservar o conseguir los ingredientes con los que se elabora el bloque, aunque su fabricación debe realizarse en la época que será usado. Los bloques pueden ser fabricados en pequeña o gran escala, dependiendo del número de productores y de la extensión del período de uso. Los bloques con un peso aproximado de 5 kg (peso seco) son los más apropiados. Los pasos que se deben seguir para la fabricación de los bloques son pesaje, molienda, mezclado y compactación de ingredientes.

Una vez que los ingredientes se han molido, se procede con su mezclado, el cual puede realizarse de manera manual o con maquinaria. El mezclado homogéneo tiene vital importancia en la elaboración del bloque, ya que se debe buscar que la urea (fuente concentrada de nitrógeno) esté distribuida de manera uniforme en la totalidad del bloque.

El orden del mezclado de los ingredientes es variado. Los ingredientes pueden ser incorporados a la mezcla en el siguiente orden: melaza, urea, sal y minerales, cemento



Fotos: Juan Manuel Pinos-Rodríguez

**Productores caprinos venezolanos del estado Lara (izquierda) pesando ingredientes y sus contrapartes mexicanos (derecha) en San José de la Peña, del estado de San Luis Potosí, moliendo ingredientes para la fabricación de bloques**

y/o cal y, finalmente, los ingredientes fibrosos. Sin embargo, cuando se usan ingredientes con mayor contenido de humedad como el nopal y/o tuna, entonces el orden de mezclado puede ser el siguiente:

- 1) Primero se deben mezclar todos los ingredientes pulverizados que se usan en menor proporción, por ejemplo, la sal, los minerales, la cal y/o cemento. El cemento y la cal deben ser mezclados previamente con agua y la sal. La proporción recomendada es de 3 a 4 L de agua, 2,5 kg de sal y 10 kg de cemento y/o cal.
- 2) Una vez que los ingredientes menores han sido mezclados, se procederá a incorporarlos con los ingredientes voluminosos como los forrajes secos (pajas) o húmedos (nopal y/o tunas).
- 3) Luego se incorporará la urea y la melaza. Para ello, dentro de un recipiente con un poco de agua (3 a 4 L) se coloca la urea para solubilizarla. Posteriormente, en otro recipiente que contiene la melaza se vierte la mezcla de agua-urea y se mezcla.
- 4) Finalmente se hace la mezcla de los ingredientes menores, la de los ingredientes abundantes o toscos y la de la solución de melaza-urea.

Si la elaboración de bloques es a pequeña escala (50 a 150 bloques por día) la mezcla debe ser manual; si la producción es considerable en cantidad (por ejemplo a una tasa mayor de 150 bloques por día), entonces será necesario usar una mezcladora mecánica. Las mezcladoras de cemento mezclan horizontalmente, y su eficiencia de mezclado no es la mejor, pero por su disponibilidad y precio son las más usadas. Las mezcladoras horizontales (que se usan en las panaderías) son mejores, aunque su precio es elevado. Una vez que los ingredientes están completamente mezclados, se

Fotos: Juan Manuel Pinos-Rodriguez



**Productores de San José de la Peña, San Luis Potosí, México mezclando ingredientes y concluyendo la elaboración de bloques**

procede a su compactación. Los bovinos consumen el bloque con ayuda de su lengua, es decir, lo lamén; por el contrario, las cabras y los ovinos tienden a mordisquearlo. Es importante tener en cuenta estos hábitos de consumo, puesto que si el bloque resulta ser demasiado duro, las cabras, en particular adultas, podrían perder algunos dientes. Makkar *et al.* (2007) recomienda un tamaño de bloque de 25x15x10 cm con un peso aproximado de 4,5 a 5,0 kg.

El compactado de los bloques también se puede hacer manualmente o con prensas especiales sencillas de construir (ver foto).

Una vez elaborados los bloques, es necesario secarlos a temperatura ambiente. Es muy importante que durante este proceso, los bloques sean protegidos de las lluvias, aves y roedores. Con preferencia, los bloques no deben estar expuestos directamente a los rayos del sol, pero deben estar muy bien ventilados.



Foto: Juan Manuel Pinos-Rodríguez

**Investigador brasileño de Embrapa Semiárido, Petrolina, Pernambuco, revisando la herramienta utilizada para la compactación de bloques**

### **Uso de bloques urea-melaza**

Es importante recordar que los bloques que se están considerando aquí son sólo un suplemento y que no deben ser la única fuente de alimento. Las cabras requerirán seguir consumiendo los alimentos convencionales, ya que de otra forma, el consumo del bloque será alto, lo que podría causar intoxicación por urea. Los bloques urea-melaza, pueden ofrecerse a cualquier rumiante adulto (bovino, ovino o caprino) pero nunca a animales de estómago simple como aves, cerdos, caballos, burros o conejos), ni tampoco a rumiantes lactantes como cabritos o corderos. En el caso que la elaboración de bloques sea limitada, su uso debe ser preferencial. Primero debe ofrecerse a cabras gestantes y lactantes.

Como se indicó anteriormente, la función de los bloques urea-melaza es mejorar la utilización o digestibilidad de los forrajes de baja calidad, especialmente durante la época seca, razón por la cual, su uso, producción y distribución debe limitarse a este período crítico. El uso de los bloques no debe sustituir el consumo de otros alimentos. Cuando la vegetación o los forrajes están verdes y succulentos, los bloques no ofrecen ventajas y su uso no será redituable, al menos que se tenga la seguridad que exista una deficiencia de nitrógeno en la dieta de los animales.

Otro aspecto importante en el uso de bloques urea-melaza es el periodo necesario para lograr la adaptación o acostumbramiento del animal a consumirlos. Al iniciar su uso, el nivel recomendable de urea es de 5%, al menos durante las primeras dos semanas. En caso de ser necesario, el nivel de urea puede aumentarse hasta 8% con el período de acostumbramiento previo. Para evitar el consumo excesivo de bloque en los primeros días de ofrecido, los bloques son colocados durante sólo una hora en los 3 primeros días, dos horas los tres días subsecuentes, y 3 horas los otros tres días subsecuentes, y así sucesivamente hasta que los animales se hayan acostumbrado al consumo del bloque, el cual puede permanecer disponible durante la noche. Una vez acostumbrados, los bovinos y las cabras pueden consumir los bloques a libre acceso, procurando siempre que la disponibilidad de forrajes y alimentos convencionales sea la adecuada. Detalles sobre elaboración y uso de bloques para suplementar rumiantes han sido descritos por Ben Salem y Nefzaoui (2003).

## **Uso de la Vegetación Nativa**

### **Uso de árboles y arbustos**

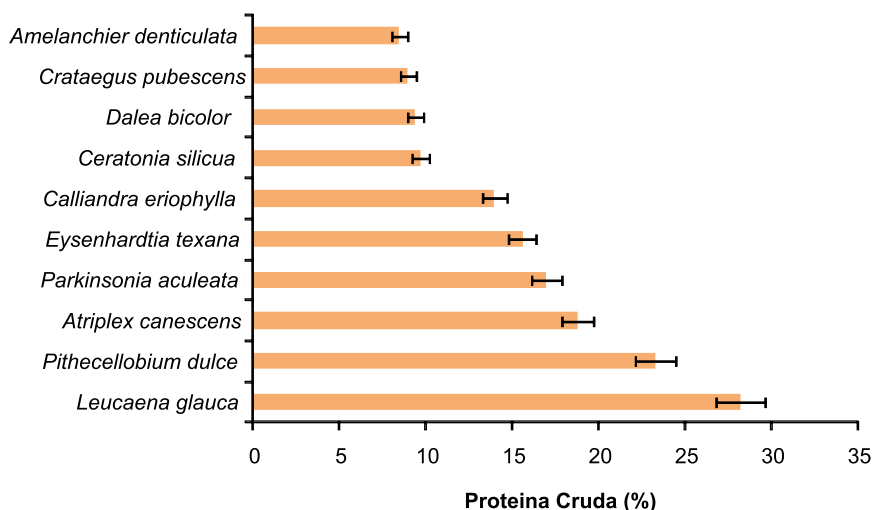
El follaje de árboles y arbustos para alimentar rumiantes es una práctica universal aceptada. El contenido de proteína de estos follajes es superior a 10% (Figura 2) como es el caso de *Leucaena glauca*, manteniendo una producción estable durante las



Fotos: Juan Manuel Pinos-Rodríguez

### Bloque y forrajes para la suplementación de caprinos en el norte de México (San José de la Peña, San Luis Potosí, México)

diferentes épocas del año (Foroughbakhch y Háuad, 1990). Para obtener los beneficios de los arbustos y árboles forrajeros hay que identificar aquellos que producen y mantienen follaje verde durante la temporada de invierno y principios de la primavera, que sean resistentes al pastoreo, que tengan la posibilidad de producir ramas desde la base del tallo y que puedan mantenerse a una altura que asegure la accesibilidad física del animal para el ramoneo.



**Figura 2. Contenido de proteína cruda (en base seca) de follaje de árboles y arbustos de la vegetación nativa que consumen caprinos en el norte de México.**

Fuente: Pinos-Rodríguez et al. (2007b).

La información de la Figura 2 muestra que *L. glauca*, *P. dulce* y *A. canescens* tienen un contenido de proteína cruda superior a 18%, además de tener una amplia adaptabilidad como para ser establecidas, reproducidas y multiplicadas en las zonas áridas y semiáridas subtropicales de muchos países de América Latina (Pinos-Rodríguez *et al.*, 2007b), siempre y cuando las hábitats no presenten fríos intensos y prolongados, condición limitante para su sobrevivencia. Algunas de estas especies como la mayoría de las leguminosas son sensibles a suelos ácidos. Afortunadamente, los suelos de zonas áridas, salvo excepciones no presentan ese problema. El follaje de las leguminosas puede ser ofrecido fresco o henificado. Un concepto que ha funcionado en sistemas tropicales de producción animal, es el de banco de proteína, el cual consiste en un área sembrada con leguminosas forrajeras herbáceas, rastreras o erectas, o de tipo arbustivo, que se emplean para corte o pastoreo directo por los rumiantes, como complemento al pastoreo de pastos. Sin embargo, este tipo de estrategia en las zonas áridas comunales de México, como las que se describen en este capítulo requiere ser evaluada.

## El maguey y el nopal como alimentos alternativos para rumiantes

En las regiones áridas y semiáridas existen plantas adaptadas a la condición de escasez de agua, y con capacidad de aportar nutrientes en la época seca. Ejemplos de estas plantas incluyen el maguey (*Agave salmiana*) y el nopal (*Opuntia* spp.).

### *El maguey*

Esta planta del género *Agave* ha sido profusamente utilizada desde tiempos prehispánicos como alimento, material de construcción y productor de fibras para vestido. *Agave salmiana* es una de las especies de este género distribuidas en el altiplano potosino y es la de mayor importancia económica en la región, al ser utilizada como materia prima del mezcal (Aguirre *et al.*, 2001), una bebida muy difundida en México.

Los principales residuos del proceso asociado con la producción de mezcal son el bagazo, hojas (pencas) de recorte o desvirado y escapos florales (quiotes) inmaduros. Estos materiales pueden representar más del 50% del peso total de la planta y se utilizan ocasionalmente en la alimentación animal. La penca completa de maguey y algunos subproductos de la elaboración del mezcal han sido usados de manera empírica y muy limitada. Sólo recientemente, se realizaron estudios científicos para evaluar el valor del maguey como alimento alternativo para rumiantes y encontrar opciones que optimicen su uso. La Tabla 2 muestra la calidad nutrimental de plantas completas, frescas y ensiladas, de agave para rumiantes. Estos resultados indican que el maguey fresco o ensilado tiene características nutrimentales aceptables. En las zonas áridas y semiáridas del altiplano potosino, el contenido de humedad del maguey lo convierte en



Fotos: Juan Manuel Pinos-Rodríguez

**Campeños revisando (izquierda) la edad de plantas silvestres de agave y cortando (desvirando) agave para su uso como materia prima para la elaboración de mezcal (San Luis Potosí, México)**

**Tabla 2. Rangos en la calidad nutrimental de plantas completas de Agave salmiana fresca y ensilada para rumiantes (valores expresados como porcentajes de la materia seca).**

Característica	Agave fresco	Agave ensilado
Materia seca	10,5 - 22,0	13,8 - 18,0
Materia orgánica	86,2 - 91,4	86,5 - 91,6
Proteína cruda	2,5 - 5,1	3,5 - 4,3
Fibra detergente neutro (FDN)	18,9 - 40,6	32,2 - 46,4
Carbohidratos solubles	18,9 - 35,8	4,7 - 5,1
Saponinas	0,5 - 1,1	0,4 - 0,6
Digestión total de la materia seca	73,0 - 80,0	75,0 - 76,0
Digestión total de la FDN	67,0 - 77,0	70,0 - 72,0

Fuente: Pinos-Rodríguez *et al.* (2006a; 2008a,b; 2009).

un reservorio natural de agua, puesto que los animales que consumen maguey cubren en parte sus requerimientos diarios de agua.

El maguey fresco o ensilado puede ser una fuente única de forraje (fibra) en dietas integrales para rumiantes. La Tabla 3 muestra que borregas *Rambouillet* (con un peso vivo de 45 kg) alimentadas con maguey como fuente de fibra tuvieron ganancias de peso y características de fermentación ruminal aceptables (Pinos-Rodríguez *et al.*, 2006a).



**Tabla 3. Ganancias de peso y fermentación ruminal en borregas alimentadas con una dieta integral con agave como fuente de forraje.**

Ítems	Valores
Ingrediente,% base seca	
Planta madura completa de agave	21,0
Grano de sorgo	65,4
Pasta de soya	10,0
Urea	1,8
Minerales	1,8
Composición y calidad nutrimental, % base seca	
Proteína cruda	17,0
Fibra detergente neutro	27,6
Cenizas	8,9
Degradación ruminal (72 h)	82,5
Variables ruminales, 3 h postalimentación diurna	
pH	5,7
Nitrógeno amoniacal, mg/dl	1,2
Ácidos grasos volátiles, mol/100 mol	
Acético	57,0
Propiónico	32,8
Butírico	12,7
Totales, mmol/L	62,0
Ganancia diaria de peso g	160,0
Consumo diario de materia seca, kg	1,7
Conversión de alimento	10,6

Fuente: Pinos-Rodríguez *et al.* (2006a).

### **El nopal**

La calidad nutrimental de los cladodios de *Opuntia* spp. es muy variada (Pinos-Rodríguez *et al.*, 2006b), y depende de la especie, edad y condiciones de cultivo (Ramírez-Tobías *et al.*, 2007). Algunas cladodios de especies de *Opuntia*, en particular de las especies cultivadas sin espinas producen altas cantidades de biomasa (base húmeda) (226 ton/ha) y con alto contenido de proteína cruda (18% de la MS) (Pinos-Rodríguez *et al.*, 2010) en comparación con cladodios silvestres con espinas.

Cuando se usan cladodios con espinas, es necesario quemarlas o chamuscarlas con ayuda de quemadores de gas u otro tipo de combustible y así evitar que los animales se dañen al consumirlas. Las especies de *Opuntia* destinadas al consumo de nopal como verdura no tienen espinas y si llegan a tenerlas, éstas son demasiado pequeñas (ver foto), en consecuencia estas especies pueden ser consumidas sin necesidad de aplicarles un tratamiento especial.

En algunos países como Brasil y México, el nopal es picado o molido con picadoras mecánicas de forrajes verdes o húmedos.



Foto: Juan Manuel Pinos-Rodríguez

**Nopal silvestre de San Luis Potosí, México**



A



B

Fotos: Juan Manuel Pinos-Rodríguez

**Nopal con espinas (a) y sin espinas (b) (San Luis Potosí, México)**

El nopal silvestre pareciera ser un alimento con características nutrimentales no necesariamente atractivas; sin embargo, en la época seca esta especie se convierte en uno de los recursos forrajes, sino el único, de mayor importancia para el ganado. La percepción anterior cambia en el caso de nopal cultivado en condiciones comerciales e intensivas donde se utiliza fertiriego para incrementar su productividad. En estas condiciones de producción el nopal se torna en un cultivo forrajero muy interesante, incluso con características más deseables que otros forrajes tradicionales. Algunas

Fotos: Juan Manuel Pinos-Rodríguez



**Maquinas picadoras de nopal fabricadas en Brasil (izquierda) y en México (derecha)**

Foto: Juan Manuel Pinos-Rodríguez



**Plantación comercial de nopal con fertiriego para consumo humano y animal. Rancho “El Bordatxo” San Felipe, Guanajuato, México**

estimaciones confirman que *O. ficus indica* puede llegar a producir anualmente 36 ton de materia seca/ha y 6 ton de proteína cruda/ha (Ramírez-Tobías *et al.*, 2010), los cuales son superiores a las 21 ton de materia seca/ha y 5 ton de proteína cruda/ha producidas por la alfalfa, y 33 ton de materia seca/ha y 4 ton proteína cruda producida/ha por cultivos mixtos de sorgo y avena (Alpura, 2005).

El nopal cultivado en un régimen intensivo también consume menos agua que otros cultivos; sin embargo, aún no se validó la posibilidad de producir nopal como forraje en explotaciones tecnificadas y de gran escala. Al igual que con otros forrajes, el nopal puede formar parte integral de dietas completas para rumiantes. Investigaciones desarrolladas en nuestro Instituto (IIZD) y en granjas comerciales (“El Bordatxo”, San Felipe, Guanajuato, México) demostraron que el nopal puede ser un ingrediente eficiente en dietas completas para finalizar corderos (Tabla 4).

Los cladodios de *Opuntia* spp. pueden constituir parte de dietas de costo mínimo, principalmente para productores de escasos recursos como los que poseen sistemas extensivos en las zonas áridas y semiáridas de Latinoamérica. Por ejemplo, una dieta (base seca) con 50% cladodios, 15% grano entero, 32,5% paja, 1,5% urea y 1% sal común, puede ser adecuada para suplementar caprinos y ovinos en pastoreo extensivo.

**Tabla 4. Desarrollo productivo y digestibilidad en borregos en finalización alimentados con dietas integrales con cladodios de *Opuntia ficus indica*.**

Ingredientes	% base húmeda	Análisis químico	% base seca	Resultados obtenidos	Valores
Cladodios de nopal	20,0	Materia seca	73,3	G-Peso, g/día	270,0
Sorgo en grano	42,2	Proteína cruda	16,3	Cons-MS, kg/día	1,0
Pasta de soya	11,0	FDN	16,1	Conv-Alimento	3,7
Maíz quebrado	19,6	Cenizas	9,1		
Premezcla mineral	7,2	Digest-MS	77,8		
		Digest-FDN	33,6		

Fuente: Pinos-Rodríguez *et al.* (2007a).

Notas: MS = Materia seca; FDN = Fibra detergente neutro; Digest-MS = Digestibilidad de la MS; Digest-FDN = Digestibilidad de la FDN; G-Peso = Tasa de ganancia de peso; Cons-MS = Consumo de la MS; Conv-Alimento = Tasa de conversión de alimento.

## Conclusiones

Los sistemas de alimentación de rumiantes menores en las zonas áridas y semiáridas de México pueden ser modificados y mejorados substancialmente con el uso de estrategias nutricionales adecuadas. Como parte del conocimiento local, los

productores de estas zonas aplican sus propias estrategias a través de la interacción con zonas de cultivo para utilizar rastrojos y residuos vegetales durante la época seca además del follaje de la vegetación nativa. Estas opciones que pueden ser mejoradas por otras desarrolladas por la ciencia, deben ser tomadas en cuenta y estudiadas para adecuar mejor las nuevas tecnologías a ser propuestas. La amonización de residuos, en particular de pajas de cereales, ha demostrado ser útil en mejorar el valor nutricional de estos materiales para suplementar animales en periodos críticos. El uso de bloques es un avance significativo en esa dirección porque constituye un vehículo que integra ingredientes de bajo costo producidos en la zona (p. ej. nopal y maguey) y la urea para suplementar animales confrontando déficits nutricionales y pastoreando en pastos pobres. Su uso no está aún muy generalizado, esperando que la extensión y el desarrollo tomen parte en su escalamiento y masificación. La interacción de la empresa privada para elaborar bloques en gran escala será decisoria en este contexto. El maguey y el nopal son plantas nativas de la región y tienen condiciones forrajeras excelentes para su integración con los sistemas alimenticios de la ganadería del semiárido. El nopal en particular tiene un futuro promisorio como planta forrajera por su alta productividad de agua. Se espera que su cultivo se incorpore a la producción comercial y que la fitotecnia pueda ofrecer cultivares mejorados en cuanto a producción de proteína y biomasa se refiere. Estas opciones ligadas a la alimentación estratégica pueden no sólo resolver problemas limitantes para la producción animal sino también tornar ésta en un actividad competitiva y de mayor generación de ingresos para al productor.

## Literatura Citada

- Aguirre, R.J.R., H. Charcas y J.L. Flores. 2001. El Maguey Mezcalero Potosino. Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología y Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P., México. 87 pp.
- Alpura. 2005. Summer evaluation of corn hybrids for ensiling. Department of Technical Service. Grupo Alpura, México.
- Ben Salem, H. and A. Nefzaoui. 2003. Feed blocks as alternative supplements for sheep and goats. *Small Ruminant Research* 49: 275-288.
- Foroughbakhch, R. y A.L. Háuad. 1990. Crecimiento, biomasa y valor nutritivo del guaje en el Noreste de México. *Revista Manejo de Pastizales-Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales A.C.* 4(1): 5-9.
- Fundora, O. 1998. Uso de esquilmos y residuos agroindustriales en la alimentación de bovinos. En: Memorias del Curso: "Estrategias de Alimentación para Ganado Bovino en el Trópico". Banco de México-FIRA. Centro de Desarrollo Tecnológico Tantakin, S.L.P., México. pp. 136-159.
- Gómez y González, A., J.M. Pinos-Rodríguez y J.R. Aguirre Rivera. 2009. Manual de Producción Caprina. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P., México. 186 pp.
- Makkar, H.P.S., M.S. Sánchez and A.W. Speedy. 2007. Feed Supplementation Blocks. Urea-molasses multinutrient blocks: simple and effective feed supplement technology for ruminant agriculture. FAO Animal Production and Health Papers. FAO-Rome, Italy. 248 pp.
- Marcos, A.C. 2001. Uso de subproductos agrícolas en la alimentación de rumiantes. En: Memorias del XLIII Aniversario del Departamento de Zootecnia. Temas relevantes en producción de rumiantes. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. pp. 22-34.

- Pinos-Rodríguez, J.M., J.R. Aguirre-Rivera, J.C. García-López, M.T. Rivera-Miranda, S. González-Muñoz, S. López-Aguirre and D. Chávez-Villalobos. 2006a. Use of “Maguey” (*Agave salmiana* Otto ex. Salm-Dick) as forage for ewes. *Journal of Applied Animal Research* 30: 101-107.
- Pinos-Rodríguez, J.M., R. Duque-Briones, J.A. Reyes-Agüero, J.R. Aguirre-Rivera, J.C. García-López and S. González-Muñoz. 2006b. Effect of species and age on nutrient content and *in vitro* digestibility of *Opuntia* spp. *Journal of Applied Animal Research* 30: 13-17.
- Pinos-Rodríguez, J.M., J.C. Velásquez-Blanco, S.S. González-Muñoz, J.C. García-López, J.R. Aguirre-Rivera and R. Bárcena. 2007a. Evaluation of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) as forage in a high concentrate total mixed ration on finishing lambs. *Journal of Applied Animal Research* 32: 161-164.
- Pinos-Rodríguez, J.M., J.R. Aguirre-Rivera, M. Mellado, J.C. García-López, G. Álvarez-Fuentes and J.C. Méndez-Villazana. 2007b. Chemical and digestibility characteristics of some woody species browsed by goats in central Mexico. *Journal of Applied Animal Research* 32: 149-153.
- Pinos-Rodríguez, J.M., M. Zamudio and S.S. González. 2008a. The effect of plant age on the chemical composition of fresh and ensiled *Agave salmiana* leaves. *South African Journal of Animal Science* 38: 43-50.
- Pinos-Rodríguez, J.M., S. Gonzalez-Muñoz, B. Badillo, J.C. García-López, J.R. Aguirre-Rivera and S. Infante. 2008b. Chemical composition and ruminal *in vitro* degradation of fresh or silage of *Agave salmiana* Otto ex. Salm-Dick. *Journal of Applied Animal Research* 33: 45-48.
- Pinos-Rodríguez, J.M., M. Zamudio, S.S. Gonzalez, G.D. Mendoza, R. Barcena, M.E. Ortega and L.A. Miranda. 2009. Effects of maturity and ensiling of *Agave salmiana* on nutritional quality for lambs. *Animal Feed Science and Technology* 152: 298-306.
- Pinos-Rodríguez, J.M., J.C. Velázquez, S.S. González, J.R. Aguirre, J.C. García, G. Álvarez and Y. Jasso. 2010. Effects of cladode age on biomass yield and nutritional value of intensively produced spineless cactus for ruminants. *South African Journal of Animal Science* 40: 245-250.
- Pinos-Rodríguez, J.M., M.G. López, J.C. García-López, M. Mellado and Y. Jasso-Pineda. 2011. Effects of urea-prickly pear-molasses block supplementation on growth and milk production of crossbred goats on arid rangelands. *Journal of Applied Animal Research*. In press.
- Ramírez-Tobías, H.M., J.A. Reyes-Agüero, J.M. Pinos-Rodríguez and J.R. Aguirre-Rivera. 2007. Effect of the species and maturity over the nutrient content of cactus pear cladodes. *Agrociencia* 41: 619-626.
- Ramírez-Tobías, H.M., J.R. Aguirre-Rivera, J.M. Pinos-Rodríguez and J.A. Reyes-Agüero. 2010. Nopalito and forage productivity of *Opuntia* spp. and *Nopalea* sp. (Cactaceae) growing under greenhouse hydroponics system. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 8: 660-665.
- Zamudio, D.M., J.M. Pinos-Rodríguez, S.S. González, P.H. Robinson, J.C. García and O. Montañez. 2009. Effects of *Agave salmiana* Otto Ex Salm-Dyck silage as forage on ruminal fermentation and growth in goats. *Animal Feed Science and Technology* 148: 1-11.



## VI. Experiencias en el Mejoramiento Genético







# Capítulo 22

## Experiencias con Estructuras Genéticas para el Mejoramiento de Rumiantes Menores en las Zonas Áridas

Joaquín P. Mueller

*Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Bariloche, Argentina*

### Introducción

Dependiendo de la correlación de los fenotipos, el apareamiento puede ser al azar o selectivo, ya sea positivo o negativo. El apareamiento de lo mejor con lo mejor para aumentar la probabilidad de que la descendencia lleve los mejores genes es por lo general la mejor estrategia en la cría de razas puras. Las estructuras genéticas se refieren a la organización de un apareamiento selectivo positivo y pueden ser vistas en los animales de un mismo rebaño o en una población de animales de varios rebaños. La organización de una estructura genética es parte del diseño y de la operación de un plan de mejoramiento y por lo tanto directamente vinculada a otros aspectos esenciales tales como la definición de objetivos de mejoramiento y la elección de los criterios de selección. Las estructuras genéticas involucran la estratificación de los animales para el apareamiento. La elección y operación de una estratificación adecuada puede ser una tarea difícil en sistemas de bajos insumos, como los sistemas de pequeños productores de recursos limitados, debido a una serie de dificultades que deben superarse, tales como: tamaño pequeño de la población, rebaños individuales pequeños, pastoreo nómada o de trashumancia, y falta de registros de producción y de genealogía (Kosgey *et al.*, 2006). Con el fin de analizar las formas de superar estos problemas, en particular en poblaciones de rumiantes menores de una raza determinada, este capítulo hace una breve revisión de estructuras genéticas típicas y sus características y luego analiza algunos ejemplos de programas de mejoramiento de ovinos, caprinos y camélidos sudamericanos.

### Estructuras Genéticas

#### Ninguna estructura genética

En los sistemas de bajos insumos que crían razas locales, puede ser difícil para el productor detectar los mejores animales con alta precisión y puede ser aún más difícil organizar un apareamiento estratificado en su rebaño. Además es común que no encuentre reproductores adecuados disponibles fuera del rebaño, porque la mayoría

de estos sistemas no incluyen rebaños especializados en producir machos mejorados. Por lo tanto, los nuevos reproductores se escogen con poca información, a edad muy temprana, y los apareamientos futuros ocurren al azar dentro del rebaño. Si este es el caso se podría decir que no existe una estructura genética y la consecuencia de esta situación es que el progreso genético es lento, restringido a la selección natural.

## Estructura piramidal convencional

Las poblaciones de las razas internacionales de ovinos, como Merino, *Corriedale*, *Texel*, *Frisona* o *Romney* por lo general tienen, al menos parcialmente, una estructura genética con un nivel superior de rebaños cabaña o núcleos de venta de machos a los rebaños multiplicadores los que a su vez proporcionan los machos a los rebaños comerciales. La estructura convencional puede ser muy efectiva cuando el tamaño y la operación del núcleo son adecuados y la difusión es funcional. Las estructuras genéticas convencionales también dan cabida a la selección y producción. El nivel superior puede manejarse para maximizar el progreso genético y el resto de la estructura puede manejarse para maximizar la producción. Las propiedades de tales estructuras son bien conocidas.

### Progreso genético y retraso genético

Después de unas pocas generaciones iniciales la tasa de progreso en el rebaño multiplicador y los rebaños comerciales resulta ser la misma que la del núcleo y habrá un retraso en la transmisión de las ganancias entre los diferentes estratos de la pirámide. Si en los estratos inferiores se utilizan machos y hembras con mérito genético promedio, entonces el retraso es equivalente a dos generaciones de mejoramiento. Por ejemplo, si  $G$  es la tasa de ganancia y  $L_B$  es el promedio del largo de generación en el estrato multiplicador (subíndice B), entonces el retraso en el progreso genético  $A$  entre el núcleo y el multiplicador es  $A = 2L_B G$ , o  $A/G$  años de mejora. Si los machos y/o hembras del núcleo utilizados en el estrato multiplicador están por encima del promedio entonces el retraso se reduce a menos de dos generaciones de mejoramiento. Por ejemplo, si machos ( $M$ ) del núcleo ( $N$ ) que serán usados en el estrato multiplicador tienen un diferencial de selección genética  $D_{NMB}$  mayor que la media del núcleo en el momento de su nacimiento y las hembras en este mismo estrato ( $F$ ) tienen un diferencial de selección de  $D_{BFB}$  entonces James (1977) mostró que  $A = 2L_B G - D_{NMB} - D_{BFB}$ . Los multiplicadores pueden también usar algunos de sus machos producidos en el mismo rebaño, además de los machos del núcleo, con el fin de ahorrar costos de compra de machos o con la expectativa que sus mejores machos superarán a los machos adquiridos del núcleo. En ese caso, si la proporción de machos nacidos en el núcleo es  $w$  y la proporción de los machos producidos en el rebaño propio es  $1-w$  con un diferencial de selección  $D_{BMB}$  entonces el retraso se convierte en:

$$A = (2L_B G - wD_{NMB} - (1 - w) D_{BMB} - D_{BFB})/w$$

$L_B$  tiene que considerar la edad de los machos del núcleo tal que  $L_B = \frac{1}{2} (wL_{NM} + (1 - w) L_{BM} + L_{BF})$ . Si el estrato multiplicador alcanza un mayor progreso cerrándose a la introducción de machos del núcleo, es decir  $w = 0$ , entonces le irá mejor optando por un núcleo alternativo, con una mayor tasa de progreso. Teniendo en cuenta los diferenciales de selección en ambos estratos, es posible calcular las proporciones óptimas que deben usarse de machos de un núcleo y machos producidos en el mismo estrato multiplicador. Nótese que en la estructura convencional la tasa de ganancia genética es  $G = \frac{1}{2} (D_{NMN} + D_{NFN})/L_N$ .

### *El tamaño y la difusión*

Si se conoce el tamaño del núcleo, por ejemplo a través de los registros del libro genealógico, es fácil calcular el número aproximado de hembras que pueden ser apareadas en el estrato multiplicador con machos de ese núcleo. Si hay  $n_F$  hembras en el núcleo y la tasa de reproducción efectiva (machos candidatos para la selección por 100 hembras) es  $r$  y la presión de selección (machos seleccionados por 100 candidatos) es  $s$ , entonces el número de machos nacidos en el núcleo para el estrato multiplicador es  $n_F * r * s$ . Si en el estrato multiplicador la tasa de apareamiento (machos/hembras) es  $mr$  y la tasa de reemplazo (hembras nuevas/hembras adultas) es  $rr$ , entonces, la estructura incluye  $n_F * r * s / (mr * rr)$  hembras en el estrato multiplicador. El número de hembras en la población comercial puede calcularse de una manera similar. Los cálculos pueden hacerse en el sentido inverso para estimar cuantas hembras del núcleo son necesarias para una determinada población total de hembras. Al analizar las estructuras convencionales de mejoramiento a menudo resulta que el tamaño del núcleo no es suficiente para proporcionar todos los machos necesarios al estrato multiplicador si estos proporcionan los machos suficientes para la base (la población a ser mejorada). Eso significa que  $w < 1$ , a menos que se haga uso de la inseminación artificial, un procedimiento no realista en el caso de pequeños rumiantes en la mayoría de los países. Por supuesto que puede haber más estratos multiplicadores para producir los machos necesarios, pero en ese caso el sistema será ineficiente en cuanto a la demora de progreso entre el núcleo y la población base. Por ejemplo, con un estrato multiplicador adicional, con machos promedio transferidos de estrato a estrato y sin selección en las hembras, la población base se rezagaría del núcleo en un promedio de 6 generaciones de selección, algo así como 21 años, si  $L = 3,5$  años. El problema del tamaño del núcleo puede estar relacionado con normas del libro genealógico. A menudo las sociedades de criadores tienen sus libros genealógicos cerrados o aceptan registrar sólo animales con alto grado de selección (por ejemplo de quinta generación), en otras palabras protegiendo los núcleos de la competencia al mantener números pequeños. El principal efecto de esta política es una baja tasa de descarte en el núcleo que afecta el progreso

genético de toda la población. Un problema adicional con el tamaño del núcleo es la consanguinidad. La tasa anual de consanguinidad en una población cerrada con generaciones superpuestas puede estimarse como  $\Delta F = \frac{1}{2}NeL$ , con un tamaño de la población efectiva  $Ne = 4Ln_M n_F / (n_M + n_F)$ , donde  $n_M$  y  $n_F$  son los números de ‘nuevos’ machos y hembras utilizados cada año en el núcleo. Por ejemplo, si un núcleo utiliza sólo un nuevo macho producido en el mismo rebaño cada año, la tasa anual de consanguinidad sería de alrededor del 1%. A este ritmo la tasa de reproducción en ovinos se reduciría en aproximadamente 1% por año. La consanguinidad en una estructura de mejoramiento convencional dependerá de los tamaños de núcleo individuales. Muchos rebaños de pedigrí utilizan pocos machos nuevos, aunque también suelen introducir machos de otros rebaños pedigrí, una medida que puede frenar temporalmente la acumulación de consanguinidad. Cuando el núcleo está repartido en diferentes rebaños y no se usan machos nacidos en el propio rebaño, como en los sistemas de apareamiento circular, la tasa de consanguinidad se puede mantener más baja (Taddeo *et al.*, 2002).

## Sistemas de Núcleo Abierto

La estructura convencional puede ser considerada como un caso especial de una estructura más general sin restricciones en el flujo de genes. Por ejemplo, en lugar de mantener cerrado el núcleo a machos de estratos inferiores, se puede permitir que los animales superiores de los rebaños de multiplicación o de la base puedan migrar al núcleo. Sea  $x$  y  $v$  la proporción de hembras y machos del núcleo, nacidos en la base. En este caso diremos que el núcleo está abierto a un flujo de genes hacia arriba (desde la base). Si bien esto no es común en las estructuras convencionales de mejoramiento, puede ser el caso de programas de mejoramiento diseñados, en particular para pequeñas poblaciones, como las poblaciones de comunidades o grupos de pequeños agricultores. Los sistemas de núcleo abiertos se proponen también en los casos en que no existe una estructura de manera que la nueva estructura se establece mediante la organización de un rebaño con las mejores hembras disponibles que suministrará machos al sistema. Esquemas de núcleo abierto, en particular esquemas de mejoramiento grupales incluyen muchas características del ‘mejoramiento participativo’, un término que se originó en el mejoramiento genético de plantas. El concepto principal de mejoramiento participativo aplicado al mejoramiento genético es que los machos sean seleccionados para producir de manera adecuada en los ambientes de destino, en los que se crían los animales a ser mejorados. En los esquemas de núcleo abierto los rebaños miembros tienen que acordar sobre un objetivo de mejoramiento y contribuir con sus mejores hembras al núcleo. A su vez estas hembras, mejor adaptadas a los diferentes ambientes, serán las madres de los futuros machos a ser seleccionados y usados como reproductores. Esto no sucede en las estructuras convencionales de mejoramiento y es una ventaja clave de los sistemas de núcleo abierto. Si el núcleo se encuentra en un ambiente diferente a

la base (como ocurre a menudo con núcleos cabañas en una estructura convencional) entonces independientemente de la magnitud de la correlación genética entre ambientes un núcleo abierto será siempre superior a uno cerrado (del Bosque y Kinghorn, 1987a).

### Núcleo único y rebaño base único

Veamos primero el caso de un núcleo con un único rebaño base. La estructura óptima de un esquema de mejoramiento de un núcleo en términos de proporción de hembras en el núcleo y las tasas de transferencia entre el núcleo y la base, las cuales maximizan la tasa de ganancia genética pueden encontrarse por prueba y error utilizando las fórmulas desarrolladas por James (1977) y Mueller y James (1984b), o mediante el método de migración VGE (Shepherd y Kinghorn, 1992), utilizando el principio de que los puntos de truncamiento de los valores genéticos esperados (VGE), de los grupos contribuyentes de individuos en el núcleo y en la base, deben coincidir (Hopkins y James, 1978). Suponiendo que todos los animales son seleccionados con el mismo criterio y el intervalo de generación es el mismo en el núcleo y la base, el 5-10% de la población debe estar en el núcleo y la mitad de las hembras de reemplazo en el núcleo deben provenir de transferencias desde la base. El efecto de usar excedentes de hembras del núcleo en la base es insignificante y rara vez los machos de la base pueden calificar como para ser usados como reproductores en el núcleo. Las situaciones que pueden modificar esta regla general son las siguientes: con intervalo generacional cortos la ganancia genética en el núcleo es mayor, la demora es mayor y menos hembras de la base califican para ser incorporadas al núcleo, pero el progreso genético es mayor (Hopkins, 1978). Si la precisión de selección es superior en el núcleo entonces menos hembras de la base califican para ser incorporadas en el núcleo (Mueller, 1984). Si bien hay un tamaño de núcleo óptimo, el tamaño efectivo del núcleo debe ser lo suficientemente grande para evitar excesiva consanguinidad. La consanguinidad en un núcleo abierto con muchas más hembras que machos es  $\Delta F = (g^2/8n_{MN} + (1 - g)^2/8n_{MB}) / (gL_N + (1 - g)L_B)^2$ , donde  $n_{MN}$  y  $n_{MB}$  son los números de nuevos machos y hembras utilizados cada año en el núcleo y la base (James, 1978) y  $g = (w + y) / (w + y + x + v)$ , la proporción del flujo total de genes que se origina en el núcleo (y es la proporción de hembras nacidas en la base que se integran al núcleo, las demás proporciones fueron definidas más arriba). Utilizando esta fórmula se puede calcular que la tasa de consanguinidad en los esquemas típicos de núcleo abierto con  $x = 0,5$  es la mitad de la tasa de un núcleo cerrado (con  $x = 0$ ), una ventaja importante de estos esquemas. Debe también destacarse que en sistemas de núcleo abierto

$$G = (gC_N + (1 - g)C_B) / (gL_N + (1 - g)L_B) \text{ y}$$

$$A = 2(L_B G - C_B) / (w + y), \text{ donde, por ejemplo,}$$

$C_N = \frac{1}{2}((1 - v)D_{NMN} + vD_{BMN} + (1 - x)D_{NFN} \times D_{BFN})$ , etc (véase Mueller y James, 1983 en relación con fórmulas detalladas).

## **Núcleo único y base en varios rebaños**

Los sistemas de núcleo abierto se pueden ampliar a un grupo de mejoramiento en el que un grupo de agricultores pueden acordar en operar un núcleo común. Estos sistemas fueron populares en la década de 1980 en Sudáfrica y en otros países. La tasa de ganancia genética para esquemas de mejoramiento de grupo puede calcularse como antes, incluyendo la suma de los diferenciales de selección de los rebaños ponderados por su contribución (Mueller y James, 1984b). La optimización de la tasa de transferencia en los esquemas de mejoramiento de grupo con muchos rebaños es laboriosa, puesto que existirán muchos puntos de truncamiento que deben ser igualados de forma simultánea. Si los rebaños miembros no son muy disímiles en promedio genético, en precisión de selección y en composición, como ocurre en la mayoría de los casos, entonces todos los rebaños podrían ser tratados como una sola base, sin pérdida significativa de precisión. Cualquier diferencia inicial en promedio genético sería igualada después de pocos años. Si los rebaños miembros difieren en gran medida en la precisión de selección o en la composición de rebaño, las tasas de transferencia hacia arriba deben ser mayores desde los rebaños más eficientes. Sólo los rebaños con superioridad marcada en mérito genético a otros miembros de un grupo harían bien en no adherirse a un esquema de mejoramiento grupal (del Bosque y Kinghorn, 1987b).

## **Núcleo disperso**

El establecimiento de un único núcleo en sistemas de mejoramiento de grupo puede ser difícil. Los miembros deben ponerse de acuerdo acerca de la ubicación del núcleo y organizar su funcionamiento y administración. Una alternativa a un núcleo único es el núcleo disperso, en el cual las hembras superiores son identificadas dentro de cada rebaño miembro. Las hembras serán apareadas con machos seleccionados y los machos obtenidos de esas hembras son retenidos para su evaluación y eventual uso como reemplazo de viejos o inferiores. Los núcleos descentralizados tienen también desventajas. Los miembros tienen que controlar el apareamiento, identificar la progenie de las hembras del núcleo y evaluar el desempeño de las crías machos. Es decir que se requiere mantener los machos hasta la selección final en cada rebaño. Una solución intermedia es evaluar a todos los machos candidatos en una estación de prueba de rendimiento, lo cual, además, elimina el efecto de rebaño si esos candidatos a ser evaluados son comparables, es decir, contemporáneos, nacidos en un periodo no muy extendido. Una prueba de progenie puede ser interpretada como un núcleo abierto disperso en el sentido de que los machos y las hembras probadas constituyen el núcleo de producción de machos candidatos para a ser usados en los diferentes rebaños. Estos machos jóvenes son probados en los rebaños de la base, donde, si resultan seleccionados, sus madres se convierten en hembras del núcleo (Mueller y James, 1984a).

## Experiencias con Estructuras de Cría

### Mejoras a una estructura convencional de mejoramiento: Ejemplo con ovinos Merino en la Argentina

La población de ovinos de raza Merino de la Argentina alcanza 7 millones de cabezas en alrededor de 6.000 rebaños, algunos de los cuales son rebaños grandes pero la mayoría son pequeños rebaños familiares que venden lana en bruto y animales excedentarios. En años recientes, un análisis del libro genealógico Argentino del Merino indicó que el número total de ovejas de pedigrí es de cerca de 6.500 animales. Suponiendo que la tasa de reproducción efectiva es de 0,25 y la presión de selección de 0,5 en las cabañas y en los estratos multiplicadores en las cuales la tasa de apareamiento es de alrededor de 0,04 y la tasa de reemplazo de 1/4, se puede calcular que los genes de las cabañas sólo alcanzan a una población de aproximadamente 1 millón de ovejas de un total de 4 millones de éstas. Este hecho contribuyó a movilizar a la sociedad de criadores en la búsqueda de avenidas que aumenten la disponibilidad de carneros mejorados. Esto se hizo a través de un programa llamado ‘Merino Puro Registrado’ (MPR), que permite el establecimiento de núcleos abiertos con ovejas seleccionadas por su apariencia visual apareadas con carneros pedigrí o con carneros sobresalientes nacidos en esos núcleos. Los machos jóvenes candidatos son evaluados a través de índices de selección y aquellos aceptados por su apariencia visual por los inspectores oficiales, con un índice de selección por encima del promedio, reciben una identificación MPR oficial. Los machos sobresalientes son los que tienen un índice de selección de dos desviaciones estándar por encima de la media. El programa está creciendo de manera acelerada en número de rebaños participantes, de animales inspeccionados y en diferenciales de precio pagados por animales MPR (AACM, 2009). El sistema puede ser visto como una estructura de mejoramiento convencional mejorado.

### Establecimiento de una estructura de núcleo abierto a nivel de comunidades: Ejemplo con cabras Angora en Argentina

Varios estudios en el nordeste del desierto de la Patagonia en Argentina muestran que cerca de 3.000 agricultores crían un total de 500.000 cabras Angora en sistemas de bajos insumos. Hace como 30 años atrás, no existía una estructura genética, el peso de vellón era bajo (1,2 kg/animal/año) y la contaminación de la fibra era alta (10% de fibra meduladas). Se estableció un núcleo en un centro de investigación mediante la selección de animales con fenotipos aceptables de entre varias decenas de rebaños visitados. La selección en el núcleo enfocó el peso de vellón, muestreo de fibra para evaluar calidad y calidad visual. Se pidió



Foto: Joaquín P. Mueller



### **Majada Merino en proceso de mejoramiento a través del programa MPR en la Patagonia Argentina**

a los productores de las respectivas comunidades elegir rebaños que sirvan de multiplicadores, tal que reciban los machos del núcleo y produzcan machos para el resto de la comunidad. El sistema comunitario involucró 54 rebaños multiplicadores con gran impacto en su zona de influencia (Mueller, 1995). Al transcurrir los años los rebaños multiplicadores se independizaron del núcleo. La estructura comenzó a perder fuerza y eficacia, en gran parte debido a los bajos precios del mohair y la falta de precios diferenciados para una fibra mejorada. En 1998 se estableció el 'Programa Mohair Argentino' (SAGPyA, 2000) con el objetivo de aumentar los medios de subsistencia de agricultores a través de una mejora continuada de la calidad de la fibra, la aplicación de una nueva estrategia de comercialización y el agregado de valor. En 2008 existían 13 organizaciones con 835 miembros y 8 instituciones que participaban del programa. Junto con el núcleo central original se organizó un núcleo disperso en 9 rebaños y 71 rebaños multiplicadores, incluyendo 522 hembras en el núcleo y 1.790 hembras en los rebaños multiplicadores (Abad *et al.*, 2002). En la actualidad en rebaños del núcleo los pesos de vellón fluctúan entre 2,5 y 4 kg/animal/año, el diámetro de la fibra es menor de 29 micrones en las primeras tres esquilas y la medulación es inferior a 1% (Lanari *et al.*, 2009). La clasificación de los vellones en granja, la evaluación objetiva de la calidad del

mohair y la oferta colectiva del mohair, mejoró de manera notable la capacidad de negociación de los agricultores, una condición que es esperada en un proceso de investigación participativa e integrada. El Programa Mohair vende el mohair mejorado, en promedio, a un precio 40% a 100% mayor que el mohair ordinario. El programa atrajo el apoyo nacional e internacional (Debenedetti *et al.*, 2010) y ha contribuido de manera substancial a un aumento de la producción nacional de mohair. El sistema comenzó con un núcleo abierto con multiplicadores a nivel de comunidad y ahora consta de una estructura piramidal eficiente.

### **Estructura cooperativa de núcleo abierto con tres niveles: Ejemplo con ovinos *Corriedale* en el Perú**

Una encuesta realizada en las tierras altas de la Sierra Central identificó tres tipos de sistemas de producción ovina: 1) rebaños individuales familiares, 2) rebaños comunales pertenecientes a una aldea, 3) rebaños multicomunales administrados por cooperativas con la participación de varias aldeas en una región (Flores *et al.*, 2007). Los sistemas 1 y 2 no tienen un plan de mejoramiento previsto mientras que el sistema 3 incluye una estructura de mejoramiento consistente de tres niveles con una débil vinculación. La encuesta identificó dos principales peticiones de los agricultores en relación al mejoramiento de sus animales: la necesidad de machos adecuados a nivel de rebaño individual y la necesidad de capacitación en técnicas de mejoramiento genético. Después de amplios debates, en 1995 los líderes de las aldeas acordaron crear una estructura de mejoramiento y proporcionaron tierra y mano de obra para establecer el núcleo central. La Universidad Agraria de La Molina aportó el apoyo técnico. El núcleo sirve como granja de demostración y es base del Centro Investigación y de Capacitación Campesina (CICCA), el cual imparte cursos de capacitación en selección, reproducción, salud, clasificación de la lana e inseminación artificial. El núcleo fue creado apareando carneros *Corriedale* importados y carneros superiores producidos en las aldeas con 50 de las mejores hembras *Corriedale* de cada uno de 9 de rebaños comunales y multicomunales. Veinticinco de esas 50 ovejas fueron devueltas preñadas a los donantes y las 25 restantes iniciaron un núcleo central para proporcionar carneros mejorados a los sistemas 2 y 3 que a su vez acordaron proveer carneros al sistema 1 (Mueller *et al.*, 2002). Por cierto la progenie de los carneros locales demostró ser más apropiada a las condiciones del mercado local que la progenie de sementales importados. El programa de mejoramiento creció en miembros y ahora es operado por la Sociedad de Criadores *Corriedale* Cerro de Pasco (Gustavo Gutiérrez, Universidad Agraria La Molina, comunicación personal, 2010). La organización y la capacitación de los agricultores es la columna vertebral de este programa exitoso de mejoramiento ovino con base en la comunidad, haciendo uso de las instituciones naturales presentes en las comunidades de los Andes altos.

Foto: Joaquín P. Mueller



### **Inspección final por productores pequeños en el programa argentino de mejoramiento de la cabra Angora**

### **Estructuras de núcleo abierto con base en las aldeas: Ejemplos con llamas y alpacas en Bolivia y Perú**

La zona de cría de llamas en Bolivia ocupa las tierras altas del sudoeste del país (4.000 msnm). Las llamas son vitales en el suministro de carne, fibra, cuero, estiércol y transporte. Los sistemas de producción son extensivos utilizando sólo campos nativos de pastoreo. El tamaño de los rebaños promedia 60 animales. Para producir mejores animales, los agricultores de los alrededores de la localidad de Turco, organizaron un sistema de mejoramiento con base en una aldea comunitaria (Rodríguez y Quispe, 2007), con características similares a las descritas por Wurzinger *et al.* (2008) en otra zona de Bolivia. Machos jóvenes son seleccionados en los rebaños de la comunidad para luego ser llevados a un 'Centro de Machaje' donde miembros de la aldea se ocupan de criarlos aislados de las hembras, descartando progresivamente aquellos inferiores. Los machos finalmente seleccionados son utilizados durante un máximo de 15 días para aparear a las hembras de cada rebaño individual. Este es un sistema muy simple con tres puntos de interés. En primer lugar, el objetivo de mejoramiento se decide de manera colectiva puesto que son los miembros de la aldea quienes determinan los machos jóvenes que califican para el Centro de Machaje. En segundo lugar, la selección se basa en una evaluación visual. Aunque este método subjetivo de selección puede resultar poco preciso hay que reconocer que la correlación entre la calificación visual de mérito genético y el mérito genético estimado objetivamente, es mayor que cero. En efecto, las experiencias con los clasificadores de ovejas en Australia muestran



Foto: Joaquín P. Mueller

### **Inspección de llamas del programa de mejoramiento genético con base en la comunidad, Turco, Bolivia**

que la correlación entre la clasificación visual de peso de vellón limpio (o de diámetro medio de fibras) y la medición de esta variable fluctúa entre 0,30 y 0,71 (Napier y Jones, 1979). Esto significa que el progreso genético puede ser la mitad del que se lograría utilizando mediciones, pero que eso puede ser preferible a tener que tomar el peso del vellón y tener que muestrear para obtener un análisis de fibra, en particular en un país sin un laboratorio de análisis de muestras de fibra. En tercer lugar, el Centro de Machaje es un sistema efectivo para asegurar un apareamiento planificado y evitar la consanguinidad. En Huancavelica, Perú, funciona un sistema similar con alpacas. En este caso los candidatos machos son probados en su desempeño por separado y luego distribuidos entre los pequeños productores (Quispe *et al.*, 2009). En Macusani, Perú, la cooperativa de la aldea local estableció dos núcleos de alpaca, donde los machos son estratificados, tomando en cuenta características visuales, en 4 clases. Los productores llevan sus alpacas hembras para aparearlas con esos machos. Las hembras también son clasificadas tal que el apareamiento se efectúa con machos de una clase inmediata superior (Zenon Choquehuanca, SPAR Macusani, comunicación personal, 2007). El

Foto: Joaquín P. Mueller



### **Inspeccionando una alpaca macho del núcleo genético de la comunidad de Huacaguaganan, Perú**

conocimiento local y la creatividad han hecho posible que emerjan estos sistemas de núcleo con base en la aldea.

### **Estructura de núcleo abierto dentro de rebaño: Ejemplo con cabras en Irán**

Durante la primavera y el verano productores nómadas en la región cercana a la ciudad de Baft, provincia de Kerman, al sudeste de Irán, crían la mayoría de las 850.000 cabezas de cabras de raza Raeini productoras de cachemir que hay en la región. En el otoño estos productores migran con sus cabras hacia el sur hasta llegar a los pastizales de invierno cerca del Golfo Pérsico. Un programa de mejoramiento se está desarrollando para mejorar la cantidad y la calidad de la fibra de cachemir en esas regiones. El programa se inició con un estudio de base realizado entre 30 familias nómadas elegidas al azar. Se midieron pesos de vellón y se tomaron 720 muestras de cachemir para su análisis. Ocho rebaños fueron seleccionados para iniciar el programa

de mejoramiento. Tres opciones fueron discutidas: 1) Seleccionar los mejores cabritos entre los nacidos, ingresarlos a una prueba de desempeño, y seleccionar los que se desempeñen mejor como reemplazo de los machos adultos, 2) Seleccionar las mejores hembras por apariencia, identificar sus crías machos y también ingresarlos a una prueba de desempeño, seleccionando a los de mejor desempeño como reemplazo de los machos adultos, y 3) establecer un núcleo dentro del rebaño con las mejores hembras, por apariencia, aparearlas con los mejores machos y seleccionar los machos de reemplazo con base en un test de desempeño de esa progenie. La tercera opción fue la aceptada. Cada productor nómada eligió sus 40 mejores cabras hembras y los mejores dos machos como animales núcleo. La cuestión principal fue el control del apareamiento y la identificación de la progenie. La identificación visual de la progenie del núcleo es en cierto modo fácil si las hembras del núcleo se identifican de alguna manera y si esta tarea de identificación es conducida temprano cuando los cabritos aún permanecen con sus madres. Sin embargo el control de los apareamientos es mucho más difícil. Una vez más se discutieron tres opciones: a) el apareamiento de los animales seleccionados en un corral, b) el apareamiento de los animales seleccionados con pastoreo separado, y c) la inseminación artificial de hembras seleccionadas. Es evidente que cada opción tiene ventajas y desventajas. Tres agricultores prefirieron la opción de pastoreos separados y 5 prefirieron el apareamiento en pequeños corrales cercados (Hamid Ansari-Renani, ASRI Karaj, comunicación personal, 2010). La monta dirigida o la subdivisión de estos corrales permite la prueba de progenie de los dos machos, tal que cada año el macho de peor desempeño puede ser substituido por un macho joven que tenga el mejor desempeño. Los machos jóvenes cuyo desempeño siguió al del mejor candidato son utilizados en el rebaño base. La prueba de progenie es una vía efectiva para reemplazar chivos con precisión, en particular en esta situación donde la medición directa de la calidad del cachemir es difícil y la repetibilidad (y heredabilidad) de los caracteres de calidad es, con cierta probabilidad, baja. Esta estructura de núcleo abierto dentro de rebaño ligada a una prueba de progenie apenas comienza y su efectividad es de ser evaluada. La participación de los productores nómadas en la elección del sistema de apareamiento y control de genealogía ha sido fundamental y la participación de los agentes locales de extensión en la elección y ubicación de los productores nómadas participantes y luego el seguimiento de las actividades es determinante para el éxito de este programa.

## Discusión y Reflexión

El análisis de los planes de mejoramiento en ejecución, así como el diseño de nuevos planes supone la consideración de aspectos críticos tales como, objetivos del mejoramiento, criterios de selección, sistema de apareamiento y diseminación genética. Hay un conjunto suficiente de herramientas de la genética cuantitativa disponible que puede utilizar el mejorador para encontrar un arreglo óptimo de todos los aspectos

Foto: Joaquín P. Mueller



**Pastor nómada en las cercanías de Baft con un rebaño de cabras Raeini, conteniendo hembras del núcleo**

que se adapten a su caso particular. Las herramientas son útiles para una optimización estratégica de un programa de mejoramiento. En la práctica, sin embargo, muchas variables son fijas y rara vez un programa puede comenzar con una estructura óptima en términos de tamaño de estratos y flujos de genes. Por lo tanto, las situaciones prácticas necesitan de una optimización táctica, que implica encontrar la mejor solución en cada etapa del programa teniendo en mente una estructura objetivo.

El tamaño y la calidad genética de un núcleo puede comenzar en una situación diferente de una óptima y esto puede tener un efecto substancial en las ganancias genéticas en las primeras generaciones del programa. Si un núcleo se forma a partir de cero se puede demostrar que la eficacia de la selección de animales fundadores puede tener un gran efecto, y por muchos años, sobre el nivel genético y la tasa de progreso genético antes de que el programa alcance una tasa de progreso estable. Con un efecto menor, las estructuras iniciales de edad y flujos de genes también afectan los resultados de los primeros años, los cuales son cruciales para los productores e inversores, que estarán ansiosos de ver un progreso. Resultados visibles son difíciles de alcanzar

en el corto plazo. Los efectos ambientales por lo general tienen una influencia muy grande sobre la producción en comparación con los cambios genéticos. Los planes de mejora genética deberían ir acompañados de planes de manejo que establezcan la producción mitigando los riesgos de efectos ambientales negativos. El compromiso de los agricultores y el liderazgo de algunos de ellos son de particular importancia en esta etapa.

A menudo es útil pensar en las estructuras de mejoramiento en términos de sistemas de núcleo abierto en sus diversas versiones y combinaciones. Como vimos en los ejemplos anteriores y en otros lugares (Kiwuwa, 1992) las estructuras de mejoramiento en núcleo abierto han probado ser adecuadas en muchas situaciones. Las estructuras de un único núcleo abierto evolucionan con facilidad hacia estructuras piramidales más eficientes. Cuando el registro de información de producción es factible en los rebaños de la base y el pedigrí total o parcial puede ser disponible, entonces el núcleo sirve como un vínculo genético entre los rebaños y el sistema puede beneficiarse de evaluaciones BLUP. En ese caso la selección es directa y la búsqueda de un óptimo flujo de genes es en gran medida superflua. Estructuras de núcleo abierto disperso puede ser relevantes para sistemas de bajos insumos, tales como los sistemas dentro de una aldea y entre aldeas descritos por Gizaw *et al.* (2009). Estos sistemas evolucionan con facilidad hacia estructuras piramidales en las que una parte de los productores producen sus propios reproductores así como también reproductores para otros productores de la base.

En cualquier caso, la llave para una estructura exitosa es la participación de los productores y comunidades en el diseño y operación del programa con su estructura genética. Esto necesita de un mínimo de organización de los productores y de apoyo técnico. Programas informales de mejoramiento con base en los conocimientos locales a menudo son eficaces, pero también pueden beneficiarse de los conocimientos de otros programas y de apoyo técnico. Asesores con los conocimientos teóricos y experiencia necesarios son importantes para evitar la repetición de errores y multiplicar las experiencias positivas.

## Literatura Citada

AACM. 2009. Merino Puro Registrado. Avances del Programa. Anuario Asociación Argentina Criadores de Merino. pp. 6-10.

Abad, M., J. Arrigo, A. Gibbons, M.R. Lanari, G. Morris and H.R. Taddeo. 2002. Breeding scheme for Angora goat production in North Patagonia. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 19-23, Montpellier, France, Communication 12-14.

Debenedetti, S., M. Acebal, M. Abad, H. Rosso and A. Suarez. 2010. Patagonian Mohair: Angora goat production in a really harsh environment. *The Angora Goat and Mohair Journal* (Autumn Issue) pp. 40-43.

del-Bosque-González, A.S. and B.P. Kinghorn. 1987a. Consequences of genotype by environment interaction in group breeding schemes. In: Merino improvement programs in Australia (B.J. McGuirk, ed.). AWC. pp. 437-442.



- del-Bosque-González, A.S. and B.P. Kinghorn. 1987b. The effect of flock genetic merit on the decision to join a group breeding scheme. *The Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics (AAABG)* 6: 336-339.
- Flores, E.R., J.A. Cruz and M. López. 2007. Management of sheep genetic resources in the central Andes of Peru. In: *People and Animals* (K.A. Tempelman and R.A. Cardellino, ed.). FAO, Rome pp. 47-57.
- Gizaw, S., H. Komen and J.A.M. van Arendonk. 2009. Optimal village breeding schemes under smallholder sheep farming systems. *Livestock Science* 124: 82-88.
- Hopkins, I.R. and J.W. James. 1978. Theory of nucleus breeding schemes with overlapping generations. *Theoretical and Applied Genetics* 53: 17-24.
- Hopkins, I.R. 1978. Some optimum age structures and selection methods in open nucleus breeding schemes with overlapping generations. *Animal Production* 26: 267-276.
- James, J.W. 1977. Open nucleus breeding systems. *Animal Production* 24: 287-305.
- James, J.W. 1978. Effective population size in open nucleus breeding schemes. *Acta Agriculturae Scandinavica* 28: 387-392.
- Kiwuwa, G.H. 1992. Breeding strategies for small ruminant productivity in Africa. In: *Small Ruminant Research and Development in Africa* (B. Rey, S.H.B. Lebbie and L. Reynolds, ed.), Proceedings of the first biennial conference of the African small ruminant research network, Nairobi, Kenya, 10-14 December 1990, pp. 423-434.
- Kosgey, I.S., R.L. Baker, H.M.J. Udo and J.A.M. van Arendonk. 2006. Successes and failures of small ruminant breeding programmes in the tropics: a review. *Small Ruminant Research* 61: 13-28.
- Lanari, M.R., M. Pérez Centeno, J. Arrigo, S. Debenedetti y M. Abad. 2009. Razas locales y fibras caprinas, bases para un desarrollo rural del norte de la Patagonia Argentina. *Animal Genetic Resources Information* 45: 55-59.
- Mueller, J.P. and J.W. James. 1983. Effect of reduced variance due to selection in open nucleus breeding systems. *Australian Journal of Agricultural Research* 34: 53-62.
- Mueller, J.P. and J.W. James. 1984a. Design and evaluation of progeny testing in open nucleus breeding systems. *Animal Production* 38: 1-8.
- Mueller, J.P. and J.W. James. 1984b. Developments in open nucleus breeding systems. In: *2nd World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding* (J. Hofmeyr and E. Meyer, ed.), Pretoria, South Africa 16-19 April. pp. 204-213.
- Mueller, J.P., E.R. Flores and G. Gutierrez. 2002. Experiences with a large-scale sheep genetic improvement project in the Peruvian highlands. *7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, August 19-23, 2002, Montpellier, France, Communication 25-12.
- Mueller, J.P. 1984. Single and two-stage selection on different indices in open nucleus breeding systems. *Genetics Selection Evolution* 16: 103-120.
- Mueller, J.P. 1995. Impacto genético del Proyecto Caprino en los pequeños productores minifundistas de Río Negro y Neuquén. *Comunicación Técnica INTA EEA Bariloche Nro PA 198*. 8 pp.
- Napier, K.M. y L.P. Jones. 1979. The efficiency of visual classing of Merino sheep for wool production. *The Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics (AAABG)* 1: 391-393.
- Quispe, E.C., L. Alfonso, A. Flores, H. Guillén e Y. Ramos. 2009. Bases para un programa de mejora de alpacas en la región alto-andina de Huancavelica, Perú. *Archivos de Zootecnia* 58: 705-716.
- Rodríguez, C.T. and J.L. Quispe. 2007. Domesticated camelids, the main animal genetic resource of pastoral systems in the region of Turco, Bolivia. In: *People and Animals* (K.A. Tempelman and R.A. Cardellino, ed.). FAO, Rome. pp. 33-45.
- SAGPyA. 2000. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Res 351/00. Programa para el Mejoramiento de la Producción y Calidad del Mohair. *Boletín Oficial Nro 29.445, 1a Sección*. pp. 6-8.

Shepherd, R.K. and B.P. Kinghorn. 1992. Optimising multitier open nucleus breeding schemes. *Theoretical and Applied Genetics* 85: 372-378.

Taddeo, H.R., H. de Rochambeaud, D. Allain and E. Manfredi. 2002. Efficiency of mating groups in an Angora goat nucleus under selection. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 19-23, Montpellier, France. pp. 26-28.

Wurzinger, M., A. Willam, J. Delgado, M. Nürnberg, A. Valle Zárate, A. Stemmer, G. Ugarte and J. Sölkner. 2008. Design of a village breeding programme for a llama population in the High Andes of Bolivia. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 125: 311-319.



# Capítulo 23

## Limitaciones y Sostenibilidad del Mejoramiento Genético Comunitario para Pequeños Productores en las Zonas Áridas de Latinoamérica

<sup>1</sup>Luis Iñiguez Rojas, <sup>2</sup>Joaquín P. Mueller, <sup>3</sup>Olivardo Facó, <sup>4</sup>Maria Wurzinger, <sup>4</sup>Johann Sölkner, <sup>5</sup>Tito Rodríguez y <sup>6</sup>Homero Salinas González

<sup>1</sup>*Centro Internacional de Investigación Agrícola para las Zonas Áridas (ICARDA), hasta 2008*

<sup>2</sup>*Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA, Bariloche, Argentina*

<sup>3</sup>*Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa), Embrapa Caprinos y Ovinos, Sobral, Ceará, Brasil*

<sup>4</sup>*Universidad de los Recursos Naturales y Ciencias de la Vida (BOKU), Viena, Austria*

<sup>5</sup>*Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia*

<sup>6</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro Investigación Regional Norte Centro, Matamoros, Coahuila, México*

### Introducción

El tema del mejoramiento genético para pequeños productores de recursos pobres en países en desarrollo y aún más en las zonas áridas de estos países ha motivado diferentes discusiones (p. ej. ICARDA, 2005; FAO, 2010a). El problema central es que el acceso por parte de los productores a programas de mejoramiento para obtener animales con mejor potencial genético es dificultoso o carente de opciones. A medida que los productores intensifican sus sistemas o los mejoran para captar oportunidades de mercado esta necesidad se acentúa.

En las zonas áridas de Latinoamérica como en otras regiones similares del mundo en desarrollo, la transferencia de modelos de mejoramiento genético a sistemas de producción de pequeños productores y de escasos recursos no ha tenido el éxito logrado en sistemas ganaderos de productores con mayores recursos. En el ámbito de la ganadería comercial en zonas áridas, que involucra a otro tipo de productor con mayores recursos, el acceso a animales mejorados es posible y en algunos casos como en la Argentina en ovinos, en Brasil en ovinos y caprinos de leche y en México en caprinos de leche, los sistemas de producción comercial están ligados a sendos planes de mejoramiento. Estos sistemas y planes de mejoramiento son excluidos de esta discusión.

Este capítulo hace una referencia resumida de las posibles razones que han limitado y limitan la proyección de planes sistemáticos de mejoramiento genético para sistemas de pequeños productores, la necesidad de una nueva aproximación y las condiciones que se requieren para lograr una adopción y manejo sostenible del mejoramiento genético enfocando las zonas áridas de Latinoamérica. La discusión se

centra en el contexto del trabajo de Wurzinger *et al.* (2011) con ejemplos pertinentes al contexto latinoamericano.

## **Aproximaciones Tradicionales que se han Seguido en el Mejoramiento Genético para Pequeños Productores de las Zonas Áridas**

### **Selección**

La literatura da cuenta de varios ejemplos de selección genética de animales nativos en núcleos centralizados en centros experimentales gubernamentales de países en desarrollo. Estos núcleos, organizados con el objetivo de distribuir sementales a la población a mejorar (base), se aplicaron a condiciones controladas otras que las prevalentes en la base y tuvieron un limitado involucramiento de los productores quienes fueron considerados simples receptores del proceso, sin haberse tomado en cuenta sus intereses, expectativas y en muchas situaciones las orientaciones de su producción. En general, aun cuando el plan de selección fue exitoso logrando progresos sostenidos dentro del núcleo, la difusión del material mejorado fue pobre sin llegar a impactar la base, debido a la desconexión indicada. Los diferentes programas de selección de ovinos y caprinos nativos en Iraq, Turquía, Siria, Marruecos y Tunes denotan estas deficiencias (Iñiguez, 2005a, 2005b). Muchos de estos programas fueron discontinuados debido a la falta de recursos y/o cambio de prioridades institucionales y en algunos casos como en el Iraq, a contingencias que causaron la desaparición de los núcleos (Al-Rawi, Sistema Nacional de Investigaciones Agrícolas del Iraq, comunicación personal, 2007). La excepción en esta región es Chipre, donde la acción gubernamental del Instituto de Investigaciones Agrícolas organizó a los pequeños productores en planes de selección para la cabra Damasco y la oveja Chios con resultados notables, proveyendo asistencia técnica adecuada y elementos que aseguraban la adopción de las tecnologías propuestas (Mavrogenis, 2005). El ejemplo de Chipre amerita ser estudiado.

En las zonas áridas de Latinoamérica, con la excepción de Argentina y Brasil, no ha existido un programa formal sostenible de selección de ovinos y caprinos criollos involucrando a pequeños productores o a productores comerciales. En ausencia de otras opciones, la mayoría del millón de pequeños productores de rumiantes menores criollos en las zonas áridas de la región (Capítulo 1), influidos por programas no pertinentes, recurre a cruzamientos con razas exóticas que lejos de satisfacer sus demandas como se discute más adelante, introducen nuevos problemas en el contexto de la producción. Desgraciadamente no existen casos documentados que hacen mención a esta apreciación (Mueller, 1993; Iñiguez 1998), excepto la información

directa recabada de personas que han estado ligadas a la producción de rumiantes menores en los diferentes países de la región.

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Catamarca promovió en 1986 un núcleo de cabras criollas que fue discontinuado a fines de la década de 1990 (Victor Herrera, INTA-Catamarca, Argentina, comunicación personal, 2011) y el INTA-Bariloche inició el mejoramiento de la cabra criolla de Neuquén que continúa de manera exitosa por haber integrado al pequeño productor y ligado la selección con un enfoque innovador de valoración de la producción (Lanari *et al.*, 2009). Embrapa acaba de iniciar planes de selección con base en la comunidad para la raza ovina Morada Nova y cabras criollas (Facó *et al.*, 2009).

Muchas organizaciones no gubernamentales y foros hacen referencia a ventajas, capacidades adaptativas y atributos especiales de la población de rumiantes menores criollos sin evidencia documentada de una caracterización productiva que demuestre tales características. Es posible que esas referencias deriven de profesionales ligados a la producción de una población criolla en particular, pero las más de las veces las referencias son hechas por personas o instituciones que no han tenido una experiencia de trabajo con la población y sólo desde una percepción de que algo valioso está perdiéndose. En los últimos años la atención a la caracterización productiva y también genética de las poblaciones criollas y nativas ha sido puesta de relieve (FAO, 2010b, 2010c). La existencia de planes de mejoramiento no aparentes o incipientes (Capítulo 22), que son parte del manejo tradicional de los sistemas productivos e institucionalizados en la comunidad, destaca un hecho que no debe ser ignorado por la caracterización productiva de las poblaciones a ser mejoradas por cuanto es información que puede ser de gran utilidad a sistemas coherentes y más elaborados de mejoramiento que integren a los productores. En apariencia, la regla de oro en trabajos de organización de la comunidad y de los productores de escasos recursos es construir



Fotos: Luis Iniguez Rojas

**Ovinos criollos altoandinos no mejorados, criados a 4,200 msnm, Cochabamba, Bolivia (a) y caprinos criollos no mejorados en Salta, norte de Argentina (b)**

sobre las instituciones intrínsecas de las comunidades, que ya funcionan, evitando empezar de cero (Aw-Hassan, 2008).

Tampoco han existido planes sistemáticos de mejoramiento de llamas en Bolivia, el país con la mayor población de esta especie. En alpacas en el Perú, donde se concentra la mayor población de esta especie, los trabajos de mejoramiento promovidos por la industria, se concentraron en seleccionar animales de color blanco aparentemente con éxito, aunque es difícil encontrar una referencia documentada. Existe también escasa documentación de planes de mejoramiento que enfoquen en la producción, aunque se están conduciendo esfuerzos en esa dirección (Renieri *et al.*, 2007; Morante *et al.*, 2009; Quispe *et al.*, 2009). El aporte de los trabajos de Rodríguez y Quispe (2007) y el mencionado en el Capítulo 22 es importante en tanto que resalta que en ausencia de planes de mejoramiento genético formal los productores de llamas y alpacas movilizaron el conocimiento local, creando aproximaciones innovadoras que pueden considerarse

Foto: Luis Iniguez Rojas



**Llamas no mejoradas de Ayopaya, Cochabamba, Bolivia (4,200 msnm), con alto potencial para producción de fibra fina**

como planes incipientes de mejoramiento en tanto, como sugiere el Capítulo 22, establecen un tipo de estructura genética.

El caso de los núcleos centralizados y descentralizados organizados y promovidos por el INTA-Bariloche de la Argentina (Capítulo 22), es una excepción que ilustra la integración de diseños de mejoramiento a una gran población de animales no criolla, en este caso de ovinos merino o cabras angora, precisamente porque su formulación fue inclusiva, involucrando a los productores con un alto nivel de participación. En Latinoamérica estos trabajos fueron pioneros tanto en aproximar opciones de mejoramiento genético al pequeño productor, cuanto hicieron uso de métodos participativos bien estructurados, con anterioridad a la gran difusión de estos métodos en la investigación agrícola. En efecto, en 1987 el INTA-Bariloche al iniciar su proyecto caprino utilizó un diagnóstico participativo con resultados excelentes en cuanto éste ayudo a encontrar soluciones a los diferentes problemas (objetivo de mejora, elección de multiplicadores, etc.) y el compromiso en la ejecución del proyecto que en la actualidad, en 2011, luego de diferentes denominaciones e interlocutores sigue siendo exitoso (Mueller, 1991).

## Cruzamientos

Una aproximación popular en las zonas áridas de Latinoamérica ha sido el cruzamiento entre razas, con frecuencia inducido por planes gubernamentales a través de la distribución de germoplasma mejorado (utilizando razas europeas) con el intento de mejorar la baja productividad de los animales de la base. Gran parte de estos planes no fueron acompañados de pruebas comparativas de producción y adaptación entre ese germoplasma, sus cruza y las razas/poblaciones locales en las condiciones de la base. Esta aproximación ignoró los atributos y adaptaciones que pudieron tener las razas/poblaciones locales. La idea fue influenciada por la alta productividad de las razas europeas mejoradas, asumiendo que éstas y sus cruza producirían de manera similar en las condiciones de producción de la base. La ganadería comercial pudo en muchos casos ajustar y adecuar los ambientes de producción para estos animales, a través de la provisión suficiente de alimentos y otras condiciones necesarias (p. ej. manejo e infraestructura específicos), con resultados satisfactorios de explotación de razas europeas de caprinos lecheros en México y el sudeste de Brasil. La introducción de ovinos mejorados en la Argentina fue también exitosa al punto que en la Patagonia puede no ser posible identificar los ovinos criollos. Los productores de razas ovinas internacionales en Argentina, agrupados en diferentes asociaciones de criadores, cuentan además con estructuras convencionales piramidales de mejoramiento. Algo similar ocurrió con la introducción de la cabra angora que en muchas zonas de esa región es el genotipo prevalente, aunque en ambientes más arbustivos y con mayor densidad de gente, los animales productores de fibra son reemplazados por animales con mayor tendencia a producir carne que tiene mayor demanda en los mercados locales y en la casa del productor, además de que la



producción de fibra en estas zonas resulta más dificultosa y contaminada, razones por las que en zonas de monte predominan los genotipos criollos.

Pero casi sin excepción las prescripciones advocando el cruzamiento no fueron acompañadas de protocolos que definían el grado de encaste a ser alcanzado ni las condiciones de manejo para los animales cruzados. En el caso de la población de caprinos lecheros de pequeños productores de la zonas áridas de la Comarca Lagunera en México, el mayor centro de producción de caprinos de leche en ese país, los programas de distribución involucraron hasta 3 razas diferentes, *Saanen*, Alpina y Anglo-Nubia, sobre una base de caprinos criollos (Escareño, 2010). Motivados por los altos rendimientos de estas razas europeas, observados en la ganadería comercial, y por programas gubernamentales de distribución de reproductores, los productores cruzaron sus animales de manera indiscriminada al punto que es posible identificar en un mismo rebaño los 3 diferentes genotipos en una condición caótica de grados de encaste. Según declaraciones de los productores, tan pronto los animales alcanzaba un alto grado de encaste con una raza en particular, por ejemplo *Saanen*, se observaban problemas de adaptación al manejo semiextensivo dependiente del pastoreo de una vegetación nativa rica en plantas xerofíticas espinosas y con alta fluctuación en la disponibilidad de forraje. La progenie con altos grados de encaste producía más leche aunque con un contenido bajo de grasa y acusaba mayor incidencia de enfermedades. Los productores individuales sin participación de un esfuerzo comunitario y carentes de una orientación técnica adecuada, optaron por utilizar otra raza como la Anglo-

Foto: Luis Iñiguez Rojas



**Cabras criollas encastadas con Anglo-Nubia, *Saanen* y Alpina en sistemas semiextensivos de la Comarca Lagunera, Cohauila, Mexico**

Nubia, con resultados un tanto más satisfactorios en producción de grasa pero con un tamaño mayor, característico de la raza Anglo-Nubia, que demandaba mayor cantidad de alimento, además los animales registraban excesiva variación en producción de leche. En el caso de las zonas áridas de Venezuela la utilización de la raza caprina Canaria tuvo éxito en establecimientos intensivos pero fue igualmente limitada en explotaciones semiextensivas donde la vegetación espinosa causa alta incidencia de ubres dañadas y las cruzas con alto grado de encaste Canario muestran problemas de susceptibilidad a enfermedades (Ramón D'Aubeterre, Instituto Nacional de Investigaciones, INIA-Lara, Venezuela, comunicación personal, 2011). Hacen aproximadamente dos décadas en zonas áridas de las provincias de Córdoba y Neuquén de la Argentina la tendencia fue cruzar las cabras criollas con la Anglo-Nubia para mejorar la precocidad y reproducción. Pronto los productores se percataron que en años malos los animales resultantes de estos cruzamientos producían menos que los criollos y que eran más demandantes de atención médica. En la actualidad la moda es cruzar el criollo con el caprino *Boer*. Los productores de las regiones mencionadas claman por opciones de mejoramiento que les permita contar con animales con rendimiento mayor que los criollos pero que mantengan la rusticidad de éstos.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA)-Intihuasi de Chile introdujo en 1995 cabras Anglo-Nubia, *Saanen* y *Toggenburg* desde Nueva Zelandia para desarrollar un programa de evaluación de sus cruzas con productores de la agricultura campesina en ambientes de secano. Entre 2000 y 2005 se evaluaron dos



Foto: Ramón D'Aubeterre

**Cabras criollas encastadas con Canaria en sistemas semiintensivos, en zonas semiáridas de Lara, Venezuela, durante la época de lluvias**

lactancias de la primera generación de cruzamientos y una lactancia de animales  $\frac{3}{4}$  en campos de productores con resultados promisorios para ese nivel, de encaste (Raúl Hernán Meneses Rojas, INIA-Intihuasi, Chile, comunicación personal, 2011). Aunque el programa de evaluación fue discontinuado, muestra un diseño adecuado en la introducción de material mejorador.

En la región altoandina (altitud  $\geq 3.800$  msnm) se ha introducido la raza *Corriedale* de manera exitosa en cuanto a su adaptación se refiere y se establecieron centros de multiplicación y difusión de estos animales a la base. En Bolivia el programa de difusión no logró alcanzar su objetivo (mejorar la producción de lana en el altiplano boliviano), tuvo poco impacto en la población de animales criollos y fue discontinuado a mediados de la década de 1990. En la puna Argentina la difusión de la raza *Corriedale* tampoco tuvo mayor impacto por tener una demanda de alimento muy superior a la del criollo, un animal mucho más pequeño. En el caso del Perú los programas lograron un alto grado de encaste en la base posiblemente debido a una mejor integración del productor con el mejoramiento y porque los campos de pastoreo cuentan con mayor régimen de precipitación que garantizan mejor disponibilidad de forraje durante el año. En la actualidad existen planes de selección comunitaria (Flores *et al.*, 2007; Mueller *et al.*, 2002).

En las últimas dos décadas los productores ovinos del altiplano de Bolivia introdujeron animales cara negras de los países vecinos, en particular de Chile, motivados por el tamaño de estas razas y sus rendimientos en carne. La influencia del ovino cara negra en poblaciones antes mezcladas con criollo y *Corriedale* es visible, aunque no se cuenta con documentación acerca de la productividad de los cruzamientos resultantes. En este país organizaciones no gubernamentales influenciadas por la tradición en la producción de leche para queso de la oveja criolla, han introducido y empezado a distribuir animales lecheros con sangre Frisona en total ausencia de bases científicas acerca de la adaptación de estos animales a las condiciones del altiplano. Esto se debe a la falta de una legislación adecuada que norme el manejo de los recursos genéticos animales protegiendo la economía del agricultor en las zonas áridas.

## **Restricciones Mayores para la Transferencia del Mejoramiento Genético a Sistemas de Producción de Pequeños Productores de las Zonas Áridas**

Aparentemente las mayores restricciones incluyen:

- 1) Precario desarrollo económico de las zonas áridas, debido a que los gobiernos invirtieron más en zonas con mayor potencial agrícola. En general, las zonas áridas de los países de Latinoamérica registran alta pobreza y expulsión

- poblacional, con una agricultura rezagada y de alto riesgo cuando se la compara con los éxitos de la agricultura comercial de zonas con mayor potencial agrícola, y sistemas de investigación y transferencia limitados. Un hecho preocupante de estas zonas es la alta migración rural hacia dentro y fuera del país. En muchas aldeas rurales de los andes y México es posible encontrar sólo personas viejas y abandono de la producción. Si estas condiciones son extremas, cualquier plan de mejoramiento puede no ser viable y muy difícil de aplicar aun cuando exista una real activación del desarrollo, al menos al principio de esa reactivación.
- 2) Problemas estructurales de los sistemas de producción, con referencia a rebaños pequeños; producción con bajos insumos tecnológicos; alta dependencia del pastoreo de campos de uso comunal donde los rebaños pastorean juntos al no existir cercos divisorios; ausencia de un manejo reproductivo estacional; manejo del rebaño sin identificación individual de animales y registros de producción; y alta dependencia de la intermediación en el acceso a mercados que diferencian poco la condición y calidad de los productos producidos. No será fácil impulsar un plan si los productos producidos por los animales mejorados tienen un valor de comercialización igual al de los productos de animales no mejorados o si la fluctuación de precios de los productos en los mercados es tan grande que pueda desincentivar la producción mejorada. El caso de la producción de camélidos en cierta manera encaja en estas características: comercialización de la carne con mínima diferenciación de precios y comercialización de fibra sujeta a altas fluctuaciones en precio en los mercados mundiales.
  - 3) La naturaleza misma de los planes de mejoramiento, en particular en relación con excesiva centralización; mínima sino nula participación de los productores en el proceso; falta de pertinencia; e improvisación y no sustentación científica como en el caso de distribución de animales de razas europeas por programas gubernamentales sin prescribir el grado de encaste que debe ser alcanzado y las normas de manejo adecuadas para explotar el potencial de producción del germoplasma introducido.
  - 4) Alta dependencia de los planes de proyectos piloto con horizontes limitados de financiación que se ejecutan en un vacío de acción del Estado, sin que se tomen previsiones desde un inicio para garantizar la sostenibilidad. Esta condición puede dar lugar a la finalización de las actividades emprendidas al finalizar el proyecto. Por ejemplo el Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA) inició en 1995 la organización de un plan de mejoramiento en poblaciones de llamas y ovinos criollos de Bolivia. Luego de identificar y concentrar candidatos que debían constituir núcleos para cada especie (Loayza e Iñiguez, 1995;

Alem e Iñiguez, 1995), el programa fue cancelado al ocurrir el cierre de la institución, que siguió a la privatización de la investigación. Otras acciones llegaron a incluir productores en un proceso participativo y con base en la comunidad, p. ej. en llamas en Bolivia (Wurzinger *et al.*, 2008) y en cabras lecheras en la Comarca Lagunera México en un núcleo disperso descentralizado con test de progenie. A la conclusión del financiamiento las actividades de apoyo técnico en el primer caso cesaron, mientras que el INIFAP acaba de lograr la asignación de fondos adecuados para la sostenibilidad del plan, a través de recursos propios y de la Fundación Produce de Coahuila.

En Latinoamérica están emergiendo avances significativos de inclusión de los sectores más marginados en la lucha contra el hambre y la pobreza rural, en el convencimiento de que el sector de pequeños productores tiene un potencial productivo que puede ser mejorado y promovido con acciones de desarrollo e inversiones adecuadas (Capítulo 1). Brasil es un ejemplo donde se ha dado prelación a regiones deprimidas del nordeste con programas de desarrollo e inversión, como se describe en los capítulos 4 y 6. Se han formulado también leyes como la Ley Caprina (No. 26.141) y Ley Ovina (No. 25.422) en la Argentina que con la participación directa de los interesados en Unidades Ejecutoras Provinciales están contribuyendo al desarrollo. Estos avances están empezando a cambiar el ambiente requerido para la adopción tecnológica, con el respaldo de políticas y normativas apropiadas y planes de desarrollo a largo plazo. Por tanto se vislumbran oportunidades para lograr atender las demandas de los productores y la mejora de sus sistemas productivos y accesos a los mercados. En tanto las políticas y las normativas puedan apuntar tanto a apoyar la producción y promover la calidad de productos, como promover transacciones justas y la organización de productores para la comercialización, es posible que los términos de la intermediación también cambien, en particular si existe diferenciación de producto y precios de acuerdo con la calidad del producto. Es necesario desplegar acciones proactivas para ligar los planes de mejoramiento genético a este contexto de cambios.

Se espera que estos avances también cambien las condiciones estructurales que dificultan el mejoramiento genético. Por ejemplo los procesos de intensificación de la producción pueden dar lugar a rebaños pequeños pero mucho más eficientes, que tengan que producir con insumos tecnológicos y den cabida a la toma de registro de la producción. Este, por ejemplo, es el caso de las zonas semiáridas de Venezuela donde los cambios de sistemas extensivos a sistemas más intensificados de producción lechera han adquirido un paso acelerado con el apoyo del Estado (ver Capítulo 8). Tal condición ofrece bases promisorias para el mejoramiento genético y por tanto debería ser capitalizada en esa dirección.

La complejidad descrita muestra que el problema de introducir un componente de mejoramiento en el contexto de la mejora de la productividad de productores pequeños, no se resume a contar con nuevas aproximaciones más pertinentes del mejoramiento genético, un tema que ha concitado la atención de la investigación en los últimos años, sino que también a resolver otros problemas limitantes que pueden ser obstáculos infranqueables a su ejecución. Es también obvio que la promoción de planes de mejoramiento debe considerar este contexto y no proyectarse de una manera aislada.

## **Aproximaciones Hacia el Mejoramiento, más Inclusivas y Flexibles**

El Capítulo 22 ha descrito algunas aproximaciones que responden a la necesidad de los productores que facilitan el acceso a animales mejorados. Algunas de esas aproximaciones son centralizadas, aunque formuladas con una fuerte dosis de participación de productores, mostrando que la centralización puede ser importante, y en ocasiones decisoria en el inicio del plan de mejoramiento el cual puede irse descentralizando con el correr del tiempo, como parte de su propia evolución (Capítulo 22). Es importante entonces que el diseño de un plan tome en cuenta los siguientes aspectos fundamentales:

- 1) Flexibilidad, que permita que el diseño pueda acomodarse a las circunstancias en que el plan debe operar. La flexibilidad permitirá que la complejidad del plan se adapte a la capacidad de la comunidad de coejecutar, con un socio idóneo, las acciones y compromisos contraídos, y seguir la disciplina requerida para tomar decisiones con precisión acerca de quiénes serán los progenitores de las futuras generaciones.
- 2) Inclusión y máximo nivel de participación de la comunidad y de los productores como pilar central del plan. Sea que el plan involucre un mecanismo centralizado o descentralizado de selección o de cruzamientos, la participación de la comunidad y productores debe ser una variable fija en el diseño, formulación de objetivos del mejoramiento, selección de la opción (plan) de mejoramiento y ejecución del plan.
- 3) Responder a las necesidades de la comunidad y de los productores con una proyección sostenible. El plan debe diseñarse en atención a los ambientes donde producirán los animales mejorados, las oportunidades de mercado, el contexto socioeconómico y político y otros elementos claves para su sostenibilidad. Puesto que el inicio de un plan deriva por lo general de proyectos financiados por un ente donante, será también necesario que el diseño incluya acciones anticipatorias que deben ser activadas de

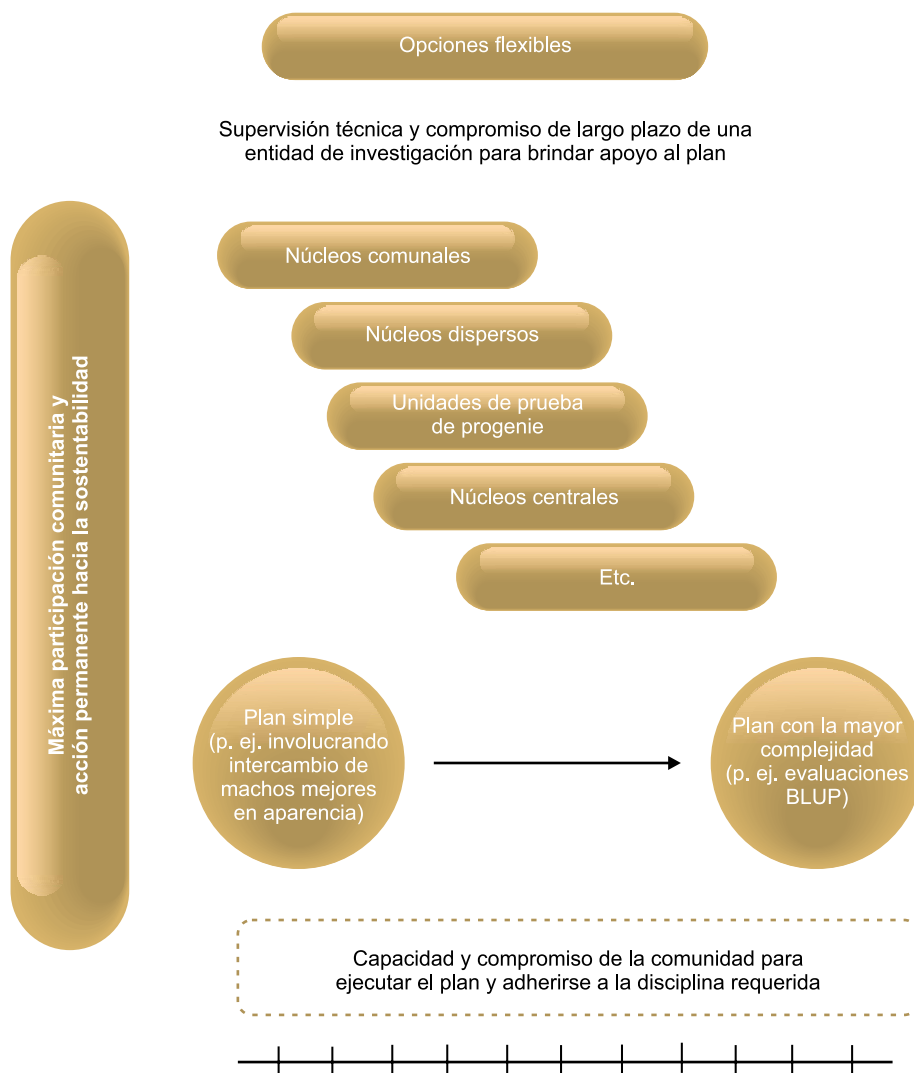
manera oportuna antes de finalizar el financiamiento para garantizar la sostenibilidad.

- 4) Sinergia entre la comunidad y un ente supervisor o de consulta proyectada a largo plazo. Esto implica la necesidad de contar con organizaciones con el mandato de contribuir a la mejora de la productividad de productores pequeños y pobres y con los conocimientos suficientes, para coadministrar el plan, ofrecer la supervisión técnico-científica requerida y la capacidad para manejo y análisis de información, de acuerdo con la complejidad del plan. El INTA y Embrapa tienen en este contexto una valiosa experiencia ganada que amerita ser conocida.

Una representación esquemática de una aproximación que tiene en cuenta lo anterior es presentada en la Figura 1. El plan diseñado, acordado y ejecutado con alta participación de los productores, de manera que sea percibido como una apropiación de la comunidad, es flexible en cuanto a complejidad se refiere. Esta complejidad es concomitante con la capacidad y posibilidades de la comunidad en cumplir con compromisos contraídos y ejecutar acciones acordadas. Podrá por ejemplo de acuerdo con una complejidad cada vez mayor acomodar:

- El simple intercambio de machos o procesos de elección con base en apariencia como los descritos en el Capítulo 22 en relación con los centros de machaje en Turco, Bolivia,
- Etapas más avanzadas como un núcleo descentralizado y disperso ligado a diferentes tipos de prueba de progenie, como en los planes con base en la comunidad iniciados en la Comarca Lagunera por el INIFAP, ICARDA y la Universidad de los Recursos Naturales y Ciencias Aplicadas de la Vida (BOKU) (Escareño, 2010) en el caso de cabras lecheras y el plan de mejoramiento de la oveja Morada Nova de Embrapa (Facó *et al.*, 2009),
- Etapas aun más avanzadas como la de los núcleos descritos en el Capítulo 22, que ejemplifican el compromiso institucional de la investigación en acciones de largo plazo, o
- Mayor sofisticación como en Chipre donde gracias a un sistema de registro de producción llevado a cabo por instituciones gubernamentales, es posible evaluar sementales vía BLUP.

Cualquiera sea el plan, será crucial contar con un socio idóneo, preferiblemente una institución del sistema nacional de investigación agrícola, con la responsabilidad a largo plazo de monitorear el plan, velando porque los principios del mejoramiento sean aplicados con solidez y sin violaciones; documentar el proceso; capacitar al productor; y conducir el análisis de la información ofreciendo los insumos necesarios para la toma de decisiones. El plan deberá prever desde su inicio acciones anticipadas y oportunas hacia su sostenibilidad.



**Figura 1. Esquema de mejoramiento flexible con base en la comunidad y participativo.**

## Consideraciones Derivadas de Lecciones Aprendidas

En 2005, ICARDA, BOKU, INTA, Embrapa y el INIFAP acordaron establecer una red de trabajo para acumular información sobre las experiencias del mejoramiento con base en la comunidad (ICARDA, 2005). Con base en las experiencias ganadas en algunos proyectos específicos, a continuación se resumen puntos importantes que pueden servir de insumos a otros programas con igual dirección.



## **Selección de la comunidad y del sitio**

Es preferible que exista una demanda expresa de comunidades interesadas en planes de mejoramiento como una parte inicial del proceso de elección de la comunidad y el sitio del plan. Con base en esa información es importante contar con información detallada de los sistemas de producción, sus limitantes y oportunidades en las posibles zonas donde se haya explicitado una demanda. Es muy probable que la información secundaria pueda aportar con la información requerida, la cual debería ser validada rápidamente. En el caso de no existir información secundaria, los métodos participativos pueden acelerar la toma y análisis de la información. En este contexto los sistemas de subsistencia con mínima interacción con el mercado y aquellos que no tengan perspectivas futuras inmediatas de ligarse a planes de mejoramiento de la productividad son los menos adecuados por la dificultad de adopción de tecnologías como se mencionó anteriormente. Pero estos sistemas pueden beneficiarse de otros con más interacción con el mercado que cuenten con un plan ya encaminado. Las experiencias de Brasil con la raza Morada Nova muestran que los productores pueden ser motivados a llevar adelante un núcleo disperso con prueba de progenie, pero la definición de objetivos de selección se ve comprometida por la falta de incentivos en el mercado debido a que no existe una diferenciación de producto que permita a los productores identificar sus objetivos con los incentivos. Esto ha llevado a que Embrapa tome decisiones rápidas para buscar vías que beneficien al productor y por tanto al plan de mejoramiento. En estas condiciones, como preámbulo al mejoramiento genético, se conseguirán impactos más importantes introduciendo normativas para transacciones de comercialización justas y con equidad que diferencien la condición y calidad de los productos producidos. En este nuevo escenario la aplicación del mejoramiento genético tendrá sin duda un horizonte más promisorio que de otro modo.

En conexión con el punto anterior será también necesario considerar el ambiente de desarrollo en la zona, por cuanto éste puede facilitar la inserción de un plan de mejoramiento en tanto los objetivos del plan coincidan con los objetivos del desarrollo. Por ejemplo el proyecto PROSALAFIA II de Venezuela, ofrece condiciones únicas para un plan de mejoramiento de la cabra criolla en el semiárido venezolano debido a su excelente integración con el sistema nacional de investigación agrícola y porque uno de sus objetivos establece promover el manejo adecuado de los recursos genéticos animales. En comparación con un proyecto impulsor, de corto plazo y con un presupuesto limitado, afectando sólo un número pequeño de productores, un proyecto de desarrollo cuenta con un ambiente facilitador para el cambio tecnológico y con posibilidades para el escalamiento tecnológico.

Es obvia la importancia de conocer la disponibilidad de la comunidad a la innovación. Pueden existir comunidades reacias al cambio o que hayan tenido experiencias negativas en esfuerzos de colaboración, las cuales deben ser evitadas. El Capítulo 19 menciona un tema crítico que se refiere a las expectativas de los



Foto: Olivardo Facó

**Oveja de pelo Morada Nova, prolífica y con conocida habilidad materna, integrada a un núcleo disperso con prueba de progenie en Brasil**

productores en cuanto a la remuneración que podrían recibir por adherirse a un proyecto de investigación con métodos participativos. Muchas de las zonas que describimos han sido abusadas por la asistencia cortoplacista de gobiernos y otras organizaciones, y han ayudado a desarrollar una cultura que no es proclive a acciones que promuevan el autodesarrollo de la comunidad. Estos aspectos pueden repercutir de manera importante y deben ser tomados en cuenta al localizar el área de acción del plan.

La tasa migratoria y la naturaleza de la migración en la zona de la comunidad pueden tener un impacto negativo en un plan de mejoramiento, que puede ser terminal en el caso de migraciones prolongadas y en detrimento de la disciplina del plan en el caso de migraciones temporarias.

Será también importante considerar la disposición del ambiente político-administrativo de la región, local, y de las organizaciones de productores. El ejemplo del plan de mejoramiento de la oveja Morada Nova que amerita ser conocido en detalle es nuevamente importante en este contexto porque logró captar la atención del gobierno local de la población de Morada Nova que apoya de manera incondicional el plan y se identifica con él. Lo propio ocurre con la Unión de Ganaderos Caprinos de la Comarca

Lagunera, en particular las Asociaciones de Productores Caprinos de Matamoros y de Viesca que son parte integral del plan.

De acuerdo con la Figura 1, la presencia de un sistema de investigación para proporcionar apoyo tecnológico y de gestión y análisis de datos, es fundamental. Pero además será necesario contar con investigadores mejoradores proclives a seguir un trabajo de investigación participativa. Es importante que se identifique un líder investigador con la responsabilidad coordinadora del plan, lo cual puede no ser realista en centros de investigación con una agenda saturada de obligaciones y compromisos, en especial debido a presupuestos sobrecargados con demandas cortoplacistas y de poca continuidad. Es posible que las organizaciones no gubernamentales puedan coadyuvar con mayor flexibilidad en este proceso en tanto estas organizaciones integren a la investigación y al productor y se adhieran al diseño técnico del plan.

### **La comunicación entre los investigadores y la comunidad**

El Capítulo 9 hace una exposición de criterios importantes relacionados con la capacidad institucional y la necesidades de fortalecerla consolidando una experiencia en metodologías adecuadas que ayuden a captar y analizar las aspiraciones y necesidades de las comunidades, y su disposición a aceptar y llevar a cabo acciones acordadas. Las instituciones de investigación no cuentan en general con personal con experiencia suficiente para intercambiar con los productores de una manera fluida. El INTA es una excepción por contar con un componente de extensión en su estructura funcionaria que hace de puente excelente entre productores e investigadores.

Lograr la confianza de la comunidad puede llevar mucho tiempo. Acciones de investigación adaptativa más simple que un plan de mejoramiento como las descritas en los capítulos 1 y 11 muestran que en un proyecto de 3 años de duración, la comunidad y los investigadores empezaron a sincronizarse recién a  $\frac{3}{4}$  de la vida del proyecto. Las barreras de idioma pueden también acrecentar las dificultades, por ejemplo en el caso de comunidades originarias que hablan sus propios idiomas en los Andes. Esto justifica identificar personal técnico, con la experiencia suficiente, que sirva como interlocutor entre la comunidad y los investigadores, con dedicación exclusiva al proyecto y con base en el área de acción. Los beneficios obtenidos en acelerar procesos cubren con creces los costos asociados con esta medida.

La retroalimentación constante de la información al productor, en particular de la información que se procesa fuera del entorno de producción (p. ej. en una unidad de análisis), debe ser institucionalizada en un plan de mejoramiento. Errar en esta condición crea barreras y susceptibilidades. Las comunidades rurales de zonas marginales han sido abusadas por estudios socioeconómicos y el paso de diferentes encuestas, cuyos resultados no retornaron ni fueron explicados a la comunidad. Esto debe ser evitado de principio.

El Capítulo 9 recomienda no ignorar las variables que el productor identifica como importantes al definir los objetivos de mejoramiento, aunque esta recomendación puede conducir a una encrucijada. Debe encontrarse un compromiso entre la efectividad del mejoramiento y satisfacer los anhelos de la comunidad. Debido a la dificultad de manejar un plan incluyendo muchas variables, los investigadores suelen optar por la eliminación sin consultar con la comunidad. Es preferible invertir mayor tiempo en lograr una lista mínima, coherente y acordada que tomar decisiones unilaterales en un ambiente que ha sido definido como participativo.

## Registros de producción

Los agricultores de escasos recursos no mantienen registros de producción ni tampoco dan prelación al tratar la mejora del sistema productivo. Esta información en países desarrollados es usualmente conseguida por organizaciones especializadas con un costo subvencionado por los gobiernos o las asociaciones de productores. Este es un tema que debe ser enfocado de manera pragmática. En lo posible esta responsabilidad debería ser ligada a entidades especializadas con presupuesto propio, sí existen. El plan de selección impulsado por Embrapa en productores de cabras lecheras del sur del Brasil (no en zonas áridas) amerita consideración por cuanto invirtió tiempo y esfuerzos para exitosamente ligar el sistema de registro a una entidad con mandato y financiamiento para estos fines (Facó *et al.*, 2011). En el caso de que estas instituciones no existan será importante explorar el apoyo de los gobiernos regionales o locales que siempre cuentan con unidades de desarrollo rural.

Es expectable que el productor pueda poner en práctica sistemas de identificación y registros de producción simples, pero sería demasiado optimista esperar que registren la producción lechera de sus animales con el detalle y precisión requerida, simplemente porque su agenda de trabajo no se lo permitiría. Es importante que el productor sea parte de la gestión del proceso para contar con verificaciones dobles que garanticen la calidad del registro y observar la disciplina impuesta por el plan. Los primeros años de registro deben tener una intensa retroalimentación de manera que el productor perciba los beneficios del registro de producción.

Un procedimiento de registro detallado puede no ser práctico. Los sistemas de registro para producción de carne y fibra son más fáciles que para producción de leche debido a las medidas repetidas que ésta implica. En estos casos será importante identificar aquellas variables fáciles de ser medidas y que estén favorablemente correlacionadas, fenotípica y genéticamente, con caracteres de producción (como sugiere el Capítulo 22). Por ejemplo las mediciones lineales de la ubre y las puntuaciones lineales que están altamente correlacionadas con la producción de leche, pueden ser utilizadas en conjunción con un número estrictamente necesario de medidas de rendimiento de leche (Iñiguez, *et al.*, 2009; Casu *et al.*, 2006). El conocimiento local es rico en este contexto, por ejemplo una evaluación de productores de ovejas lecheras Awassi en Siria mostró

gran similitud entre ellos en su habilidad de evaluar visualmente ovejas productivas y no productivas (Iñiguez *et al.*, 2009). La investigación tiene un campo abierto para explorar simplificaciones que faciliten el registro.

Un aspecto que puede tener implicaciones negativas en el desarrollo del plan es la falta de definición de responsabilidades y división del trabajo. La agenda del productor no debe estar sobrecargada. Los productores tienen un agenda bastante saturada con acciones preferenciales y la inclusión de tareas adicionales puede dar lugar a que desatienda sus prioridades.

### **Documentación y lagunas de información**

Posiblemente una de las fallas más salientes de la investigación con métodos participativos en general y de la organización de planes de mejoramiento con base en la comunidad en particular, es la pobre documentación de los procesos. El capítulo 9 al mencionar el tema de evaluación del impacto subraya la importancia de la documentación detallada de procesos para permitir evaluaciones contrastadas de progreso. La documentación debe incluir con detalle la información relativa a los cambios de actividades y cambios de dirección necesarios en el curso del proceso.

En el caso de que se requieran parámetros genéticos y económicos, por ejemplo para integrar un índice de selección se podrán usar valores que reporta la literatura para las variables involucradas, con preferencia de animales similares, sin riesgo de perder precisión, o valores *proxy* en el caso de variables económicas que no puedan ser evaluadas de manera cuantitativa o cualitativa. Esta información podrá ser finalmente ajustada con valores derivados de estimaciones de los registros que se obtienen en el proceso.

### **Mejora de la producción, políticas, desarrollo y sostenibilidad del mejoramiento genético**

La problemática de los sistemas de pequeños productores que se discute en el Capítulo 1 es compleja y requiere de acciones integradas en todos los frentes de la producción. Como usualmente ocurre, los productores adheridos a un plan de mejoramiento genético en un determinado momento requerirán ayuda para mejorar otros componentes de sus sistemas, por ejemplo los sistemas de alimentación y salud. Independientemente de ello, en la medida en que se avance en el plan de mejoramiento se requerirán también modificaciones en el ambiente de producción puesto que las interacciones genotipo x ambiente cambiarán, siendo más probable que los genotipos mejorados requieran de condiciones específicas para expresar su potencial.

En la formulación de planes de mejoramiento con base en la comunidad en general se ignoran las prioridades nacionales relativas el manejo del recurso genético

y mejoramiento genético animal. Es necesario revisar las normativas existentes y las políticas de apoyo a la agricultura campesina que pueden dar soporte al plan en el largo plazo.

La mayoría de los planes de mejoramiento derivan de propuestas aceptadas por un organismo donante con una corta duración (2 a 3 años). Con las dificultades encontradas, la puesta en marcha de un plan no llega a ser infranqueable, pero sí su sostenibilidad. Los problemas de sostenibilidad encontrados en ejemplos ya citados, subrayan la necesidad de evitar iniciar planes no habiéndose tomado en cuenta los elementos claves para su sostenibilidad. El fracaso de un plan con la consiguiente frustración de los productores afecta el grado de credibilidad de la comunidad y cierra posibilidades para otras acciones de mejora. Existe latente el riesgo de que muchas organizaciones de la sociedad civil logren acceder a fondos de financiamiento para llevar adelante planes de mejoramiento genético con base en la comunidad por lo atractivo del tema, sin contar con una base técnica-científica adecuada que es fundamental para mantener la solidez del plan. Los aspectos técnicos de estos planes, que no se discuten en este capítulo aunque son revisados de manera sumaria en el Capítulo 22, deben ser tratados por especialistas en mejoramiento genético, considerando bases bien establecidas en la genética cuantitativa y el mejoramiento genético animal.

## **Hacia la Sostenibilidad del Mejoramiento Genético: Retos Importantes**

A continuación se resumen algunos retos que consideramos importantes con miras a la sostenibilidad del plan:

- 1) A través de una acción proactiva fundamental y conjunta de las instituciones de investigación, asociaciones de producción y comunidades, asegurar que la mejora genética sea parte importante y legislada de las estrategias de largo plazo de los gobiernos, en relación con el uso y manejo de los recursos zoogenéticos por productores pobres. Las estrategias deberían establecer mandatos institucionales y mecanismos para que el mejoramiento genético cuente con una base de sustentación legal, opciones de acceso a recursos financieros, a la investigación y el desarrollo. En tal sentido, aprovechar los cambios que se están dando en el entorno sociopolítico de los países en la lucha contra la pobreza.
- 2) En el contexto del punto anterior dejar claramente establecido que el mejoramiento genético para productores debe ser parte de la agenda de la lucha contra la pobreza y de la reactivación económica de las zonas áridas, y por tanto una prioridad de los gobiernos locales y nacionales en sus políticas públicas, requiriendo de un financiamiento subvencionado en el largo plazo.

- 3) Identificar un socio coejecutor del plan, preferiblemente una entidad de investigación que tenga como mandato la supervisión técnico-científica, el control de calidad, el análisis de la información, participar con los productores en la toma de decisiones para identificar los progenitores de las siguientes generaciones con base en la información procesada y la documentación del proceso. La gestión del plan deberá ser parte de la agenda de largo plazo de la institución de investigación coejecutora. La experiencia del INTA y de Embrapa serán importantes de ser revisadas permanentemente en este contexto.
- 4) Garantizar la participación de la comunidad en todos los procesos, así como la transferencia de la propiedad del plan a la comunidad desde un principio.
- 5) Considerar permanentemente la sostenibilidad del mejoramiento genético desde su concepción. En tal sentido vincularlo cuando sea posible con ambientes facilitadores que aseguren su sostenibilidad. Por ejemplo, los ambientes del desarrollo son campos propicios que pueden permitir iniciar un plan proveyendo la infraestructura y logística necesarias. Durante este proceso inicial intensificar los esfuerzos de organización de la comunidad y conectar el plan con las prioridades nacionales. En tanto el plan logre beneficiar un número importante de productores, existirán los justificativos suficientes para lograr el apoyo continuado de los gobiernos locales y nacionales, así como los de la investigación.
- 6) Documentar de manera exhaustiva los procesos relacionados con la puesta en marcha de un plan de mejoramiento con base en la comunidad. Una documentación exhaustiva será fundamental para la evaluación de impacto.
- 7) Buscar mecanismos para integrar el mejoramiento genético con el mejoramiento de los sistemas de alimentación, del manejo de la reproducción y salud animal, de los accesos a los mercados y otros aspectos importantes de la problemática del productor (p. ej. a través de un proyecto de desarrollo).
- 8) Establecer un sistema de registro factible, pragmático y sostenible que proporcione información genealógica y de la producción animal. Si la base involucra un número grande de productores los registros deberían en lo posible ser tomados por personal capacitado en coordinación con los productores, dentro de una división acordada del trabajo. La información generada por los registros deberían ser manejada por organizaciones de investigación idóneas para lograr control permanente de calidad y evaluaciones precisas.
- 9) Vincular los planes de caracterización genética y fenotípica de los recursos genéticos locales con la mejora genética de manera que se pueda capitalizar la información ganada en torno a rasgos adaptativos y atributos especiales de la población a ser mejorada, en beneficio del plan. La experiencia del INTA

en valorización de razas y sistemas de producción será de gran utilidad en este contexto.

- 10) Lograr influenciar políticas y normativa que regulen la importación y distribución de razas, desarrollando protocolos para evaluaciones comparativas relativas a su adaptación y rendimiento en las condiciones de producción de la base.
- 11) Promover el fortalecimiento institucional incluyendo la capacitación de investigadores y productores en relación con planes de mejoramiento genético con base en la comunidad, capacitación en métodos participativos, y creación de incentivos para lograr una mayor adherencia de investigadores a esta aproximación.
- 12) Convencer a la comunidad, instituciones gubernamentales de apoyo, organizaciones asociadas y donantes, de la naturaleza de largo plazo del mejoramiento genético. Las expectativas sobre planes de mejora de la producción demandan en general procesos de corto plazo lo cual puede atentar contra la sostenibilidad del mejoramiento genético.

## Conclusión

La transferencia de los esquemas de mejoramiento genético animal a sistemas de producción de productores pobres y escasos recursos en las zonas áridas, no ha seguido un curso exitoso. Existen barreras que dificultan esta transferencia que pueden ser removidas. Se requieren de políticas adecuadas, acompañadas de una normativa y de financiamiento suficiente, para lograr reducir la problemática de la producción. Para que esto suceda, es necesaria una acción proactiva de la investigación, las comunidades y asociaciones de productores, además de entidades pertinentes de la sociedad civil. Las estrategias de mejora de la productividad de productores pobres en las zonas áridas deben incluir el mejoramiento genético. Los planes de mejoramiento deben ser formulados de manera que estos se acomoden a las condiciones en que se desenvuelve la comunidad: limitaciones, oportunidades de mercado, orientación productiva de los sistemas, oportunidades que incentiven la mejora de la productividad, y, por sobre todo, capacidad y voluntad de la comunidad para cumplir los compromisos contraídos y la disciplina acordada para ejecutar el plan. Esto implica que el mejoramiento de estos sistemas debe tener la flexibilidad necesaria para ajustarse a las condiciones mencionadas, respetando los principios de la genética y del mejoramiento genético. El proceso de diseño, formulación y ejecución de opciones de mejoramiento genético debe seguirse con el mayor grado de participación de la comunidad, tal que exista un sentido de apropiación del plan por parte de ésta. En este proceso debe intervenir una institución socia que coadministre el plan con términos de referencia precisos, que al menos incluyan la supervisión técnico-científica, el entrenamiento de la comunidad



en temas específicos que facilitarán la ejecución, control de calidad del registro de producción, análisis de la información, provisión de insumos para y participación con los productores en la toma de decisiones, y documentación del proceso. Esa responsabilidad debe recaer preferiblemente en un centro de investigación con personal idóneo para esta tarea, comprometido con los productores de escasos recursos. El tema de sostenibilidad debe ser materia de consideración permanente del plan desde su concepción. Deben evitarse planes que previsiblemente quedarán en la orfandad al término de un proyecto. Esto requiere que se considere la revisión cuidadosa de las políticas nacionales sobre uso y manejo de los recursos genéticos animales por productores de bajos recursos. Será necesaria una acción proactiva para lograr el apoyo de los gobiernos locales y nacionales, además de considerar el apoyo de planes de desarrollo que pueden ofertar las condiciones facilitadoras para la adopción del plan y para su escalamiento. Lo anterior requerirá del fortalecimiento institucional a través de la capacitación de los socios coejecutores. La experiencia ganada por instituciones como ICARDA, Embrapa y el INTA debería ser transferida a otras instituciones de investigación mediante intercambios regionales su-sur.

## Literatura Citada

Alem, R. y L. Iñiguez. 1995. Identificación de un rebaño de ovinos criollos elite como base para un programa de mejoramiento genético. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria. Series de Trabajo No. 3. 32 pp.

Aw-Hassan, A.A. 2008. Strategies for out-scaling participatory research approaches for sustaining agricultural research impacts. *Development Practice* 18: 564-575.

Casu, S., I. Pernazza and A. Carta. 2006. Feasibility of a linear scoring method of udder morphology for the selection scheme of Sardinian sheep. *Journal of Dairy Science* 89:2200–2209.

Escareño, L. 2010. Design and Implementation of a community-based goat breeding program for smallholders in the North of Mexico. PhD thesis. University of Natural Resources and Applied Life Sciences. Vienna, Austria.

FAO. 2010a. Estrategias de mejora genética para la gestión sostenible de los recursos zoogenéticos. Directrices FAO: Producción y sanidad animal. No. 3. Roma. 138 pp.

FAO. 2010b. Draft guidelines on phenotypic characterization. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Intergovernmental Technical Working Group on Animal Genetic Resources for Food and Agriculture, Rome, 24-26 November 2010. <http://www.fao.org/docrep/meeting/021/am134e.pdf> (Consulta: 5.6.2011).

FAO. 2010c. Draft guidelines on molecular genetic characterization. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Intergovernmental Technical Working Group on Animal Genetic Resources for Food and Agriculture, Rome, 24-26 November 2010. <http://www.fao.org/docrep/meeting/021/am135e.pdf> (Consulta: 5.6.2011),

Facó, O., R.N. Braga Lôbo, M.A. Delmondes Bomfim, F.E.B. Lima Júnior, D.C. Castro Silva e J.A. Nobre. 2009. Teste de Desempenho Individual de Reprodutores da Raça Morada Nova: Resultados da Prova em Morada Nova, Ceará. 18/02 a 04/06/2008. Embrapa caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará, Brasil. 30pp <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/748165/1/doc91.pdf> (Consulta: 14.6.2011).

- Facó, O., R.N. Braga Lôbo, A.M. Guimarães Gouveia, M.P.S.L. Mattos de Paiva Guimarães, J. Ferreira Fonseca, T. Nogueira Maciel dos Santos, M. Andrade Alves da Silva and L.C. Vasques Villela. 2011. Breeding plan for commercial dairy goat production systems in southern Brazil. *Small Ruminant Research* 98: 164-169.
- Flores, E.R., J.A. Cruz and M. López. 2007. Management of sheep genetic resources in the central Andes of Peru. In: *People and Animals* (K.A. Tempelman and R.A. Cardellino, ed.). FAO, Rome pp. 47-57.
- ICARDA. 2005. Design and Implementation of Small Ruminant Breeding Plans for Small Producers. Regional Planning Workshop. Fortaleza, Brazil, Mayo 3-6, 2005, ICARDA-Embrapa Goats. (CD-ROM)
- Iniguez, L. 1998. Community breeding programs for small ruminants in the Andean region. Proceedings of the 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Armidale, January 11-16, 1998. Vol. 25:249-256.
- Iniguez, L. (Ed.), 2005a. Characterization of Small Ruminant Breeds in West Asia and North Africa. Vol. I. West Asia. ICARDA, Aleppo, Syria. 462 pp.
- Iniguez, L. (Ed.), 2005b. Characterization of Small Ruminant Breeds in West Asia and North Africa. Vol. II. North Africa. ICARDA, Aleppo, Syria. 196 pp.
- Iniguez, L., M. Hilali, D.L. Thomas and G. Jesry. 2009. Udder measurements and milk production in two Awassi sheep genotypes and their crosses. *Journal of Dairy Science* 92: 4613-4620.
- Iniguez, L. 2011. The challenges of research and development of small ruminant production in dry areas. *Small Ruminant Research* 98: 12–20.
- Lanari, M.R., M. Pérez Centeno, J. Arrigo, S. Debenedetti and M. Abad. 2009. Local breeds and goat fiber: Basis for a rural development in Northern Patagonia, Argentina. *Animal Genetic Resources Information* 45: 55-59.
- Loayza, O. y L. Iniguez. 1995. Identificación de un rebaño de llamas elite como base para un programa de mejoramiento genético. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria. Series de Trabajo No. 2. 36 pp.
- Mavrogenis, A.P. 2005. Small ruminant breeds of Cyprus. In: *Characterization of Small Ruminant Breeds in West Asia and North Africa* (L. Iniguez, ed.). Vol. I. West Asia. ICARDA, Aleppo, Syria. pp. 417-458.
- Morante, R., F. Goyache, A. Burgos, I. Cervantes, M.A. Pérez-Cabal and J.P. Gutiérrez. 2009. Genetic improvement for alpaca fibre production in the Peruvian Altiplano: the Pacamarca experience. *Animal Genetic Resources Information* 45:37-43.
- Mueller, J.P. 1991. Transferencia de Tecnología a Pequeños Productores. Conferencia invitada. II Reunión Internacional de la Red de Rumiantes Menores (RERUMEN), Santiago de Chile 5-8 de noviembre, Comunicación Técnica INTA-EEA Bariloche PA 184. 3 pp.
- Mueller, J. 1993. Los recursos genéticos caprinos locales y exóticos y su potencial. En: *Producción de Rumiantes Menores en los Valles Interandinos de Sudamérica: Memorias de un Taller sobre Metodologías de Investigación* (L. Iniguez y E. Tejada, ed.), Tarija, Bolivia, 16-21 de agosto de 1993. Red de Rumiantes menores (RERUMEN). pp. 74-82.
- Mueller, J.P., E.R. Flores and G. Gutiérrez. 2002. Experiences with a large-scale sheep genetic improvement project in the Peruvian highlands. In: *Proceedings VII World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Montpellier, Francia 19-23 de agosto, Communication 25-12. 4 pp.
- Renieri, C, C. Pacheco, A. Valbonesi, E. Frank y M. Antonini. 2007. Programa de mejoramiento genético en camélidos domésticos. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 15(1): 205-210.
- Rodríguez, C.T. and J.L. Quispe. 2007. Domesticated camelids, the main animal genetic resource of pastoral systems in the region of Turco, Bolivia. In: *People and Animals* (K.A. Tempelman and R.A. Cardellino, ed.). FAO, Rome. pp. 33-45.
- Quispe, E.C., L. Alfonso, A. Flores, H. Guillén e Y. Ramos. 2009. Bases para un programa de mejora de alpacas en la región alto-andina de Huancavelica, Perú. *Archivos de Zootecnia* 58: 705-716.

Wurzinger, M., A. Willam, J. Delgado, M. Nürnberg, A. Valle Zárate, A. Stemmer, G. Ugarte and J. Sölkner. 2008. Design of a village breeding programme for a llama population in the High Andes of Bolivia. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 125: 311-319.

Wurzinger, M., J. Sölkner and L. Iñiguez. 2011. Important aspects and limitations in considering community-based breeding programs for low input smallholder livestock systems. *Small Ruminant Research* 98: 170-175.

## VII. El Marco Institucional y Acción del Desarrollo





# Capítulo 24

## Acciones del Desarrollo en Relación con la Producción de Rumiantes Menores: la Experiencia en el Nordeste Semiárido del Brasil

Felipe Jalfim

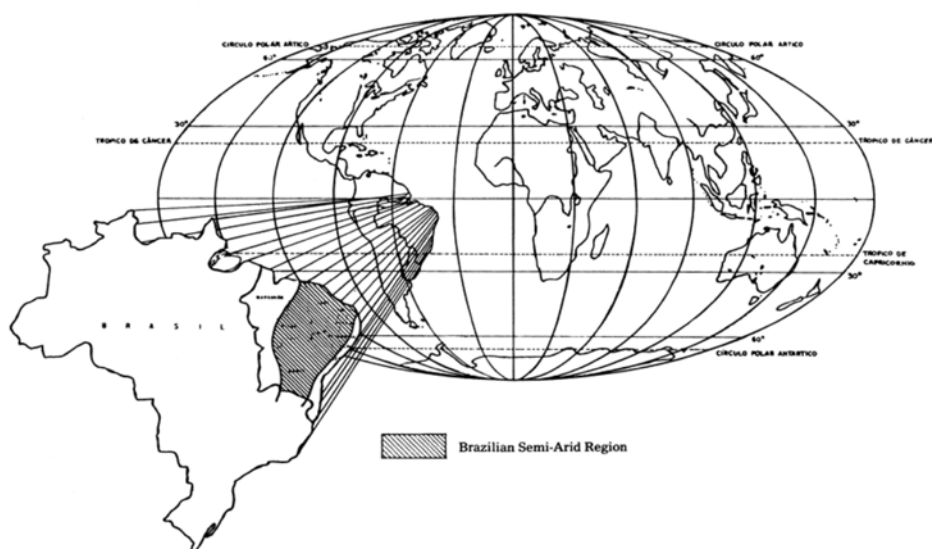
*Proyecto Dom Helder Camara, Secretaria del Desarrollo Territorial,  
Ministerio de Desarrollo Agrario/FIDA/GEF*

### Introducción

La cría de caprinos y ovinos constituye la actividad más importante en la generación de ingresos y alimentos de los agricultores familiares del semiárido del Brasil. Dependiendo de cómo es realizada esta actividad y de las condiciones ambientales de la zona, la cría de estas especies ganaderas tiende también a tornarse en un factor disruptivo de la capacidad de sustentación de los agroecosistemas, en un proceso que es exacerbado por el sobrepastoreo y/o agricultura de secano y que causa la degradación de la vegetación nativa y del suelo. En consecuencia, en determinadas circunstancias el ovino y sobre todo el caprino pueden dejar de ser una oportunidad para el desarrollo sostenible. Esta problemática se encuentra reflejada en los territorios rurales del área de implementación del PDHC.

El nordeste semiárido del Brasil (Figura 1) se caracteriza por extremas fluctuaciones de clima y por la limitada disponibilidad de recursos hídricos. La precipitación promedio anual es inferior a 800 mm, con ocurrencia ocasional de promedios anuales que pueden ser inferiores a 400 mm, distribuidos de modo irregular a través del año, con elevada evapotranspiración potencial (cerca de 3.000 mm) y frecuentes períodos de sequías. El paisaje es heterogéneo, incluyendo áreas con alta densidad de población y grandes vacíos demográficos (Gamarra-Rojas, 2006). La Caatinga es la vegetación predominante con formaciones que varían desde condiciones de sabana arbustiva a bosques secos, incluyendo afloramientos rocosos dominados por cactus y bromélias, hasta enclaves de bosques perennes de altitud (Velloso *et al.*, 2002).

No obstante la marcada adversidad climática y factores de naturaleza político/económica que incrementan la exclusión social y migración rural, el semiárido del nordeste aún sostiene una considerable porción del sector rural brasileño con 2.055.157 de establecimientos familiares, representado 49,6% de los establecimientos familiares del país (Guanziroli y Cardim, 2000). Puesto que el semiárido brasileño representa 59,3% del área total del nordeste (CNRBC, 2004) y en la región predominan latifundios y haciendas ganaderas casi siempre en las mejores zonas no semiáridas, se



**Figura 1. Localización de la Región Semiárida del Brasil.**

*Fuente:* Fernandes Lima (1984).

puede concluir que la mayor parte de los establecimientos familiares del nordeste se concentran en la región semiárida.

El PDHC fue el resultado de un acuerdo de préstamo entre el FIDA y el Ministerio del Desarrollo Agrario del Brasil (MDA), destinado a apoyar acciones de desarrollo humano sostenible enfocando la agricultura familiar de comunidades rurales y áreas de reforma agraria en el semiárido. El acuerdo de préstamo fue por un monto de 50 millones de dólares americanos del cual el FIDA financió 50% y el Gobierno de Brasil el 50% restante. El acuerdo de préstamo con el FIDA inicio sus actividades en 2002 y las concluyó en diciembre de 2010. Tras el cierre del acuerdo de préstamo con el FIDA, el proyecto continúa sus actividades con recursos financieros del Gobierno de Brasil, a través del MDA, y de una donación del Fondo Mundial para el Medio Ambiente–GEF, en colaboración con el FIDA. El proyecto fue ejecutado en cooperación con movimientos sindicales y sociales del área rural y con más de 50 organizaciones no gubernamentales que asesoran no menos de 15.000 familias campesinas. Además, el proyecto actuó en estrecha vinculación con las políticas públicas para la agricultura familiar de Brasil y contó con la colaboración de Embrapa, en particular de tres de sus centros: Embrapa Caprinos y Ovinos, Embrapa Algodón y Embrapa Semiárido.

## **El Enfoque de Desarrollo del PDHC**

El PDHC fue por definición un programa de acciones referenciales para el desarrollo sostenible del semiárido, en tanto que

- Orientó sus acciones con base en los conceptos de la agroecología y convivencia con el semiárido,
- Articuló las dimensiones sociopolíticas, ambientales, culturales, económicas y tecnológicas, y
- Reconoció las diferencias estructurales entre las zonas de actuación y a partir de ellas construyó las alternativas de cambio

El objetivo general de este proyecto fue fortalecer procesos locales, participativos y solidarios, de construcción social del desarrollo humano sostenible de las familias. Con base en ese objetivo, la estrategia se orientó a generar y difundir referencias que puedan orientar políticas públicas para el desarrollo del semiárido, tomando en cuenta: i) el protagonismo y el empoderamiento de los agricultores familiares; ii) el fortalecimiento de mecanismos democráticos de ejecución de acciones, gestión y control social de políticas públicas; iii) la integración de políticas, programas y proyectos en los diferentes niveles de Gobierno estatal y federal; iv) la articulación del desarrollo local con el territorial y el nacional; y v) la interacción Estado-Sociedad.

## **Metodología Seguida por el PDHC para la Definición de Acciones Específicas de Desarrollo**

### **El planeamiento, monitoreo y evaluación participativos de las acciones**

El planeamiento, monitoreo y evaluación (PMA) del conjunto de acciones que se pusieron en práctica en los 8 territorios rurales<sup>1</sup> en que actuó el PDHC, fue una actividad anual llevada a cabo de forma participativa desde el nivel local (comunidades y asentamientos) hasta el nivel territorial. Los documentos orientadores en este proceso incluyeron los planes locales formulados por las comunidades y asentamientos y los planes territoriales que resultaron de la consolidación de los planes locales en acciones estratégicas para el territorio, aprobados por el Comité de Gestión Territorial<sup>2</sup>. Este proceso promovió una dinámica educativa con base en el diálogo, la transparencia y la proximidad y compromisos entre las familias campesinas involucradas con el PMA, los responsables de la asistencia técnica permanente (ATP), impartida por organizaciones

<sup>1</sup> En el PDHC un territorio rural fue definido como un área con características geográficas similares y sobre todo con una fuerte identidad cultural. Los 8 territorios atendidos por el PDHC fueron: sertón Sergipano (estado de Sergipe), sertones de Pajeú y Araripe (estado de Pernambuco), sertón de Apodi (estado de Río Grande do Norte), sertones Central y de Inhamuns (estado de Ceará) y sertón de São João do Piauí (estado de Piauí).

<sup>2</sup> El Comité Territorial fue formado en 50% por representaciones de las familias beneficiarias (asociaciones y cooperativas) y en 50% por representaciones del Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, gobiernos de los estados, ayuntamientos, Banco del Nordeste de Brasil - BNB, iglesias, organizaciones no gubernamentales y supervisión local del PDHC.



no gubernamentales asociadas con el PDHC, los movimientos sociales y sindicales y los diferentes sectores del poder público local, estatal y Federal.

Las asociaciones locales representativas de los agricultores familiares<sup>3</sup> y asentados, así como los movimientos sociales y sindicales se involucraron de forma decisiva en el proceso de PMA, sobre todo en lo concerniente a gestión y control social de la ejecución de los planes locales y territoriales. Esto permitió que se ejercite el control social por las propias comunidades de agricultores familiares y los movimientos sociales y sindicales en cuanto a la eficiencia y eficacia de la asesoría técnica impartida por las organizaciones no gubernamentales asociadas con el PDHC en la ejecución de planes locales y territoriales. Las organizaciones no gubernamentales cumplieron una función facilitadora del proceso de planeamiento, ejecución, monitoreo y evaluación de los planes locales y territoriales.

Los esfuerzos desplegados para el perfeccionamiento del PMA en el ámbito de actuación del PDHC, a lo largo de la ejecución del proyecto, posibilitaron una creciente participación de los agricultores y de sus entidades representativas. Para ello se crearon y utilizaron diversas herramientas para subsidiar y calificar tanto el planeamiento como el monitoreo y evaluación de las acciones en los Territorios Rurales. A través de esas herramientas fue posible acoplar procedimientos de ejecución de las acciones referentes a los objetivos de cada componente del proyecto y verificar si estas acciones respondieron a las expectativas y deseos de los agricultores, expresados en los planes territoriales.

## Las metodologías participativas claves en la experiencia del PDHC

### *Intercambios entre agricultores familiares*

El intercambio de conocimientos y experiencias para enriquecer el proceso educativo y el cambio de paradigmas en el proceso de desarrollo de áreas de asentamientos y comunidades de agricultores familiares, ha demostrado ser una valiosa herramienta que permite de manera interactiva y espontánea comparar experiencias y en muchos casos resolver trabas que se presentan en el desarrollo. Esta herramienta amplía el horizonte de los agricultores y refuerza los procesos de gestión organizativa y de reflexión colectiva sobre necesidad de acción con base en hechos concretos que la comunidad puede conocer y testimoniar. Con tal efecto, esta herramienta promueve la adopción de propuestas mejor adaptadas a las condiciones socioeconómicas y ambientales. Bajo esta modalidad, la selección de posibles soluciones para los

---

<sup>3</sup> En este capítulo se aplicó el concepto de agricultura familiar a la agricultura campesina tradicional del Brasil. En varias partes de este documento se utilizan los términos agricultura familiar y campesina y sus derivaciones con un mismo sentido. Debe destacarse que los asentados de la reforma agraria son también considerados como un tipo de agricultores familiares. El aspecto clave en el concepto de agricultura familiar está centrado en que éste se aplica a todos aquellos que manejan la tierra, sea esta de su propiedad o no, a través del empleo predominante de la mano de obra familiar, con el propósito de lograr una producción agrícola y ganadera necesaria para el sostenimiento de su vida presente y futura.

problemas de un asentamiento o comunidad de agricultura familiar tiene un mayor valor no solo por su aplicabilidad técnica, sino también por su pertinencia potencial para una mayor base de usuarios. Por tanto, el intercambio constituye una herramienta de doble propósito, porque funciona como parte de un proceso de elección de nuevas formas organizacionales y tecnológicas, así como parte del proceso de aprendizaje de las mismas.

En tanto sea posible, los intercambios entre agricultores deberían priorizar visitas a experiencias ya consolidadas en comunidades de agricultores familiares. Es decir tomando en cuenta prácticas y métodos que ya pasaron por procesos de selección y adaptación a las condiciones locales y, por lo tanto, exponiendo a los visitantes a una experiencia y sentimiento ya conseguidos sobre la aplicabilidad de prácticas agrícolas y procesos organizativos. Un factor decisivo para que esto ocurra es que la presentación de las experiencias es hecha por los agricultores familiares que con una rutina cotidiana utilizan o practican la experiencia que se trata de transmitir.

### *Investigación Participativa*

Con una perspectiva agroecológica, el PDHC considera que la actividad de investigación y de generación de conocimientos no es una exclusividad de la ciencia convencional. Por el contrario, es una actividad cotidiana practicada por los agricultores familiares quienes, de manera constante, confrontan problemas que afectan sus cultivos y la cría de sus animales, imaginan probables causas que generan los problemas, implementan acciones para atacar las causas y reflexionan sobre los efectos de los resultados de su acción (Hocdé, 1997). En este sentido, al reconocer el valor del conocimiento de las poblaciones tradicionales en la generación de conocimiento, la perspectiva agroecológica intenta asociarse con las diferentes ramas de la ciencia como un enfoque epistemológico complementario (Figueiredo y Lima, 2006).

Para el PDHC la investigación participativa fue una importante estrategia metodológica que permitió que la familia involucrada con las acciones en el ámbito del proyecto se torne en un agente multiplicador permanente de conocimientos, tanto en el nivel de su comunidad como de sus comunidades vecinas y hasta comunidades más lejanas, por ejemplo a través de las visitas de intercambio (ver Recuadro). El PDHC tuvo el convencimiento de que la activa participación del agricultor permitirá un proceso más seguro de ajuste de propuestas técnicas y organizativas a las condiciones locales.

Se ha visto que la investigación participativa se adapta más a las condiciones de los agricultores familiares, en cuyo ámbito la aplicación de la tecnología no es simple, en particular si se ignora la contribución efectiva del agricultor y su conocimiento local. Usando la experimentación en pequeña escala, el agricultor puede aplicar la tecnología de diversas formas o aplicar diversas metodologías de forma simultánea, comparando los resultados (PDHC, 2004).

Las propuestas de investigación participativa deben ser probadas, en tanto sea posible, por grupos de experimentación colectiva o comunidades de agricultores familiares promoviendo evaluaciones también colectivas y por toda la comunidad lo cual acelera el grado de adopción a ese nivel. Propuestas que han sido aceptadas por una comunidad pequeña pueden ser masificadas por otros proyectos de inversiones mayores. Sin embargo, su efecto multiplicador no está vinculado con la disponibilidad

**Investigación participativa y visitas de intercambio promoviendo la disseminación de técnicas y mecanismo de gestión social en la producción de ensilaje para alimentación de rebaños de cabras lecheras en el semiárido brasileño.**

La escasez de forrajes y su baja calidad durante el largo período de sequía es un factor limitante principal para la producción animal en el semiárido brasileño. En esta región la cría de caprinos y ovinos es estratégica para los agricultores familiares por constituirse como fuente de alimento e ingreso familiar, sobre todo en épocas de sequía. Además, las oportunidades de comercialización de los productos de estas especies, en particular de la leche y sus derivados, son crecientes.

En este contexto, es destacable una experiencia lograda por el proyecto titulado *Fortalecimiento institucional para mejorar la comercialización de los productos de rumiantes menores y la generación de ingresos en las zonas áridas de Latinoamérica*, en el cual participaron en Brasil: ICARDA, PDHC y dos Organizaciones no Gubernamentales (ONGs) asociadas, el Centro de Estudios Laborales y de Asesoría al Trabajador (CETRA) y Diaconia; y Embrapa a través de dos de sus centros, Embrapa-Caprinos y Embrapa-Semiárido. Con un financiamiento del FIDA, en una sinergia positiva entre este proyecto y el PDHC, se estimuló a través de visitas de intercambio el desarrollo de una investigación participativa con agricultores familiares de 23 familias de la comunidad de Boqueirão, Sertão de Pajeú, en el estado de Pernambuco. El esfuerzo enfocó minimizar los perjuicios derivados de la escasez de alimentos durante el período de sequía, a través de la producción y almacenamiento de forraje para ese período.

Durante la etapa de investigación participativa fueron producidas y almacenadas cerca de 3,5 ton de ensilaje en diferentes tipos de silos. Sin embargo, la principal innovación de la investigación fue la adaptación de una máquina móvil para corte de forraje en principio refrigerada con agua para trabajar con refrigeración a aire. El agua además de ser escasa contiene altos niveles de sales que comprometen el uso de una máquina móvil refrigerada con agua. Con esta simple adaptación, la máquina móvil viabilizó la producción y conservación de grandes cantidades de forrajes en la comunidad de Boqueirão.

A partir de los resultados de esta investigación participativa, el PDHC estimuló varias visitas de intercambio de representantes del Comité Territorial del Sertão de Pajeú. Gracias a ellos, dentro de un período de un año, se logró la implantación de 64 unidades demostrativas de producción y almacenamiento de forraje, involucrando 680 familias, lográndose así un escalamiento efectivo de esta información.

En el territorio vecino, Sertão de Cariri, fue implantado un sistema de gestión de uso de la máquina móvil a través de un consorcio para el uso en colaboración entre el PDHC, Assocene y la Cooperación Sueca. En este territorio fueron utilizados varios tipos de forrajes disponibles. Un campesino criador de cabras lechera, Sr. Anselmo, produjo 40 toneladas de ensilaje de sorgo con *cunha* (*Clitoria terneata* L.) en 1 ha de tierra, gracias al cual logró alimentar su rebaño de 80 cabras lecheras. El gasto para el Sr. Anselmo no fue mayor a US\$ 50,00.

La gestión de la máquina móvil se encuentra en pleno funcionamiento y ofertando beneficios claros a los Agricultores familiares. Como la demanda por la máquina es muy alta, el Comité Territorial propuso la compra adicional de tres maquinas para atender el interés de otras comunidades y asentamientos del Sertão de Cariri.

de nuevas inversiones externas aunque estas últimas pueden proveer condiciones facilitadoras para una adopción.

La práctica de investigación participativa conlleva no solo a la utilización de tecnologías mejoradas, sino que también al fortalecimiento de la capacidad institucional o de la comunidad a solucionar sus propios problemas además de desarrollar su autoestima. Esto ocurre porque en este tipo de experiencia el campesino experimenta de manera conjunta la reflexión de los problemas, la búsqueda de soluciones y valoriza formas organizadas y solidarias de trabajo, desarrollando capacidades, mucho más allá de los aspectos técnicos.

### **Grupos de interés**

La pluriactividad incluyendo la diversidad de cultivos y cría de animales son características propias de la agricultura familiar. Sin embargo, es común que dentro de esa diversidad se destaquen uno o más tipos de actividades productivas por su importancia económica. En estos casos esas actividades se constituyen en ejes motores del agroecosistema. Es en ese contexto que la formación y/o fortalecimiento de grupos de interés, en torno a esa actividad principal, puede ser una metodología importante para reforzar la organización de los agricultores familiares en los niveles de la comunidad/asentamiento, de la municipalidad y territorio, de modo que los problemas y oportunidades comunes sean tratados de forma articulada. El secreto de la motivación por la articulación está en la afinidad temática.

Un grupo de interés tiene una naturaleza informal, funcionando como un espacio de articulación, donde se definen estrategias y planean acciones concretas para el enfrentamiento de oportunidades y/o problemas en torno a una actividad principal. De esta manera es posible, por ejemplo, que criadores de caprinos de un territorio puedan tener mucho más agilidad y eficacia en la forma como se relacionan con el mercado. Los criadores organizados en un grupo de interés podrían pensar en una institucionalidad territorial, por ejemplo una asociación o una cooperativa territorial de criadores de cabras lecheras; también podrían articular las diferentes asociaciones ya existentes actuando de forma aislada en el territorio, dando lugar a la organización de una estructura física, organizacional y financiera para la inserción de los productores de leche caprina en la cadena productiva de la leche y sus derivados.

### **La asistencia técnica permanente - ATP en el ámbito del PDHC**

La asistencia técnica a las comunidades de agricultura familiar y asentamientos en el PDHC siguió el enfoque de la agroecología y metodologías que favorezcan el aprendizaje evolutivo y la generación participativa/colectiva de los conocimientos necesarios para lograr cambios en las dimensiones organizativa, tecnológica y productiva. Los procesos de aprendizaje deben viabilizar la reflexión a partir de una

vivencia práctica de las familias, en su hacer cotidiano, con los temas y propuestas en cuestión. Esto evita la realización de eventos de formación sin continuidad, tales como cursos y talleres que no estén en el contexto de una acción mayor, con una estrategia bien definida a mediano y largo plazo. A modo de ejemplo, en lugar de realizar un evento aislado (curso, taller, entrenamiento, etc.) sobre los beneficios que una huerta agroecológica puede representar para la alimentación y generación de ingresos familiar, y luego esperar que la comunidad se movilice y adopte las propuestas discutidas; en el PDHC se buscó una acción más integral a través de un proceso cuyo itinerario metodológico fue el siguiente: reuniones de sensibilización, visitas de intercambio, taller de socialización de la visita y, en el caso que haya un real interés por la adopción de esa propuesta, el planeamiento e implantación de la huerta a través de una investigación participativa. La implementación física y la investigación participativa podían tener, si necesario, el apoyo financiero del PDHC para proyectos de investigación participativa, bajo la denominación de proyectos de Unidades Demostrativas.

De esta manera, en la metodología seguida por el PDHC, la función de la asistencia técnica no se resumió sólo a enseñar nuevas prácticas agrícolas y maneras de gestión y organización de las familias para la búsqueda de la solución de sus problemas o aprovechamiento de sus potencialidades. Más importante que enseñar nuevas prácticas agrícolas, fue posibilitar el aprendizaje de herramientas y metodologías adecuadas para la generación participativa de conocimientos, sobre todo fortalecer la capacidad de los agricultores familiares de identificar problemas, formular hipótesis, realizar pruebas y analizar los resultados encontrados en sus experimentos.

### ***La composición de los equipos de ATP en el PDHC bajo una estrategia de actuación territorial***

En la mayoría de los casos, la asesoría técnica ha confrontado dificultades al tratar con una gran variante de demandas por conocimiento. De hecho, las comunidades de agricultura familiar y asentamientos de la reforma agraria tienen una amplia necesidad de nuevos conocimientos para la superación de sus problemas y también para la realización de acciones que aprovechen sus potencialidades en las diferentes dimensiones del desarrollo humano. En ese contexto se torna casi imposible un trabajo completo de asesoría técnica sin un equipo interdisciplinario. Es muy difícil imaginar que cada ONG asociada con el PDHC en la relación directa con los asentamientos/comunidades, tenía las condiciones financieras satisfactorias para constituir equipos con la interdisciplinariedad requerida. La formación de un equipo con este perfil no se hace en corto plazo y también representó un costo poco accesible tanto para el PDHC como para la actual realidad económica del Brasil.

Para enfrentar el desafío de ofertar un servicio de ATP con equipos interdisciplinarios, la salida más viable consiste en la formación de un arreglo territorial

de ATP integrado. Así, en un territorio, además de los profesionales que forman los equipos que actúan con las comunidades y asentamientos, el PDHC dispone de técnicos especialistas<sup>4</sup> (por ejemplo: especialista en riego o especialista en gallinas de corral), los cuales actúan en sus especificidades de conocimiento de forma integrada con técnicos de ATP que ofertan una asesoría general a las familias. A su vez, los aspectos de género y generación fueron asesorados por ONGs referenciales en estos temas, garantizando que estos aspectos sean tratados de manera apropiada por las ONGs de asesoría general y especialistas, a través de acompañamiento de las acciones y de capacitación de los equipos. El PDHC también estimuló y apoyó a los agricultores familiares a desarrollar equipos de movilizadores sociales, los que actuaron de forma integrada con los otros actores de ATP ya mencionados, contribuyendo a la organización social de las familias y al control social de los servicios de ATP.

Por tanto, la estrategia necesaria para lograr un cambio tecnológico y productivo en un territorio dado involucró la integración colaborativa de un equipo de especialistas, con equipos locales de ATP que asesoraron a las familias en temas generales en sus diversos tipos de demandas, y a los movilizadores sociales. Es importante señalar que este diseño no elimina la necesidad de consultorías específicas. Para temas específicos y puntuales, no atendidos por ninguno de los especialistas del territorio, los servicios de un consultor pueden ser integrados (Figura 2).

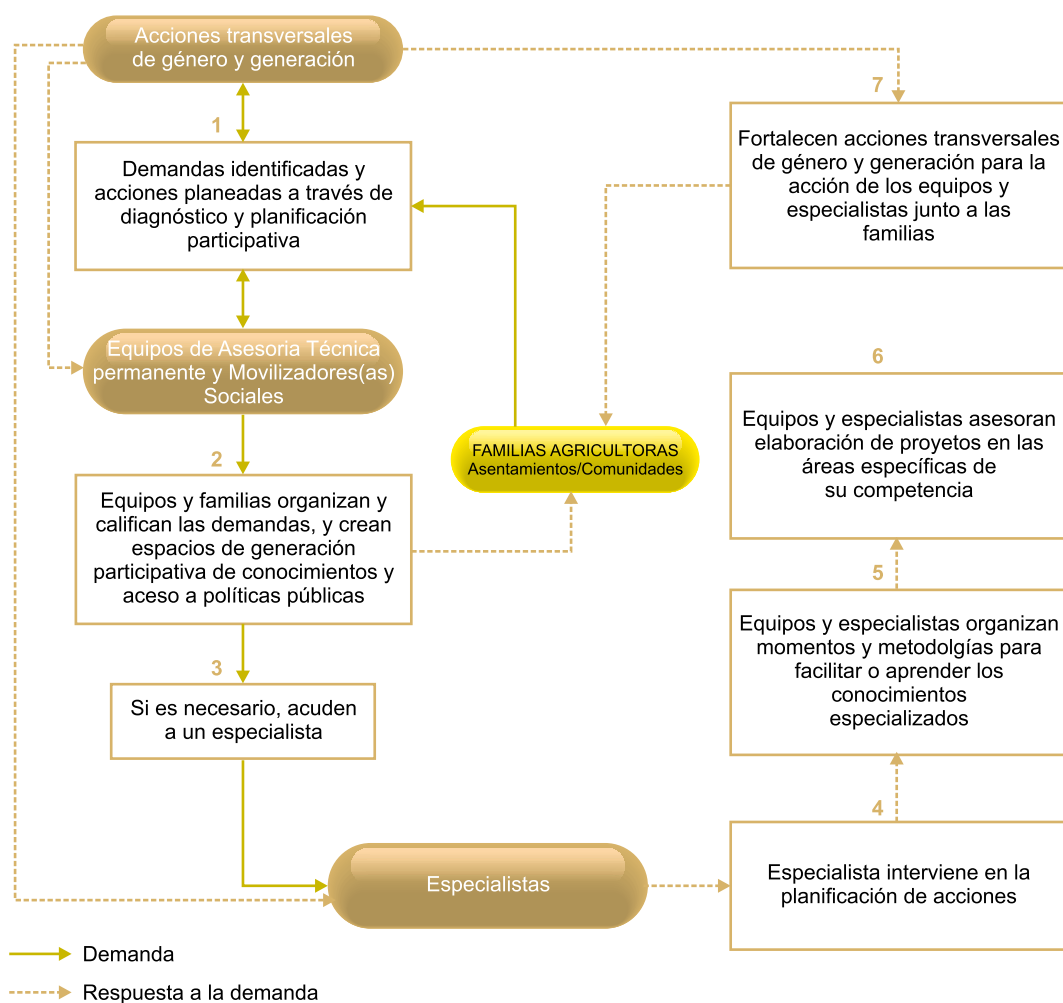
## Lecciones Aprendidas y Recomendaciones

Los conceptos y metodologías adoptadas por el PDHC, como un programa de acciones referenciales para el desarrollo sostenible del semiárido, conllevaron a importantes lecciones aprendidas que son destacadas a continuación.

- La efectiva participación de las familias de un territorio en todas las etapas de gestión del PDHC, junto con otros actores sociales gubernamentales y no gubernamentales, y en particular en los procesos de planeamiento, ejecución, monitoreo y evaluación, es fundamental para que las mismas sientan y ejerzan la apropiación del proyecto de manera democrática y transparente. Esta participación lleva a las familias a participar de una nueva cultura educativa en que predominan la participación y el control social sobre las políticas públicas dirigidas al desarrollo agrario de su territorio.
- La concepción y práctica de un servicio de ATP basado en la agroecología, poniendo de relieve metodologías participativas de generación de conocimientos y en un arreglo territorial integrado de ATP, ha posibilitado un trabajo de asesoría técnica más eficaz en cuanto a generación participativa de

---

<sup>4</sup> Los especialistas deben considerar la agroecología como paradigma técnico/científico. Es decir, su actuación debe ser orientada a las metodologías expuestas en este capítulo.



**Figura 2. Esquema simplificado de la actuación integrada a nivel territorial entre técnicos de asesoría general, técnicos especialistas, la organización no gubernamental referencial de género y generación y las organizaciones representativas de los agricultores familiares.**

Fuente: Sidersky et al. (2010).

conocimiento, empoderamiento de las familias e intercambio de conocimiento entre la asesoría técnica y los agricultores familiares, y entre estos últimos entre sí y también con sus organizaciones representativas. Bajo estas condiciones las familias de agricultores logran un mejor acceso a los medios para la experimentación y aprendizaje de propuestas técnicas y organizativas. Sin embargo, estos avances aún confrontan dificultades para consolidarse como una nueva cultura de relación entre las familias y técnicos de los servicios

de asesoría técnica (extensión rural) e investigación agrícola. La principal dificultad se refiere al mayor tiempo requerido para lograr implementar procesos participativos lo cual contrasta con las presiones por respuestas rápidas para la solución de problemas, tanto por parte de los agentes externos (agencias donantes, gobiernos, etc.) como por miembros y líderes de las propias comunidades.

- La implementación de un programa de desarrollo rural como el PDHC, caracterizado por buscar la valorización del conocimiento local o nativo y de la capacidad de experimentación de los agricultores familiares no significa un alejamiento del saber científico y de las instituciones oficiales de investigación rural. Por el contrario, el PDHC logró sus resultados más significativos en términos de impactos socioeconómicos y ambientales para las familias donde ocurrieron los mejores niveles de sinergia entre los agricultores familiares, los extensionistas y los investigadores actuando en proyectos de investigación integrados a políticas públicas en ejecución, como fue el caso del Programa de Leche en el territorio de Cariri.
- En este contexto y con el propósito de lograr máximos beneficios para la agricultura familiar y la generación de metodologías de investigación y desarrollo, el PDHC respondió de manera positiva a las oportunidades de colaboración con organizaciones de investigación y extensión. Este es el caso particular de las investigaciones orientadas a mejorar la productividad de los sistemas de producción de rumiantes menores, realizadas en un marco de colaboración integrada involucrando los asentamientos rurales de Boqueirão y Boa Vista; el PDHC y sus ONGs asociadas; Embrapa Caprinos y ovinos, Embrapa Semiárido e ICARDA. Esta integración demostró avances positivos en corto tiempo y permitió una masificación de los beneficios recibidos por las familias que participaron de las investigaciones, como el caso relatado en el recuadro.
- No obstante, los avances y sinergias logrados entre los programas de desarrollo y la investigación agrícola, éstos no son suficientes como para garantizar su continuidad. Existe la necesidad de mayores cambios en la investigación y extensión rural tradicionales, hacia una mayor aplicación de herramientas participativas, identificando e incluyendo otros elementos que permitan una efectiva adopción de los cambios tecnológicos propuestos. Existe también la imperiosa necesidad de cambiar los horizontes de los proyectos de investigación y desarrollo hacia un mayor plazo con el respaldo de recursos suficientes, que permitan consolidar acciones. Por ejemplo, las acciones logradas entre el PDHC, Embrapa e ICARDA requerirán de una mayor inversión y recursos para lograr condiciones propicias para un



Foto: Felipe Jalifm



### **Investigación participativa en la elaboración de ensilaje para la alimentación de cabras lecheras en el territorio de Cariri-Parafba**

escalamiento masivo de los conocimientos. Lamentablemente, debido a las exigencias por resultados inmediatos que deben además beneficiar al mayor número posible de familias, la mayor parte de los esfuerzos donde se plantea una sinergia entre investigación y desarrollo permiten solo viabilizar aproximaciones. Además, casi siempre estas exigencias son incompatibles con los ritmos de los procesos participativos que deben ser llevados a cabo dentro del enfoque agroecológico, en particular si los agricultores objetivo son de grupos sociales marginalizados y de bajos recursos.

- A través del acceso de las familias al Fondo de Inversión Social y Productivo – FISP, mantenido y gestionado por el PDHC, y a través de proyectos presentados al Programa Nacional de Apoyo a la Agricultura Familiar – PRONAF, mantenido y gestionado por el Ministerio del Desarrollo Agrario, la demanda por inversiones en proyectos para la cría de caprinos y ovinos en los territorios de actuación del PDHC ha incrementado de manera notable. Estos proyectos varían desde la adquisición de un rebaño para iniciar la cría

de estos animales hasta la adquisición de maquinaria para el procesamiento de la leche. Esta realidad alentadora es un indicador directo del éxito del trabajo conjunto entre las acciones de investigación y asesoría técnica en el ámbito del PDHC. Este incremento de la demanda por inversiones es también un desafío para una acción conjunta entre la investigación y asesoría técnica en varias direcciones: i) Mantener y ampliar las oportunidades y capacidades de ocupación de los mercados locales y regionales; ii) Posibilitar una inserción equilibrada de estos animales en los agroecosistemas evitando la degradación de la vegetación nativa y valorando los sistemas productivos y recursos genéticos; iii) Ofertar modificaciones necesarias en el manejo para mantener rebaños saludables, adaptados al medio y con una alimentación adecuada, iv) Posibilitar y ofertar las condiciones que faciliten un escalamiento de la tecnología y la adopción y v) Promover la participación de todos los actores del sector productivo y la pertinencia de las políticas locales y nacionales en torno a la producción agrícola.

## Conclusión

Las acciones del PDHC en el ámbito de desarrollo del semiárido han seguido una acción participativa con activa inclusión del agricultor familiar, el cliente principal de este proyecto de desarrollo. Estas acciones siguen una metodología en torno al planeamiento, monitoreo y evaluación de acciones. Los intercambios entre agricultores familiares, la investigación participativa, y el funcionamiento de grupos de interés, son métodos que han sido aplicados por las organizaciones de asistencia técnica permanente asociadas con el programa y también por las organizaciones de investigación como Embrapa. Las acciones en general fueron integradas en un nivel territorial lo cual permite una oferta más robusta y completa para cubrir las demandas y resolver problemas de los agricultores. Una acción combinada entre los actores del desarrollo en el ámbito del PDHC e investigadores del proyecto Embrapa-ICARDA en el contexto del proyecto titulado *Fortalecimiento institucional para mejorar la comercialización de los productos de rumiantes menores y la generación de ingresos en las zonas áridas de Latinoamérica*, apoyado por el FIDA, ha tenido resultados muy alentadores. Ha permitido no solo encontrar líneas comunes de acción entre el subsidio y el préstamo, sino que también el desarrollo armónico con base en la confianza entre actores del subsidio y actores del préstamo. Pero por sobre todo ha conllevado a beneficios directos para los agricultores como en los casos de las comunidades de Boa Vista en Quixadá y Boqueirão en Flores. Estas interacciones y otras logradas por el PDHC en investigación participativa con sus asociados han motivado una demanda creciente de inversiones en producción de rumiantes menores, la cual debe ser respondida con acciones planificadas en forma conjunta entre los beneficiarios, y las organizaciones de Investigación y Desarrollo. La planificación debería seguir

metodologías participativas con involucramiento activo de los productores, con recursos suficientes y con plazos no menores a 5 años que permitan lograr resultados concretos y no simples aproximaciones metodológicas.

## Literatura Citada

- CNRBC (Consejo Nacional de la Reserva de la Biosfera y de la Caatinga, Brasil). 2004. Cenários para o Bioma Caatinga. Secretaria de Ciência Tecnologia e Meio Ambiente; Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Caatinga, Recife, Pernambuco. 283 pp.
- Fernandes Lima, P.C. 1984. Research on species of the genus *prosopis* at the Brazilian semi-arid region. In: International Round Table on *Prosopis tamarugo* Phil., (M.A. Habit, ed.), Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Latin America and the Caribbean, Plant Production and Protection Division, Arica, Chile, June 11–15, 1984. FAO, Chile. pp. 119-126 <http://www.fao.org/docrep/006/ad316e/AD316E08.htm> (Consulta: 20.05.2008).
- Figueiredo, M.A.B. e J.R.T. de Lima. 2006. Agroecología e desenvolvimento sustentável. In: Extensão Rural, Desafios de Novos Tempos: Agroecologia e Sustentabilidade (J.R.T. de Lima e M.A.B. Figueiredo, orgs.). Editorial Bagaço, Recife, Pernambuco, Brasil. pp. 29-45.
- Gamarra-Rojas, G. 2006. Meio ambiente e sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuária no Semi-Árido Brasileiro. Universidade Federal Rural de Pernambuco-Departamento de Educação; Ministério do Desenvolvimento Agrário-Secretaria de Agricultura Familiar; Instituto Internacional de Cooperación Agrícola: *Curso de Especialização em Extensão Rural para o Desenvolvimento Sustentável*, Recife, Pernambuco, Brasil. 8 pp.
- Guanziroli, C.E. e S.E. de C.S. Cardim (Coord. ). 2000 Novo retrato da agricultura familiar - O Brasil redescoberto. Projeto de Cooperação Técnica INCRA e FAO, Instituto de Colonização e Reforma Agrária; Food and Agriculture Organization, Brasília. 73 pp.
- Hocdé, H. 1997. Locos pero no insensatos. La experimentación campesina en América Central vista desde alguna oficina capitalina. Programa Regional de Reforzamiento a la Investigación Agronómica sobre los Granos en América Central (PRIAG), Documento Técnico, 18, Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola (IICA), San José, Costa Rica. 29 pp.
- PDHC (Projeto Dom Helder Camara). 2004. Manual para elaboração de projetos de Unidade Demonstrativa. Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria de Desenvolvimento Territorial, Projeto Dom Helder Camara, International Fund for Agricultural Development, Recife, Pernambuco. 20 pp. <http://www.projedomhelder.gov.br> (Consulta: 5.5.2011).
- Sidersky, P.R., F.T. Jalfim e E.R. Araújo. 2010. A estratégia de assessoria técnica do Projeto Dom Helder Camara. 2a Ed. Projeto Dom Helder Camara. Recife, Pernambuco, 166 pp.
- Velloso, A.L., E.V.S.B. Sampaio e F.G.C. Pareyn (ed.) 2002. Ecorregiões propostas para o bioma Caatinga. Associação Plantas do Nordeste, The Nature Conservancy of Brazil, Recife, Pernambuco. 75 pp.

# Acerca de los Autores Principales

## Editor

### Luis Iñiguez Rojas



Ingeniero Agrónomo (Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia, 1968), MSc Genética Animal y Vegetal (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Castelar, Argentina, 1971) y PhD Mejoramiento y Genética Animal (Cornell University, EEUU, 1984). Fue investigador del Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria en producción y mejoramiento animal. Trabajó en Agricultura Internacional, afiliado a la Universidad de California-Davis, y a la Universidad de Wisconsin-Madison. Fue Investigador Principal de ICARDA desde 1998 a 2008, año en que se jubiló. En ICARDA su trabajo se centró en el mejoramiento de sistemas productivos de rumiantes menores en las zonas áridas, incluyendo investigación en variación y diversidad genética de rumiantes menores y estrategias para el mejoramiento genético de

estas especies en sistemas de producción pequeños, de productores de escasos recursos. Durante 2004-2008, fue responsable del proyecto de colaboración entre ICARDA y organizaciones nacionales de investigación en Latinoamérica.

Dirección: Calle Hermógenes Sejas 1255, Cochabamba, Bolivia. Tel: ++591-4-4270687. Email. Luisiniguez8@gmail.com

## ICARDA

### Adén Abdullahi Aw-Hassan



Tiene una Licenciatura en Ciencias Agrícolas de la Universidad Nacional de Somalia (1982), MSc en Economía Agrícola de Utah State University (1988), y PhD en Economía Agrícola de Oklahoma State University (2000). De 1995 a 2009 fue investigador Principal del Centro Internacional para la Investigación Agrícola en las Zonas Áridas (ICARDA) y desde noviembre de 2009 es Director del Programa de Investigación Social, Política y Económica de este centro. La experiencia en investigación de Adén Aw-Hassan incluye: análisis de impacto, análisis de los medios de vida rurales, análisis de mercado, economía de los recursos naturales, investigación participativa y de género.

Dirección: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), PO Box 950764, Amman 11195, Jordan. Tel.: ++ 962-5531196 / 5531237. Email: A.Aw-Hassan@cgiar.org

## Argentina

### Joaquín Pablo Mueller



En 1975 obtuvo su título de Ingeniero Agrónomo especializado en Zootecnia en la Universidad de Buenos Aires. En 1983 se graduó como PhD en genética animal en la University of New South Wales de Sydney, Australia. Es investigador del INTA Bariloche, donde trabaja desde el año 1977. Ocupó diferentes cargos de gestión de la investigación en el INTA, y desde el año 2006 es el Coordinador del Programa Argentino de Fibras Animales. Trabaja en la producción y el mejoramiento genético de rumiantes menores (ovinos, caprinos y camélidos), enfocando la evaluación genética, las interacciones genético ambientales y la producción de fibras textiles de origen animal en particular en sistemas de producción de zonas áridas. Es consultor y asesor en proyectos de producción y mejora genética de rumiantes menores en varios países de Sudamérica y Asia. Trabajó cooperando la coordinación del proyecto de

ICARDA en las zonas áridas de Brasil, México y Venezuela (2004-2008).

Dirección: INTA EEA Bariloche, Bote Modesta Victoria 4550, Rio Negro, 8400, Argentina, Tel: ++54 2944 422731 extensión 204. Email: [jmueller@bariloche.inta.gov.ar](mailto:jmueller@bariloche.inta.gov.ar)

## Brasil

### João Ambrosio de Araújo Filho



Ingeniero Agrónomo (Universidad Federal de Ceará, 1965). Maestro en Ciencias (MSc) (1968) y Doctorado (PhD) en (1975) (Universidad de Arizona, EEUU). Fue profesor adjunto de la Escuela de Agronomía de la Universidad Federal de Ceará desde 1968 a 1984. Desde 1984 hasta 2006, año de su jubilación, fue Investigador Principal en Embrapa Caprinos y Ovinos, con base en la ciudad de Sobral, Ceará. Participó como investigador en el área de manejo de la vegetación nativa en el proyecto Embrapa-ICARDA desde 2004 a 2006. Después de 2006 continuó como profesor de la Universidad Estatal Vale do Acaraú. Su línea principal de investigación ha sido el Manejo Sustentable de la Caatinga, con atención al uso pastoril, agrícola y maderero de la Caatinga, y Sistemas de Producción Agroforestales. Ha contribuido de manera sobresaliente con aportes tecnológicos y a la literatura científica sobre el manejo de la

vegetación en las zonas áridas tropicales y subtropicales.

Dirección: Rua Manoel Albino Dantas 67, Derby Clube, Sobral, Ceará-Brasil, CEP- 62041-620. Tel.: ++55-88-3611 0086. Email: [ambrosio.filho@uol.com.br](mailto:ambrosio.filho@uol.com.br)

**Gherman García Leal de Araújo**

Zootecnista (Universidad Federal de Paraíba, 1986), Maestro en Ciencia Animal (MSc) (1993) y Doctor en Ciencia Animal (PhD) (Universidad Federal de Viçosa—Minas Gerais, 1997). Posdoctorado (University of California, Davis, 2009). Desde 1994 es Investigador Principal de Embrapa Semiárido. Es también profesor titular de los programas de doctorado en Ciencia Animal en de la Universidad del Valle de San Francisco (UNIVASF) y de la Universidad Federal de Paraíba (UFPB). Trabaja en producción y nutrición de rumiantes, en temas de evaluación de piensos, nutrición animal y sistemas de alimentación animal en zonas semiáridas, productividad del agua en el contexto de la producción animal, producción de plantas forrajeras tolerantes a la sequía y de plantas halófitas. Participó como investigador del proyecto Embrapa-ICARDA, coordinando las acciones de investigación en el núcleo de

aplicación tecnológica de Boqueirão, Pernambuco, Brasil, desde 2004 a 2008, habiendo contribuido substancialmente con su experiencia y visión en talleres metodológicos y en ajustes del proyecto.

Dirección: Embrapa Semiárido, BR 428 km 152, Zona Rural, Caixa Postal 23, Petrolina, PE- Brasil, CEP 56302-970. Tel: ++55-87- 38621711 extensión 158. Email: gherman.araujo@embrapa.br

**Marco Aurélio Delmondes Bomfim**

Médico Veterinario (Universidad Estatal de Maranhão, 1995), Maestro en Ciencias en Producción Animal (Universidad Federal de Lavras, Minas Gerais, 2000). Doctor en Nutrición de Rumiantes (Universidad Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2003) y Posdoctorado en el Centro Internacional de Investigación Agrícola en las Zonas Áridas (ICARDA), en Alepo, Siria (junio a Octubre, 2008). Desde 2002 es Investigador Principal del Embrapa Caprinos y Ovinos. Desde 2009 a 2011 fue Jefe de Investigación y Desarrollo de Embrapa Caprinos y Ovinos, para luego realizar un postdoctorado en nutrición de rumiantes en Texas A&M Universty (2011-2012). Su trabajo se centra en innovaciones en la alimentación de pequeños rumiantes en las zonas áridas. Es autor de varias publicaciones en nutrición de rumiantes y sistemas de alimentación,

miembro de la Revista Brasileña de Ciencia Animal del Consejo Científico y editor de varias revistas científicas. Ha sido Investigador Principal y Coordinador Nacional del proyecto Embrapa-ICARDA (2007-2008), contribuyendo de manera substancial al éxito de este proyecto en Brasil con su experiencia y visión, a talleres metodológicos y visitas de intercambio en Brasil, México y Argentina.

Dirección: Embrapa Caprinos e Ovinos Estrada Sobral/Groaíras km 4, Caixa Postal 145, CEP: 62010-970, Sobral, Ceará, Brasil. Tel: ++55 (88) 3112.7400. Email: marco.bomfim@embrapa.br

### Ana Clara Rodrigues Cavalcante



Zootecnista (Universidad Estatal Vale do Acaraú, Sobral, Ceará, 2000), Maestría (MSc) en Zootecnia (Universidad Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2001), y Doctorado (PhD) en Ciencias Animales y Pasturas (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Piracicaba, São Paulo, 2010). Desde 2002 trabaja en Embrapa Caprinos y Ovinos, investigando los efectos de manejo de pasturas sobre la producción de caprinos y ovinos. En los últimos 5 años ha trabajado con investigación participativa en la sostenibilidad de sistemas pecuarios que utilizan pasturas, en Brasil y Kenia. Participó como Investigadora Principal en el proyecto Embrapa-ICARDA desde 2004 a 2008, investigando en aspectos de producción de pasturas con una excelente visión participativa, desplegando gran capacidad de organización interdisciplinaria y contribuyendo a talleres

metodológicos en Brasil, México y visitas de intercambio en la Argentina. En el periodo 2005-2007 fue Coordinadora Nacional del proyecto Embrapa-ICARDA.

Dirección: Embrapa Caprinos e Ovinos, Estrada Sobral/Groaíras, km 4, Caixa Postal 145, CEP: 62010-970, Sobral, Ceará, Brasil. Tel: ++55 (88) 31127452. Email: ana.clara@embrapa.br

### Vinicius Pereira Guimarães



Zootecnista (Universidad Federal de Viçosa, 2002), Administración (Facultad de Viçosa, 2005), Maestro en Producción Animal (Universidad Federal de Viçosa, 2004), Doctor en Producción Animal (Universidad Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2007) con periodo predoctoral en Texas A&M University, EE.UU (2006 a 2007). Desde 2010 es Investigador de Embrapa Caprinos y Ovinos. Su trabajo se centra en el modelado y simulación de sistemas agrícolas, con proyectos en Brasil y África. A partir de 2013 fue designado como Jefe de Investigación y Desarrollo de Embrapa Caprinos. Es autor de varias publicaciones y editor asociado de Brazilian Journal of Animal Science. Su contribución en la publicación del libro fue determinante, coordinando con el editor y Embrapa Información Tecnológica los aspectos del financiamiento y de procesamiento editorial.

Dirección: Embrapa Caprinos e Ovinos, Estrada Sobral/Groaíras, km 4, Caixa Postal 145, CEP: 62010-970, Sobral, Ceará, Brasil. Tel: ++55 (88) 3112-7400. Email: vinicius.guimaraes@embrapa.br

**Felipe Tenório Jalfim**

Médico Veterinario (Universidad Federal Rural de Pernambuco, 1986), Maestro en Agroecología (2007) y Doctorando en Agroecología, Sociología y Desarrollo Rural Sustentable (Universidad de Córdoba-España, Instituto de Sociología y Estudios Campesinos). Se dedica a la agroecología y agricultura familiar en la región semiárida de Brasil, donde coordinó diferentes programas de desarrollo, formación y movilización social en el área rural. Fue coordinador del Componente de Desarrollo Productivo y Comercialización del Proyecto Dom Helder Camara- PDHC (Ministerio de Desarrollo Agrario- MDA y Fondo Internacional para el Desarrollo de la Agricultura- FIDA) (2003 a 2010) e integró el consorcio Embrapa-ICARDA- PDHC habiendo contribuido en acciones de investigación adaptativa y participativa. Es coordinador de planificación del Proyecto Dom Helder Camara, Secretaría de Desarrollo

Territorial, Ministerio de Desarrollo Agrario y Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (Fondo Global para el Medio Ambiente).

Dirección: Projeto Dom Helder Camara, Rua Doutor Silva Ferreira, 122, Santo Amaro, Recife – PE, Brasil, CEP: 50040 130. Tel: ++55-81-33011355. Email: [fjalfim@dom.gov.br](mailto:fjalfim@dom.gov.br)

**José Nilton Moreira**

Obtuvo su título de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Agronomía de Medio São Francisco de la Universidad del estado de Bahía (UNEB) en 1981, y de Maestro y Doctor en Producción Animal y Producción de Forraje en la Universidad Federal Rural de Pernambuco, en 1995 y 2005, respectivamente. Entre 1982 y 1989, fue investigador en la Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuaria (IPA) en el área de sistemas de producción en el semiárido. Desde 1989 se desempeña como Investigador Principal de Embrapa Semiárido con base en la ciudad de Petrolina, Pernambuco. Ha publicado artículos en revistas científicas, eventos científicos, cursos y medios de comunicación. Entre 1997 y 2000 fue Supervisor del Área de Comunicación y Negocios de Embrapa-Semiárido y desde 2008 es Jefe Adjunto de Comunicación y Negocios

de Embrapa-Semiárido. Ha participado como Investigador Principal en el proyecto Embrapa-ICARDA desde 2004 a 2008. Realiza estudios en producción de forraje, agricultura familiar y desarrollo territorial.

Dirección: Embrapa Semi-Árido, BR 428 km 152, Zona Rural, Caixa Postal 23, Petrolina, PE- Brasil, CEP 56302-970. Tel: ++55-87- 38621711 extensión 106/107. Email: [jmoreira@cpatsa.embrapa.br](mailto:jmoreira@cpatsa.embrapa.br)



**Evandro Vasconcelos Holanda Júnior**

Se graduó como Médico Veterinario de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Estatal de Ceará en 1997 y siguió una especialización en Administración Rural en la Universidad Federal de Lavras, Minas Gerais, en 1998. Obtuvo su Maestría en Zootecnia (MSc) en 2000 y Doctorado (PhD) en Ciencia Animal en 2004 en la Universidad Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Es Investigador Principal de Embrapa desde 2001. Desde mayo de 2006 a octubre de 2008 fue Jefe de Investigación y Desarrollo de Embrapa Caprinos y Ovinos, asumiendo en febrero de 2009 el cargo de Director General de este centro, con base en la ciudad de Sobral, Ceará. Durante 2004-2008 participó como Investigador Principal del proyecto Embrapa-ICARDA, contribuyendo de manera importante a la visión participativa y las orientaciones de mercado en el proyecto. Representa a Embrapa en la Cámara Sectorial de la Cadena Productiva de Caprinos y Ovinos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento. Tiene estudios realizados sobre la agricultura familiar y desarrollo territorial, gestión de la innovación y sistemas de producción sostenible.

Embrapa Caprinos e Ovinos, Estrada Sobral/Groaíras km 4, Caixa Postal 145, CEP 62010-970, Sobral-CE, Brasil. Tel: ++55-88-3112-7402/7404. Email: [evandro.olanda@embrapa.br](mailto:evandro.olanda@embrapa.br)

**México****Francisco Guadalupe Echavarría Cháirez**

Ingeniero Agrónomo con especialidad en Uso y Conservación del Agua (Universidad Juárez del estado de Durango, 1983); Maestro en Ciencias (MSc) en Productividad de Agrosistemas (Colegio de Posgraduados de Montecillo, Estado de México, 1991) y Doctor (PhD) en el área de Suelos y Agua (University of Nebraska-Lincoln, EEUU, 2000). Desde 1984 es investigador Principal del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), desarrollando trabajos de caracterización del ambiente, degradación del suelo, impacto del pastoreo y de la intervención tecnológica, con especial atención a los problemas agropecuarios de las zonas áridas y semiáridas. En el periodo 2004-2008 fue Investigador Principal del proyecto INIFAP-ICARDA, habiendo realizado dos visitas científicas a ICARDA en 2004 y 2006 y contribuido a talleres metodológicos en México y Brasil. Desde 2011 se desempeña como director del Campo Experimental Zacatecas del INIFAP (México).

Dirección: Campo Experimental Zacatecas-INIFAP, km 24,5, carretera Zacatecas-Fresnillo, Apartado Postal 18, Calera de V. R., Zacatecas, México. Tel: ++52-492-9850363. Email: [echavarría.francisco@inifap.gob.mx](mailto:echavarría.francisco@inifap.gob.mx)

**Miguel Ángel Flores Ortiz**

Ingeniero Agrónomo Zootecnista de la Universidad Autónoma de Nuevo León (1979). Maestro en Ciencias en Manejo de Pastizales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (1986) y Doctorado (PhD) en Manejo de Pastizales en New Mexico State University, EEUU (1997). Desde 1979 hasta su jubilación en 2012 trabajó como investigador del programa de forrajes del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) desarrollando investigación en especies y variedades de cultivos forrajeros para condiciones de regadío, secano y elevada salinidad, evaluación de leguminosas forrajeras, y evaluación y desarrollo de variedades y prácticas agronómicas para incrementar la sostenibilidad de sistemas de producción de forraje en condiciones de secano. En el periodo 2004-2008 fue Investigador Principal en el proyecto INIFAP-ICARDA, habiendo contribuido a talleres metodológicos y

visitas de intercambio en México, Brasil y Argentina.

Dirección: Circuito de la Coruña # 24, Fraccionamiento Lomas de Galicia, Guadalupe, Zacatecas, México C.P. 98610, Teléfono: ++ 52-(492)927-9450, Email: mafo1957@gmail.com

**Walter Jorge Gómez Ruiz**

En 1987 se tituló como Ingeniero Químico en la Universidad Iberoamericana de la Ciudad de México. Obtuvo su Maestría en Administración (MBA) en el American Graduate School of International Management en Arizona, EEUU, centrándose en el área de comercialización (1992). Trabajó en investigación de mercados y como profesor de licenciatura y maestría en Negocios y Comercialización. En 2007, obtuvo un Doctorado en Ciencias Ambientales en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Durante su programa doctoral participó en talleres sobre aspectos socioeconómicos y de mercado del Desarrollo Rural, organizados por ICARDA en Zacatecas, México y la Universidad de Yale, New Haven, EEUU. Fue investigador invitado en ICARDA, en Alepo, Siria, en 2006, en temas socioeconómicos, de mercado y de

tecnologías de procesamiento de lácteos, vinculados con los sistemas de producción de productores familiares de rumiantes menores.

Dirección: Bartolo Guardiola # 165, Col. Graciano Sánchez, San Luis Potosí, SLP, México. Tel: ++52 (444) 8204201. Email: walterjorgegr@yahoo.com.mx

**Ramón Gutiérrez Luna**

Tiene una Licenciatura en Agronomía con especialidad en Fitotecnia en la Universidad de Guadalajara (1983) y un grado de Maestro en Ciencias (MSc) obtenido en 1990 en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. En 2000 obtuvo su Doctorado (PhD) en el área de Ciencias del Pastizal en New Mexico State University, New México, EEUU. Desde 1983 hasta 2011 ha trabajado en el INIFAP en el estudio ecológico de los pastizales, evaluación de especies forrajeras y en los últimos 10 años en manejo de pastizales en directa interacción con productores. Actualmente es Presidente de la Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales. Tiene su base en el Centro Experimental Zacatecas del INIFAP, ubicado en la calera de Victor Rosales, Zacatecas, donde se desempeña como responsable de la Unidad Técnica Especializada

Pecuaria del estado (desde 2009) y del Programa Nacional Ganadero en Zacatecas (desde 2010). En el periodo 2004-2008 fue Investigador Principal en el proyecto INIFAP-ICARDA, habiendo contribuido a talleres metodológicos en México y Brasil.

Dirección: Campo Experimental Zacatecas-INIFAP, km 24,5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera de V.R., Zacatecas, Código Postal 98500. Tel: ++52 (478) 985-0198 y 985-0199 extensión 208. Email: gutierrez.ramon@inifap.gob.mx

**Juan Manuel Pinos-Rodríguez**

Obtuvo su título de Médico Veterinario Zootecnista en la Universidad Veracruzana (Veracruz, México) en 1993. En 1999 se graduó de Doctor en Ciencias en el Colegio de Postgraduados, Estado de México. En 2006, a través del Programa UCMEXUS, realizó una estancia como Faculty Fellowship en la Universidad de California, Davis. En 2007 fue Investigador Posdoctoral en el Departamento de Ciencia Animal de la Universidad Estatal de Ohio. En 2008 fue Veterinario Interno en el Colegio de Medicina Veterinaria de la Universidad Estatal de Michigan, EEUU. Desde 2000 y hasta la fecha es Profesor Investigador de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México, donde desarrolla investigación en Ciencia Animal, Ciencias Veterinarias y Biomedicina. Esta reconocido por instituciones mexicanas como investigador nacional

de calidad. Es parte de diversos comités editoriales de revistas científicas internacionales relacionadas con Ciencia Animal. En el periodo 2004-2008 fue Investigador Principal en el proyecto UASLP-INIFAP-ICARDA, habiendo contribuido a talleres metodológicos y visitas de intercambio en México, Venezuela y Brasil.

Dirección: Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 78377, San Luis Potosí, S.L.P., México. Tel: ++52 444-8422359. E-mail: jpinos@uaslp.mx

**Agustín Fernando Rumayor Rodríguez** (30 de mayo de 1959 – 4 de febrero de 2011)

Agustín Rumayor, investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), murió súbitamente el 4 de Febrero de 2011. Fue Ingeniero Agrónomo en Producción del Instituto Tecnológico y de estudios Superiores de Monterrey, Nuevo León (1980). Cursó Fisiología Vegetal en la Universidad de California-Davis (1981) y obtuvo una Maestría (MSc) en Ciencias en la Universidad de Bristol, Inglaterra (1983). Hasta su deceso, fue Director del Campo Experimental Zacatecas del INIFAP. Desplegó su labor científica en metodologías para la detección de desviaciones técnicas, socioeconómicas y de competitividad en sistemas-producto agropecuarios. Investigó en la reconversión productiva y en el efecto del cambio climático. Agustín fue distinguido en 1987 como miembro del Sistema Nacional de

Investigadores. Fue Investigador Principal del proyecto INIFAP-ICARDA (2004-2008), contribuyendo en talleres metodológicos en México y Brasil y brindando apoyo logístico. Agustín será recordado como colega y amigo de gran sensibilidad y talento, y por sus intervenciones con ideas precisas, inteligentes y siempre oportunas.

**Homero Salinas González**

Ingeniero Agrónomo Zootecnista (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 1976). Maestro en Ciencias de la Producción Lechera (MSc) (Universidad Estatal de Pennsylvania, EEUU, 1980) y Doctor en Ciencia Animal (Universidad Autónoma de Nuevo León, 1995). Desde 1976 trabaja en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en investigación de caprinos, con especial interés en la reducción de la pobreza, innovación tecnológica de sistemas de producción caprina, y sustentabilidad. Fue Coordinador Nacional del proyecto INIFAP-ICARDA (2004-2008), habiendo contribuido al trabajo en equipo, a mantener un ambiente fraterno y amigable, a cambios oportunos ofreciendo una visión precisa, a talleres metodológicos celebrados en México, Venezuela y Brasil y a visitas de

intercambio en ICARDA en Siria. Desde 2001 es Director Regional del Centro Investigación Regional Norte Centro del INIFAP

Dirección: Centro Investigación Regional Norte Centro del INIFAP, Blvd. Jose Santos Valdez 1200 Pte., Col. Centro, Matamoros C.P. 27440, Matamoros, Coahuila, México. Tel: ++52-871-1823177. Email: salinas.homero@inifap.gob.mx; homero.salinas@hotmail.com

## Venezuela

### Ramón D'Aubeterre



Tecnólogo (Escuela Técnica Agropecuaria de Aragua de Barcelona, Venezuela, 1975), BSc Animal Sciences (Kansas State University, EEUU, 1985), Master of Science Producción Animal (Oregon State University, EEUU, 1996), Diplomado en Desarrollo Rural (Colegio de Posgraduados. Puebla, México, 2000) y Doctorando (Universidad de Córdoba, España). Profesor (Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado-UCLA, y Escuela Socialista de Agricultura Tropical-ESAT del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas-INIA, Venezuela). Investigador Principal del INIA, miembro del Programa de Promoción al Investigador, del Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y la Tecnología (MPPCYT). Investiga en sistemas de producción ovinos y caprinos y sistemas agroforestales. Fue Coordinador Nacional del

proyecto ICARDA-INIA-PROSALAFI II, participando en talleres metodológicos y visitas de intercambio y discusión en Venezuela, Brasil, Argentina e ICARDA-Siria.

Dirección: INIA-Lara, Carretera Barquisimeto Vía Duaca, km 7 Caserío El Cují, Apartado Postal 592, Barquisimeto, estado Lara, Vanezuela. Tel: ++58-251 8866362. Email: rdaubeterre@inia.gob.ve; daubeter@hotmail.com



Ministerio de  
Agricultura, Ganadería  
y Abastecimiento



ISBN 978-85-7035-229-3



9 788570 352293

CGPE 10717