

Evaluación del bovino Criollo para su conservación y utilización sostenible en regiones de extrema sequía en Bolivia

¹ Lizeca Sergio; ² Romero José; ² Espinoza Linder

¹ Centro de Biotecnología y Nanotecnología Agropecuario y Forestal, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Universidad Mayor de San Simón
² Estación Experimental Puerto Margarita;
Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

E-mail de contacto: sergio.lizeca@gmail.com

Resumen. La evaluación de este valioso recurso genético, está referido a los núcleos más significativos de la población de bovinos en su estado más puro, que están concentrados en dos regiones de Bolivia como son los bosques xerofíticos de las regiones del Cono Sur del Dpto. de Cochabamba y el Chaco Tarijeño. Estas poblaciones se encuentran en un eminente riesgo de degradación genética, y en consecuencia en una acelerada pérdida de su diversidad. Los efectos de la extrema sequía, desde ya varias décadas en estas dos regiones, inducen a hacer evaluaciones de estos sistemas productivos, que contemplen los acelerados procesos del impacto del cambio climático en estas regiones. Se plantea propuestas estratégicas en la crianza y su conservación de estas poblaciones bovinas evaluando los sistemas ganaderos, caracterizados por periodos de extremas sequias. Un plan de mejora es analizado, proponiendo estrategias de conservación “*in situ*” e “*in vivo*”, complementado con una estrategia de conservación “*ex situ e in vitro*”. Los ámbitos en los que estas poblaciones son evaluadas, que representan normalmente sistemas marginales de producción, tomando en cuenta la productividad y reproductividad de esta población, proponiendo mejoras orientadas a su conservación “*ex situ in vitro*”. Se analizan acciones de su conservación tomando en cuenta los aspectos socio cultural, desarrollo económico y patrimonial. La revalorización de este recurso genético, es considerada como un componente fundamental en las propuestas de conservación. Se complementa esta evaluación con estudios socioculturales del componente social organizativo y la percepción de incidir más activamente en la revalorización de su recurso, como un objetivo central del fortalecimiento de las organizaciones establecidas en la región, como son las asociaciones de criadores de ganado Criollo.

Palabras clave: Conservación; Manejo de sistemas ganaderos; Mejoramiento genético

Introducción

Las regiones de Pasorapa en Cochabamba y Puerto Margarita en Tarija, constituyen dos ecos regiones con vegetación xerofítica donde la población bovina Criolla aún es conservada y producida en condiciones extensivas, con marcadas épocas de extrema sequía. En estas condiciones, la resistencia y rusticidad de

estas poblaciones, se sobrepone a las adversidades climáticas y topográficas, mostrando rendimientos de producción que si bien no son los óptimos, contribuyen en la producción de proteína de origen animal para la población y aportan económicamente en el sustento familiar.

El Chaco tarijeño y el Cono Sur de Cochabamba, muestran condiciones climáti-

cas similares, que se caracterizan con altas temperaturas y bajas precipitaciones pluviométricas.

Estos valores alcanzan, por lo general, promedios de temperatura entre 37°C a 45°C en el periodo de verano y menos de 200 mm/año de precipitación en la época lluviosa. Sin embargo, ambas eco regiones tienen características fisiográficas particularmente distintas; así el Chaco tarijeño, en el sector este del territorio departamental, presenta un paisaje de extensa llanura, la misma se introduce en el Sub Andino conformando el Chaco Serrano en Puerto Margarita. Por su lado, los municipios del Cono Sur de Cochabamba, son zonas con fisiografía de paisajes montañosos y pie de montes.

Son en estas extremas condiciones donde se mantiene un importante núcleo de poblaciones bovinas, que representan el núcleo fundamental y más puro reservorio de ganado Criollo boliviano. En estas condiciones las prácticas de manejo pecuario alcanzan a ser mínimas, por lo que se encuentran, particularmente en el municipio de Pasorapa y sus comunidades en un estado casi asilvestrado.

Este valioso recurso genético patrimonial, se constituye en el componente fundamental que permitirá contribuir a garantizar la soberanía y seguridad alimentaria del pequeño y mediano productor ganadero de estas regiones. Por lo tanto es imperiosa la necesidad de evaluar este recurso en sus diferentes aptitudes, más aún cuando existe la eminente y crucial realidad de enfrentar los efectos del ya presente cambio climático.

Al referir a estos efectos climáticos, se debe mencionar que las anomalías del clima para el Chaco tarijeño, en los escenarios climáticos RCP 6.0 y RCP 8.5,

proyectados al año 2050, estiman un incremento de la temperatura media anual entre 2°C y 2.9°C, en tanto que la precipitación anual disminuiría entre 55.1 mm y 62.3 mm, respectivamente. Estas anomalías de la precipitación encuentran su cúspide en el sector central Sur del departamento, a partir de esta zona la magnitud del cambio disminuye hacia los flancos, tanto al Este como al Oeste (Espinoza *et al.* 2015).

El área de estudio del Proyecto de Conservación de esta especie PIA-ACC.47, está inserto en considerar estas anomalías climáticas; por lo que estas condiciones descritas se constituyen en un enorme reto, al tiempo de mejorar el manejo y sanidad. Esto puede mostrarse complicado pero por demás interesante, ya que el lograr elevar los bajos niveles de productividad y reproductividad y el mejoramiento para la adaptación a los efectos del cambio climático, obliga a profundizar estudios que permitan evaluar esta gran reserva genética ganadera con la que cuenta Bolivia.

El año 2011 se han iniciado actividades aisladas de las políticas centrales para evaluar estas poblaciones, con un trabajo preliminar impulsado por el SEDAG, realizando una aproximación diagnóstica de las características productivas de estas poblaciones (Lizeca *et al.* 2001). En el año 2008 se realiza el primer trabajo de caracterización fenotípica de las poblaciones bovinas de Pasorapa (resultados publicados en boletines técnicos de información), a este trabajo se complementa la investigación propuesta por Rivera C. (2016), sobre la caracterización fenotípica y productiva del ganado pasorapeño, el cual ha complementado y ampliando la evolución de los Criollos a las regiones de Santa Cruz y Tarija, con la caracterización fenotípica de estas pobla-

ciones, complementando este trabajo de investigación con técnicas biotecnológicas, como es el de la caracterización genética, trabajo que fue iniciado por Botani *et al.* (2014, en prensa). Una propuesta de conservación en sistemas extensivos de los chacos bolivianos (incluye los chacos cruceños y chuquisaqueños), fue presentada por Vaca *et al.* el año 2012.

La cría de los bovinos Criollos en condiciones extremas de Bolivia

Los sistemas de crianza y manejo de las poblaciones de bovinos en las dos regiones consideradas en esta evaluación, están definidos como sistemas extensivos marginales (no en el término peyorativo sino más bien técnico), sobre todo en el ámbito de disponibilidad de forraje. Esto hace que los poseedores de este ganado, restrinjan el manejo de su hato en potreros, a un corto periodo del año, es decir no más de cuatro meses, periodo en el cual el ganado es traído a los potreros, a fines de junio, permaneciendo estos en sus fincas hasta mediados de septiembre. El resto del año, aproximadamente ocho meses, este ganado permanece en el monte ramoneando.

Esta apreciación es corroborada por Lizca *et al.* (2001), en un estudio de caracterización que incluye los sistemas productivos y sus particularidades específicas, que de acuerdo a una valoración de las formas de manejo, infraestructura y tipo de alimentación, que permitieron ver que en esta región generalmente predomina una ganadería de subsistencia.

Estas condiciones de manejo, con pocas variantes, es ratificado por Cabrera (2009 comunicación personal), quien menciona que la ganadería de estas regiones, está determinada por un sistema de ramoneo

del bosque natural y comunal abierto, lo que significa que estas poblaciones se encuentran gran parte del año (aproximadamente ocho a nueve meses en monte abierto), con mínimas prácticas de manejo en términos de control sanitario, alimenticio y de mejora.

Así manejado, el ganado está sujeto a un proceso de selección natural, vislumbrando una evolución de estas poblaciones a fortalecer su valor adaptativo y generar una gran resistencia a las extremas condiciones alimenticias que se presentan, año tras año, en estos sistemas productivos.

La ganadería bovina de estas regiones, está representada en su gran mayoría, por medianos y pequeños ganaderos, por lo que un gran porcentaje de estos productores, practican actividades ganaderas de subsistencia, con niveles de productividad bajos y altas tasas de mortandad, debido a que entre otros factores, es el ramoneo dentro de estos bosques, la base de la alimentación de estas poblaciones.

A la fecha no existen programas serios de mejora en estas regiones de tradicional crianza, viéndose en la mayoría de los casos, aislados esfuerzos para mejorar los rendimientos del ganado. Sin embargo, aún bajo estas condiciones extremas, algunos ganaderos han generado medidas innovadoras y estrategias de manejo de su hato, basados en sus conocimientos ancestrales y en experiencias prácticas de sus antepasados, para subsistir a través del tiempo (Cabrera 2017, comunicación personal).

La evaluación de la carga y capacidad de carga animal de estos bosques, es fundamental en estos sistemas, por los niveles de deterioro de los bosques, percibiendo un mal manejo de los hatos, así como

también de recursos forrajeros y arbóreos nativos existentes en la región. La desmedida carga animal que se presenta en determinadas áreas de ramoneo, hace que año tras año, estos bosques se vean en la dificultad de una regeneración natural de su cobertura vegetal y la pérdida de especies valiosas de uso múltiple. El acelerado proceso de pérdida de varias especies locales forrajeras, a consecuencia de las frecuentes sequías, acentúan aún más esta pérdida.

Se desconocen estudios específicos que evalúen la carga y capacidad de carga de estos bosques de ramoneo constituidas por forrajes nativos. Frente a este problema, se ha experimentado ciertas acciones que han permitido atenuar los efectos de la sequía, como por ejemplo la implementación de parcelas de tuna. Estas especies forrajeras de tuna, se constituyen en la fuente principal de agua. La utilización de esta fuente se la hace más en función a una eminente necesidad hídrica para el ganado, antes que alimenticia.

El plan de mejora de los bovinos Criollos

El mejoramiento de los niveles de productividad de la población bovina Criolla de ambas regiones, tiene sus bases en una evaluación de los parámetros de crecimiento y fertilidad que estas poblaciones tienen. A esto se debe considerar las condiciones ambientales externas que afectan como un todo a la población, particularmente las que están relacionados con las condiciones de alimentación, manejo y sanidad. Una propuesta de planificación de la mejora, debe estar basada en la perspectiva que ofrece las bases fundacionales de la genética de estas poblaciones. La identificación de caracteres de selección significativos, desde el punto

de vista socio económico, permitirán establecer criterios de selección correlacionados a ciertos caracteres que influyen en su mejoramiento. Se debe tomar en cuenta que en condiciones ambientales adversas, el mejoramiento sobre todo genético, se ve muy afectado debido a que el potencial genético de algunos caracteres no se manifiestan en su plenitud, es decir son los efectos ambientales adversos que los encubren. Estas condiciones de crianza extensiva y marginal, que se presenta en la mayoría de las comunidades de estas dos regiones en estudio, conlleva a que se presenten serias dificultades de mejorar en estos sistemas productivos, por lo que se hace más difícil establecer objetivos de selección precisos para la mejora de estas poblaciones. Es importante considerar, todas estas limitaciones al tiempo de proponer un programa de mejoramiento genético para estas poblaciones bovinas.

Actividades relacionadas con genética molecular, que pueden contribuir a la evaluación de estas poblaciones bovinas Criollas con propósitos de mejora, es la reportada por Bottani *et al.*, donde se menciona que en la identificación de algunos ranchos donde los productores no seleccionan machos reproductores, llegando a utilizar incluso individuos del mismo hato, determina que puede existir un grado de consanguinidad en la población. Este supuesto efecto consanguíneo, que podría estar afectando los índices productivos de estas poblaciones, se viene trabajando a través de un análisis con marcadores moleculares, técnica que dará lugar a realizar un diagnóstico de los niveles de endogamia (Bottani *et al.* 2015, en prensa).

Si bien los métodos tradicionales de mejora podrían estar presentes en el plan de mejoramiento del bovino Criollo, la eva-

luación en la aplicación, de uno u otro método, estará determinada por una adecuada definición de los objetivos y criterios de la selección, tomando en cuenta los criterios locales de selección como primera opción del mejoramiento. Aquí se propone utilizar el *Núcleo Abierto de Selección*, recomendado por Cardellino y Rovira (1989); este método se adecúa a las características de la estructura poblacional de Pasorapa. La segunda opción del plan de mejora, contempla la utilización de cruzamientos recíprocos dentro las poblaciones de bovinos Criollos. Este criterio se sustenta en el aprovechamiento de la manifestación de un vigor híbrido, por lo distante que se encuentran los hatos de comunidades de la provincias de Pasorapa y Omereque en Cochabamba, y la utilización del ganado Criollo asentado en las comunidades del extremo Sur del departamento de Tarija.

Opciones estratégicas del mejoramiento en condiciones de marginalidad in situ e in vivo

Al considerar opciones estratégicas de mejoramiento genético, en condiciones, de marginalidad, como es el caso donde se viene realizando la evaluación de las poblaciones de bovinos Criollos, es importante considerar los conceptos y estrategias planteadas por Fewson y Horst (1994) que proponen planes de crianza y mejoramiento, que se adecúen en su aplicación a países en vías de desarrollo.

Una representación gráfica de este tradicional flujo de genes, en la planificación del mejoramiento genético en sistemas productivos ganaderos que consideren las condiciones ambientales de subsistencia, se resume en el esquema de la Figura 1.

El esquema piramidal, de flujo de genes modificado de Horst P. (1994), represen-

tado por tres niveles, muestra el flujo que deben seguir los genes en el proceso de mejoramiento genético, tomando en cuenta paralelamente, las condiciones ambientales locales, permitiendo así una opción de mejoramiento a través de la selección.

En el esquema de flujo de genes que se muestra en la Figura 1, el primer nivel de mejora estará representado por reproductores machos rigurosamente seleccionados de hatos representativos de ambas regiones de estudio. En términos de proporción población, representa el nivel más estrecho de la pirámide. Este núcleo, vendrá a constituir en el *Banco de Germoplasma del Bovino Criollo*. El programa de repoblamiento y mejora, transferirá esta carga genética conservada en el primer nivel, a un segundo nivel de mejora, es decir a los “centros de multiplicación”, que estarán constituidos por centros institucionales o fincas privadas, organizadas en el acopio de información. En estas instalaciones deben existir condiciones de hacer seguimiento y registro de la productividad y un adecuado manejo en términos de alimentación y sanidad.

Finalmente, un componente esencial de esta pirámide y que vendría a ser el objetivo central del programa de mejoramiento, a través del flujo de genes, después de pasar por los dos niveles anteriores, son los pequeños y medianos productores ganaderos. Este tercer nivel de la pirámide, llamado también nivel de productividad, está constituido por un grupo de criadores, cuyas condiciones de manejo alimentación y sanidad son deficitarios, es decir que en este ganado se realizan mínimas inversiones tecnológicas.

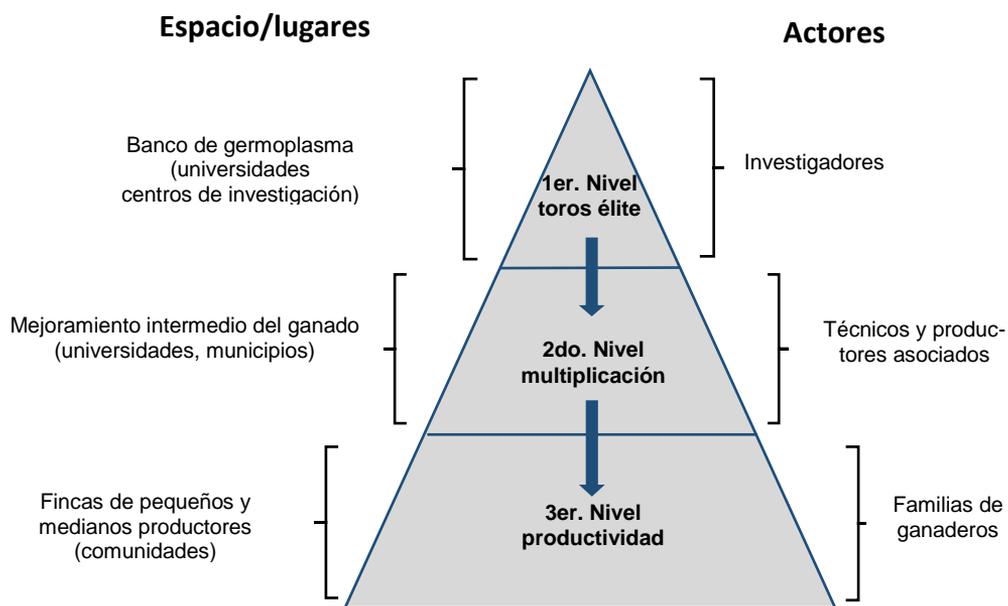


Figura 1. Flujo de genes en un esquema piramidal de mejoramiento (Fuente: Modificado de Horts P. - Tierzuchtungslehre 1994)

Complementario a este esquema piramidal de selección, se debe implementar un programa de cruzamiento, utilizando toros elite del primer nivel de mejora, para ser cruzados con las hembras de los hatos o cabañas de multiplicación intermedia.

Opciones estratégicas del mejoramiento “ex situ e in vitro”

Está basado en un plan de recolección del germoplasma de bovinos (semen de toros), para proceder con la dilución y congelamiento de los mismos. En laboratorio y usando la biotecnología de la reproducción, a partir de la crío conservación de esperma de toros seleccionados en campo, la estrategia de la conservación estará orientada primero hacia la población de machos reproductores, seleccionando previamente a los que se les aplicará protocolos de rigor, para realizar la extracción de semen en campo y proceder luego a ser trasladado a los laboratorios de conservación, con lo que se constituirá

el futuro *Banco de Germoplasma del Bovino Criollo*.

El material genético de estos toros seleccionados y conservados en el banco de germoplasma “*ex situ e in vitro*”, (toros de Pasorapa y el Chaco tarijeño), será utilizado posteriormente usando las técnicas de la inseminación artificial, con cruces recíprocos en el segundo nivel de la pirámide de flujo que se establecerán en las dos regiones de estudio. A partir de la introducción de este material genético, a la pirámide de mejoramiento, el flujo de genes continuará hacia el tercer nivel.

Las estrategias de conservación del bovino Criollo boliviano

La conservación y la utilización sostenible del bovino Criollo boliviano, es para los investigadores y en particular para los ganaderos, una obligatoriedad emergente de ser implementada. Es fundamental un consiente y pleno compromiso en la toma

de acciones inmediatas, para concretar un programa serio de conservación de esta especie. El acelerado proceso del cambio climático, que año tras año se acentúa, se ve reflejado en las cada vez más prolongadas sequías y como consecuencia elevados índices de mortalidad en estas poblaciones. La conservación de la diversidad genética en estas dos regiones no puede estar orientada a una política de mero *conservacionismo*, si no de su utilización sostenible como un recurso genético de uso pecuario para el pequeño y mediano productor campesino. Varias son las técnicas que orientan a este propósito de la conservación. Algunas están genéricamente definidas como la conservación “*in situ* y *ex situ*” derivándose de estos dos grandes ejes otros tipos de conservación. A partir de esta conceptualización, es que la evaluación de estas poblaciones, estará en parte orientada a la conservación “*ex situ - in vitro*”, estableciendo bancos de germoplasma del bovino Criollo.

Delgado (2000) menciona que cuando el resultado de la conservación de estas poblaciones en su mismo ambiente no sea favorable, se deberá aplicar medidas colaterales que coadyuven a la mejora de la productividad, que les permita recuperar la competitividad de las mismas, a los métodos *ex situ*, en los que la conservación se consigue a través de la aplicación de medidas artificiales que mantienen al recurso genético lejos de su ambiente habitual. Este caso se logra con medidas más drásticas como la crío congelación de gametos y cigotos y las menos drásticas como son los zoológicos.

El interés por conservar estos animales no es irracional, sino por el contrario se fundamenta en una profunda creencia de que en ellos se encuentra la solución de muchos de los problemas que soporta el

área iberoamericana y que ya fueron mencionados en la introducción de este artículo. Por esta razón se implementa un especial esfuerzo en la conservación de estos recursos animales, siguiendo las directrices del *Programa Global de la FAO para la Conservación y Utilización de los Recursos Genéticos Animales* (FAO 1999).

En el propósito de reflejar, los beneficios y ventajas que de los planes de conservación, en contextos tan similares a los nuestros, la Figura 2 muestra como la diversidad genética de las distintas especies de animales domésticos que pueblan nuestros países, es el centro del trabajo y muy especialmente aquellas razas o poblaciones autóctonas o Criollas, generalmente vinculadas a una cultura popular tradicional, apoyada en unos sistemas de producción también tradicionales (Delgado 2000).

Cuando surge la pregunta de *¿por qué conservar?*, partiendo del análisis del esquema presentado por Delgado (2000), se puede fácilmente deducir que este se adecúa a los diferentes sistemas productivos de nuestro continente, por lo que vincula los principios de la conservación de los recursos genéticos animales, en garantizar un desarrollo económico para la región, por qué se induce a destacar, revalorizar y reposicionar la tradicional cultura de la crianza, tomando en cuenta el total respeto por nuestra naturaleza.

Así se puede identificar cual es la razón del porqué estas poblaciones se constituyen en un factor fundamental de la seguridad y soberanía alimentaria de nuestros pueblos.

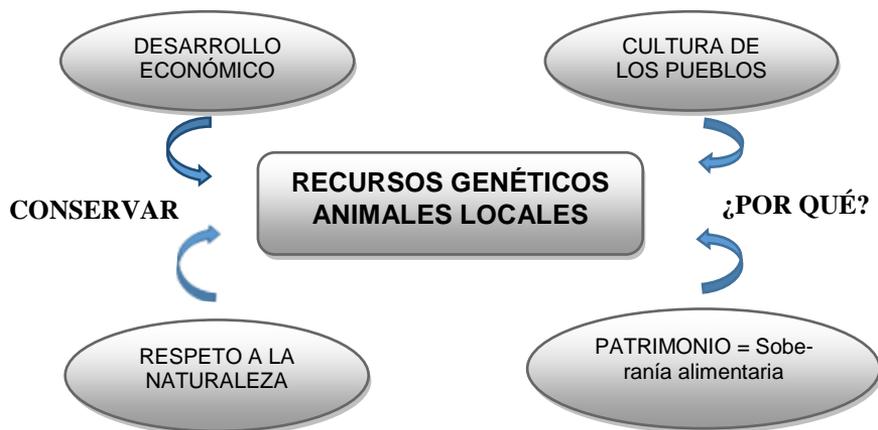


Figura 2. Actores de la conservación de los Recursos Genéticos Animales Locales
(Fuente: Modificado de Delgado, J.V. 2000, contenido de la red de trabajo XII-H)

Estas consideraciones son en esencia, los principios que se pretende fortalecer en el programa de evaluación de las poblaciones bovinas, en las dos regiones de nuestro país.

Los primeros trabajos de investigación que se han realizado en temas de caracterización fenotípica y molecular (trabajo en curso) del bovino Criollo en regiones del trópico y comunidades de Pasorapa, han generado la base de información para identificar las prioridades de la conservación y las bases para futuros programas de mejoramiento (Rodríguez, 2004; Lizeca, 2008 y Bottani, 2015 -en prensa-).

Existen investigaciones orientadas a la conservación de este importante recurso, para su uso más sostenible en nuestro país. El trabajo de Pereira *et al.* (2008) hace referencia a un aspecto importante de este propósito de conservación del hato bovino Criollo. Este es el caso del Yacumeño de las regiones tropicales de Bolivia. En base a lo estudiado, el autor recomienda la creación de un programa de conservación que permita preservar la extraordinaria capacidad de adaptación típica de esta especie bovina. Además

menciona y enfatiza que no se debe perder de vista la gran capacidad que muestran estas poblaciones. Se debe tener claro, menciona el autor, que este ganado posee un conjunto de genes bien adaptados a estas regiones tropicales y que esta adaptación le da ventajas en su fertilidad y vida útil, en comparación a las razas introducidas.

La revalorización del bovino Criollo como una población local de crianza tradicional

Un aspecto importante en las políticas de revalorización de este recurso genético local, es incidir en la conciencia, no solo en los actores locales directos como son los propios ganaderos, sino también en los actores políticos, consejeros municipales, asambleístas locales y sobre todo personeros técnicos de las unidades productivas de las gobernaciones y los gobiernos municipales.

En este marco y desde la concepción de la investigación, como son los proyectos de investigación de adaptación al cambio climático, se han venido implementando

acciones que incluyen los diálogos de saberes, de gobernanza y gobernabilidad, dando a conocer a estos actores la importancia de revalorizar este recurso genético local.

Son los simposios, talleres y reuniones específicas, las instancias de lograr incidir en las futuras decisiones que podrían tomar estos actores sociales y políticos, con relación a la percepción que tienen respecto a generar una cultura de conservación.

A nivel internacional, varios autores mencionan que no es una coincidencia que estos animales ligados por siglos a medios ambientes concretos y difíciles, sean los más cualificados para aportar a sus países en un desarrollo económico sostenido y sostenible.

Esto, además, permite asegurar el arraigo de los pueblos a su tierra evitando la transculturación y la implantación de sistemas foráneos, generalmente muy agresivos con el medio y exigentes de altas tecnologías (Delgado 2000).

Un aspecto que se debe diferenciar entre las poblaciones de bovinos Criollos y las poblaciones bovinas criadas en sistemas convencionales de producción (caracterizados como intensivos), es que estos últimos son los mayores productores o emisores de metano, lo cual afecta significativamente sobre el calentamiento global. Por el contrario, las poblaciones Criollas de bovinos de estas regiones, por las características del forraje que consumen (normalmente fibroso), las emisiones de metano son mínimas y poco incidentes en causar efectos negativos en el medio ambiente.

La organización de los productores: Una estrategia que garantiza la conservación

El simple hecho de considerar que la actividad ganadera en ambas regiones de estudio, se constituye en la base de la economía productiva, involucra a pensar también en evaluar el grado de organización que tiene los criadores de ganado en la región.

Por lo tanto, uno de los aspectos que debe ser seriamente trabajado, está relacionado con la identificación de la forma organizativa de los criadores de ganado y sus conocimientos locales en sus diferentes contextos productivos. En razón a ello, es que incidir en el interés común de este grupo local, mostrando por ejemplo que la constitución de asociaciones de criadores del bovino Criollo y el dialogo de saberes para mejorar el manejo pecuario, es una tarea que traerá también un promisorio futuro.

¿Que se propone de aquí en adelante?
Que los individuos de estas comunidades se encuentren altamente motivados a emprender actividades que les permita mejorar sus ingresos y por lo tanto lograr una mejora de su nivel de vida.

Del nivel de organización que alcancen los productores, estructurados en cooperativas, asociaciones y otra forma de representación, dependerá el éxito de implementar o no, un adecuado programa de conservación y por lo tanto también un programa de mejoramiento.

La posibilidad de implementar una estructura organizacional adecuada a los principios y objetivos planteados por un futuro programa de conservación, garantizará también el éxito de la mejora de los

índices productivos y reproductivos de estas poblaciones.

Al inicio de este proceso se ha visto que han existido iniciativas en las comunidades de organizarse, previendo que serán cada vez más duras las condiciones de productividad que sus asociados ganaderos puedan enfrentar. Por lo tanto, la formación de asociaciones desde un enfoque institucional, debe considerar la naturaleza específica de organización, de tal manera pueda fortalecer sus actividades en lo político o económico.

En consecuencia, la importancia de estar organizados, debe pasar principalmente por la existencia de personas con problemas comunes, es decir de cómo mejorar su productividad, por ejemplo. Frente a ello la disposición a encarar el problema de manera colectiva y la voluntad para trabajar en pro de alcanzar objetivos compartidos, es la razón central de impulsar este tipo de organizaciones. Asimismo, es importante en esta fase, el crear las condiciones y espacios para las discusiones técnico sociales, que permitan la introducción de tecnología adaptativa a estas regiones de tradicional crianza de este ganado.

Finalmente, la organización o asociatividad, adquiere una dimensión productivista, conservacionista y sociopolítica, cuyo ejercicio es fundamental para el avance de la investigación y el desarrollo.

Conclusiones

- La evaluación sistematizada que se viene implementando en estas poblaciones de bovinos Criollos, que son un patrimonio nacional, así como el diagnóstico de la población de toros como un recurso genético con miras a

una futura repoblación en las diferentes comunidades, permitirán plantear planes de mejoramiento genético en este ámbito de la producción. Se requiere, sin embargo, profundizar estudios de complementación, que permitan identificar los orígenes exactos de las poblaciones evaluadas a través de una caracterización genética.

- Esta contribución, se espera, permitirá generar las bases para motivar a productores y sobre todo investigadores a impulsar evaluaciones con mayor profundidad, embarcándose en el contexto que enfrentan estas regiones. Este contexto en el cual debemos trabajar todas nuestras propuestas de mejora en estas poblaciones marginales, es sin duda el contexto del acelerado proceso del “cambio climático”.
- Las razones estratégicas que determinan la evaluación más detallada de este recurso genético, está enmarcado en las recomendaciones que diferentes instituciones nacionales e internacionales hacen cuando se refieren a la conservación de los recursos genéticos locales.
- Los bovinos Criollos se constituyen en un fundamental componente de la soberanía y seguridad alimentaria para los pequeños y medianos productores, quienes además de ser los encargados de conservar estos recursos genéticos, están protegiendo la alta variabilidad genética que poseen estas poblaciones, acompañando de un alto valor adaptativo, por lo que serán capaces de enfrentar más holgadamente a esta amenaza como es el cambio climático.

Referencias citadas

- Bottani G., Lizeca S., Rivera-Mora C., Strandberg E., Rios A., Rojas J. 2015. Caracterización fenotípica y diagnóstico del manejo sanitario del ganado bovino Criollo en el municipio de Pasorapa, resultados preliminares. **En:** X Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Genéticos Animales. Palmira, Colombia (11 al 13 de noviembre de 2009).
- Cardellino y Rovira (1989). Mejoramiento Genético Animal. Montevideo, Uruguay 180 p.
- Delgado J. 2000. La conservación de la biodiversidad de los animales domésticos locales para el desarrollo rural sostenible. **En:** Archivos de Zootecnia. Vol. 49 -187. 318 p.
- Espinoza L., Castillo A., Caba J. 2015. Análisis de escenarios climáticos y diagnóstico de las capacidades de respuesta de los actores sociales e institucionales al riesgo climático en el departamento de Tarija.
- Fewson D. 1994. Zuchtsplanung; **En:** Tier Zuechtungslehre. Herausgegeben von H. Kraeusslich, Aufl. Z-363 – Stuttgart : Ulmer. Germany.
- FAO, 1998: Boletín de información sobre recursos genéticos animales Iñiguez, L. E. Tejada (eds) 1994: Producción de rumiantes menores en los valles interandinos de Sudamérica. SR. CRSP: La Paz Bolivia.
- Horst P. 1994. Zuchtstrategien fuer tropische Standorte; **En:** Tier Zuechtungslehre. Herausgegeben von H. Kraeusslich, Aufl. Z- 417– Stuttgart: Ulmer. Germany.
- Lizeca S., Canno L., Iriarte R. 2009. Caracterización fenotípica de una población bovina mestiza de vocación lechera en sistemas productivos familiares de la región sub tropical del departamento de Cochabamba, Bolivia. **En:** X Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Genéticos Animales. Palmira, Colombia (11 al 13 de noviembre de 2009).
- Lizeca S., Arnez R., Campos H. 2001; Diagnóstico preliminar de los sistemas productivos ganaderos de las comunidades del municipio de Pasorapa. Informe de trabajo de consultoría. SEDAG. Cochabamba. 158 p.
- Lizeca S., Rodriguez S. 2008. Caracterización fenotípica de bovinos mestizos de doble propósito como recurso genético de las comunidades del trópico de Cocha-bamba. **En:** XVI Reunión de la Asociación Boliviana de Producción Animal ABOPA. Santa Cruz Bolivia.
- Pereira J., Hoyos R., Rojas P. 2008. Conservación *ex situ* de ganado bovino Criollo Yacumeño en el trópico Boliviano. **En:** IX Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoo Genéticos. Memorias. Mar del Plata, Argentina.
- Rivera C. 2016. Caracterización morfológica del ganado bovino Criollo y evaluación del manejo sanitario en el municipio de Pasorapa. Tesis de grado. Facultad de Veterinaria y Zootecnia. Cochabamba, Bolivia.
- Rodríguez S. 2004. Caracterización fenotípica y productiva del ganado bovino en fincas lecheras de las comunidades de Entre Ríos del trópico de Cochabamba. Tesis de grado. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 86 p.
- Vaca R. 2013. Propuesta para la conservación y utilización del bovino Criollo en el Chaco boliviano. Arch. Zootec. 31.

¿Un recurso genético en riesgo de extinción? El caso de la llama de Ayopaya

Stemmer Angelika

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Universidad Mayor de San Simón

E-mail de contacto: a.stemmer@umss.edu.bo

Resumen. El Programa Rumiantes Menores de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias realiza investigaciones sobre la crianza de llamas en la provincia Ayopaya, Cochabamba, desde el año 1998 hasta el presente. La llama de Ayopaya es un recurso autóctono muy valioso para el pequeño productor de la zona alto-andina, está adaptada a las duras condiciones climáticas y es fuente de fibra, carne y varios subproductos. El objetivo del presente estudio fue calcular el riesgo de extinción para la población de llamas de Ayopaya y describir las dificultades en su uso sustentable. Para calcular el riesgo de extinción se aplicó el método propuesto por la FAO, tomando en cuenta los siguientes parámetros: tamaño de población estimado, cambio reciente en el tamaño de población, distribución geográfica, existencia de programas oficiales de mejora genética, opinión de los criadores sobre el rendimiento económico o productivo de sus animales basado en una encuesta. La probabilidad de extinción se mide en una escala de 0.05 a 0.95. Hace 20 años, se introdujeron alpacas en la zona de estudio, lo que causó un descenso drástico en la población de llamas y ovinos, en 67% y 50%, respectivamente. Se calculó el riesgo de extinción para la población de llamas de Ayopaya en 0.55. El principal desafío para su uso sustentable es la comercialización de la fibra. Se concluye que se debe prevenir la pérdida de este recurso zoogenético importante en el ecosistema frágil y pobre en recursos naturales de la zona alto andina.

Palabras clave: Conservación; Camélidos sudamericanos; Rusticidad; Ecosistemas

Introducción

Bolivia junto al Perú, es el centro de domesticación de los camélidos. Se distinguen dos especies domesticadas, la alpaca y la llama, además dos especies silvestres, la vicuña y el guanaco. Llamas y alpacas fueron domesticadas hace 6000 y 5000 años respectivamente (Kadwell *et al.* 2001, citados por la FAO 2015). Las cuatro especies de camélidos sudamericanos pueden cruzar entre sí y producen crías fértiles. El cruce natural más común se da entre llama macho y alpaca hembra dando como resultado un híbrido conocido como huarizo. Estos animales tienen fibra algo gruesa y por ser más pequeños

y menos dóciles que las llamas, no se les usa para carga; por estas razones, son animales no deseados por los criadores (Herrera 2016).

Los camélidos domésticos juegan un rol muy importante en la vida productiva, social y cultural del productor andino. Son fuentes de fibra, carne, varios subproductos y son indispensables en el uso eficiente y sostenible de los ecosistemas frágiles y pobres en recursos naturales de las alturas de Bolivia, Perú, Argentina y Chile. La alpaca se considera como la forma doméstica de la vicuña (Kadwell *et al.* 2001, citados por la FAO 2015) de tamaño intermedio entre llama y vicuña. Es criada para fibra y carne.

El color predominante de sus vellones es el blanco, pero existen todos los demás colores naturales. La exportación de fibra de alpaca constituye un aporte importante de divisas. Se hicieron esfuerzos en la mejora genética de esta especie.

La llama es la forma doméstica del guanaco (Kadwell *et al.* 2001, citados por FAO 2015) y más grande que este. Es utilizada para carne y fibra, además como animal de carga. El vellón puede tener cualquier color natural de blanco hasta negro y combinaciones de estos. La llama no ha sido sujeta a una mejora genética sistemática a largo plazo aunque su fibra es tan valiosa como la de alpaca si se procesa adecuadamente.

En la provincia de Ayopaya se crían alrededor de 52.000 camélidos pertenecientes a 1100 familias (UNEPCA *et al.* 1999). La llama está adaptada a las duras condiciones climáticas, marcadas por la alternancia entre temporadas de lluvias y secas con heladas nocturnas. Las llamas convierten con eficiencia la vegetación de estos ambientes en carne, fibra, cuero, estiércol y transporte (Bernal 2005).

Materiales y métodos

La zona de estudio se ubica en el municipio de Cocapata (provincia Ayopaya) e involucra 5 comunidades alrededor del poblado de Calientes. Este último se encuentra a 120 km de la ciudad de Cochabamba.

La zona se encuentra asentada en la Cordillera Oriental a alturas de 3800 a 4800 msnm. El clima es frío, la temperatura media mínima medida en el año 1998/1999 fue 0.2°C y la media máxima 6.4°C. La precipitación en el mismo año fue 650 mm, con lluvias distribuidas

mayormente en los meses de diciembre a marzo. Estos son los únicos datos meteorológicos disponibles de la zona de estudio (Nuernberg 2005).

Se involucraron 46 familias criadores de camélidos, que equivale alrededor del 50% del total de las familias en la zona de estudio. El número de familias por comunidad fue 8 en Calientes, 10 en Milluni, 11 en Putucuni, 12 en Huayllas y 5 en Huayllas Verde.

Para calcular el riesgo de extinción se aplicó el método propuesto por la FAO (2013), tomando en cuenta los siguientes parámetros: tamaño de población estimado, cambio reciente en el tamaño de población, distribución geográfica, existencia de programas oficiales de mejora genética, opinión de los criadores sobre el rendimiento económico o productivo de sus animales basado en una encuesta; la probabilidad de extinción se mide en una escala de 0.05 a 0.95.

Resultados y discusión

En las regiones alto andinas de Bolivia, se crían llamas y alpacas desde hace miles de años. Las dos especies difieren bastante en varios aspectos: tamaño corporal y fuerza, hábitos alimenticios y preferencia de hábitat. En la mayoría de los casos, las dos especies no viven en las mismas zonas; de acuerdo a las preferencias y características de ambas especies, las alpacas se crían en praderas húmedas, los bofedales, y las llamas en praderas secas, los pajonales.

El caso de Ayopaya es distinto: existen bofedales y pajonales, pero tradicionalmente, se criaban solamente llamas y fue recién en los años 80 del siglo pasado, que se introdujeron alpacas. Desde los

años 90, dos organizaciones se dedicaron a distribuir y fomentar esta especie. La fibra de la alpaca no tiene la desventaja de la fibra de llama de doble cobertura, por esto no necesita el descordado.

La introducción de alpacas tuvo como consecuencia un descenso en el número de llamas, en razón de la competencia por los forrajes nativos de la zona. Este descenso se evidencia al visitar la zona, pero no fue cuantificado antes del presente trabajo.

En el Cuadro 1 se indica la tenencia de animales hace 20 años y la actual en las 5 comunidades en estudio, tomando en cuenta llamas, alpacas y ovinos que son las especies que pastorean las praderas nativas (existen muy pocos bovinos y equinos). Hace 20 años, la cantidad de llamas fue 5250 cabezas. En ese entonces, solamente 2 familias del estudio criaban alpacas, en total 70 cabezas; no existían huarizos.

El número de ovinos hace 20 años fue 4195. En la actualidad, la especie de mayor número de cabezas es la alpaca (4958) que ha ido desplazando al 67% de

llamas y 50% de ovejas (Herrera 2016). El número de alpacas ha incrementado en casi 7000% debido inicialmente a la introducción de animales procedentes de otras regiones de Bolivia y últimamente producto de la recria obtenida en Ayopaya.

Los productores con acceso a bofedales prefieren criar alpacas por los mejores precios de la fibra, respecto a las llamas. Además, conforme se está mejorando la red de caminos, se está disminuyendo el uso de llamas como medio de transporte. En el Altiplano Peruano, Kuznar (1991), observó una situación parecida a la que se está evidenciando ahora en Ayopaya: los criadores optimizan el valor de su rebaño concentrándose en alpacas que les proveen ingresos en efectivo y reduciendo el número de llamas cuando se expande el sistema de transporte motorizado.

Los criadores de llamas que no tienen alpacas, indicaron que les gustaría criar alpacas también, pero porque no tienen acceso a bofedales, no lo pueden hacer. Hubo algunos intentos de criar alpacas sin tener bofedales, pero estos no prosperaron

Cuadro 1. Cantidad de animales en la zona de estudio hace 20 años y en la actualidad

Cantidades	Número total hace 20 años	Número por rebaño hace 20 años		Número total actualmente	Número por rebaño actualmente		Cambio en los últimos 20 años
	n	promedio	desviación estándar	n	promedio	desviación estándar	
Llamas	5250	122.0	75.7	1711	46.2	29.9	- 67%
Alpacas	70	35.0	21.2	4958	115.3	98.0	+ 6983%
Ovinos	4195	135.3	89.0	2078	77.0	57.5	- 50%
Huarizos	0	-	-	62	3.4	2.1	--

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de Herrera 2016

Aplicando la estimación del riesgo de extinción propuesta por la FAO (2013) a la población de llamas de Ayopaya, se obtienen los siguientes valores para cinco parámetros que se toman en cuenta:

- 1) Tamaño de población estimado = entre 2001 y 10.000 hembras reproductoras (valor ponderado: 0.1)
- 2) Cambio reciente en el tamaño de población = la población disminuyó más del 20% en los últimos 10 años (valor: 0.2)
- 3) Distribución geográfica= la población se encuentra en una sola zona del país (valor: 0.1)
- 4) Los animales son mantenidos mediante programas formales de mejora genética o asociación de criadores = no existen tales programas (valor: 0.1)
- 5) Opinión de los criadores sobre el rendimiento económico o productivo de sus animales, asignando puntos de 1 (pobre) a 4 (excelente) = opinión promedio ≥ 3 (valor: 0.0).

El riesgo de extinción es igual a la suma de los valores para los 5 parámetros más 0.05, estimando un valor de 0.55 de probabilidad de extinción en una escala de 0.05 a 0.95.

En referencia al punto 5), se infiere que los criadores siguen considerando a la llama como especie animal muy importante, aunque haya bajada la población de sus animales

Comparado con el estudio de Nuernberg (2005), de 51 encuestados en Ayopaya, el 41% sostuvo que las llamas y ovinos son de igual importancia, 36% consideró solamente a la llama como el animal más

importante, 17% solo al ovino y 2% a la alpaca.

En el presente estudio realizado después de 10 años, el 51% de los encuestados considera que la llama es muy importante para tener productos e ingresos, el 35% considera que la llama es bastante importante y solo el 14% le da poca importancia; estos porcentajes para las alpacas son: 81, 14 y 5% respectivamente (Herrera 2016).

Una probabilidad de extinción de 0.55 se puede categorizar como estado crítico de la población, por las razones que se dan a continuación.

El tamaño de la población de llamas de Ayopaya fue censado por única vez el año 1997 (UNEPCA *et al.* 1999) con 52.600 cabezas. Según datos de Delgado (2003), el 38% del rebaño está constituido por hembras en edad reproductiva; esto significa un poco menos que 20.000 hembras en el año 1997. Si el descenso del número de llamas en los últimos 20 años en nuestra zona de estudio (67%) sería el mismo en el resto de la provincia Ayopaya, entonces actualmente, se tendrá solamente 6600 hembras en edad reproductiva.

Este número podría parecer alto en otras especies animales con tasa reproductiva alta, pero en camélidos, la capacidad reproductiva es muy baja. Una hembra puede producir máximo una cría al año; la duración de la preñez es 11 meses.

En condiciones de Ayopaya, Delgado (2003) estimó la tasa de fertilidad calculada como número de crías nacidas vivas en relación al número de llamas hembras en edad reproductiva, o sea mayores a 2 años.

La tasa de fertilidad promedio en tres años fue 55%. Esta aptitud reproductiva baja es común para el hábitat alto andino. La tasa de mortalidad de crías es otra limitante importante para la reproducción de camélidos. En dos años, Delgado (2003) observó 34 y 36% de mortalidad de crías de llamas entre el nacimiento y el año de edad.

No existen datos de reproducción de llamas en Bolivia que tomen en cuenta toda la vida útil de los animales. Pero realizando un cálculo preliminar, se llega a las siguientes estimaciones: Si una hembra tiene su primera cría a los 3 años de edad, luego alrededor de una cría cada dos años (con una tasa de fertilidad de 55%) hasta la edad de 11 años, tendrá un total de 5 o 6 crías nacidas vivas en su vida; de estas crías sobrevivirán hasta el año de edad unas 4 o 5 (con mortalidad entre 20 y 30%).

En las condiciones actuales, se puede estimar que en Ayopaya, una llama hembra durante su vida útil deja en promedio 2 o 3 crías hembras vivas para el reemplazo. En este cálculo no está considerada la mortalidad en llamas adultas, que en otras regiones de Bolivia se estimó en 7% por año.

Considerando la capacidad reproductiva extremadamente baja y la probabilidad de extinción estimada en 0.55, la población de la llama de Ayopaya podría quedar en la categoría de riesgo "crítico"; se consideraría en peligro de extinción (FAO 2013) y sería necesario implementar actividades de conservación si no se quiere perder este recurso zoogenético.

Una actividad de conservación de suma importancia es garantizar el uso sustentable de los animales. Los criadores de camélidos indican que la razón principal

para criar alpacas es el ingreso que obtienen con la venta de la fibra. Estos ingresos monetarios son más altos que con cualquier otro producto pecuario (alrededor de 25 Bs/libra, app. 3.59 \$US/lb).

Actualmente, no pueden vender a un precio justo la fibra de llama; en promedio reciben 3 Bs/libra (app. 0.43 \$US/lb). Estos animales tienen una calidad de fibra extraordinaria, no alcanzada por llamas de ninguna otra región de Bolivia. Pero se comercializa muy poco de esta fibra, debido a varios factores, entre ellos los bajos precios obtenidos por este producto y éstos a su vez por la mala imagen que goza la fibra de llama en el mercado.

Las llamas tienen vellón de doble cobertura: una capa externa de fibras gruesas sin valor en el mercado y una capa interior de fibras finas. La separación de estas dos clases de fibras es el descerchado, y la venta de únicamente las fibras finas seleccionadas incrementaría en gran medida su valor en el mercado, la economía y la calidad de vida de los criadores, además de dar una posibilidad para el uso sostenible de la llama.

El Programa *Rumiantes Menores* de la Facultad de Agronomía en Cochabamba, está trabajando en este aspecto; se está instalando un laboratorio de calidad de fibra de origen animal con un equipo OFDA y una máquina descerdadora, ambos donaciones de la Universidad Hohenheim

Con el análisis de calidad de fibra y la posibilidad del descerchado, se abre la posibilidad para la comercialización de fibras clasificadas, de mayor valor económico y competitivas en el mercado, como un aporte al uso sustentable de las llamas en esta región de Bolivia.

Otra justificación a tomar en cuenta para la conservación de la llama es la utilización de los recursos forrajeros. La crianza de alpacas encuentra su barrera natural en la extensión de los bofedales. Con el cambio climático es probable que se reduzcan las áreas de bofedales.

La temperatura en la Cordillera Oriental y Occidental de Bolivia ha subido entre 0.10 y 0.11°C por década, desde 1939 y el ritmo del calentamiento se está incrementado en estos últimos 25 años entre 0.32 y 0.34°C por década (PNUD 2013).

La ganadería es afectada por la reducción de producción en las praderas nativas, sequías temporales, aumento de la evapotranspiración con menor nivel de humedad y salinización de los suelos, concentración de la precipitación pluvial en periodos más cortos, desplazamiento de la distribución normal de precipitaciones, y mayor incidencia y aparición de nuevas plagas y enfermedades (PNCC 2010, citado por PNUD 2013).

En este escenario, es probable que la llama más que la alpaca, tenga posibilidades de adaptarse a los efectos del cambio climático, por su preferencia de forrajes toscos con mucha proporción de fibra, poca exigencia en el consumo de agua y alta rusticidad que se manifiesta en pocos problemas sanitarios.

Conclusiones

- La población de llamas de Ayopaya está en un nivel crítico en la escala de amenaza de extinción. Es evidente la importancia de censos actuales y confiables, además del monitoreo de esta población. El principal desafío para el uso sustentable de la llama de Ayopaya es la comercialización de su fibra.

- La pérdida de este recurso zoogenético debe prevenirse. También con vistas a las consecuencias del cambio climático, es probable que la llama pueda adaptarse a estos cambios mejor que la alpaca.

Referencias citadas

- Bernal M. 2005. Manual: manejo de pastos y forrajes. Proyecto: Repoblamiento y estrategias de producción en base al ganado camélido en el departamento de La Paz. CIDESAKM. Primera edición. pp. 7-11.
- Delgado J. 2003. Perspectivas de la producción de fibra de llama en Bolivia. Potencial y desarrollo de estrategias para mejorar la calidad de la fibra y su aptitud para la comercialización. Tesis doctoral, Universidad Hohenheim, Alemania. pp. 77.
- FAO. 2013. *In vivo* conservation of animal genetic resources. FAO Animal Production and Health Guidelines No. 14, Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. pp. 79-81.
- FAO. 2015. The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome. pp. 8.
- Herrera F. 2016. Funciones de llamas (*Lama glama* L.) y alpacas (*Lama pacos* L.) dentro del sistema de producción del pequeño criador de la provincia Ayopaya del departamento de Cochabamba. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, UMSS. Cochabamba, Bolivia. 59 p.

- Kuznar A. 1991. Herd composition in an Aymara community of the Peruvian Altiplano: a linear programming problem. *Human Ecology*. 10 (3): 369-387.
- Nuernberg M. 2005. Evaluación de sistemas de producción de llamas en comunidades de pequeños productores en los andes altos de Bolivia. (*En alemán*). Tesis doctoral. Universidad Hohenheim. Alemania. 209 p.
- PNUD. 2013. Avances en el conocimiento. El impacto del cambio climático en la biodiversidad (Bolivia). PNUD. La Paz, Bolivia. *En línea*. Disponible en: www.cambioclimatico-pnud.org.bo Consultado en marzo de 2014.
- UNEP/CA, FIDA, FDC & CAF. 1999. Censo Nacional de Camélidos: Llamas y Alpacas. Ediciones Plural. La Paz, Bolivia. 177 p.

Agradecimientos:

Se agradece a todas las familias criadoras de camélido que participaron en el trabajo de campo, por su tiempo, paciencia y buena voluntad.

Caracterización genética del bovino Criollo Boliviano: su aplicación a su conservación y mejora

Giovambattista Guillermo

Instituto de Genética Veterinaria, Facultad de Ciencias Veterinarias,
Universidad Nacional de La Plata - Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología,
La Plata, Buenos Aires, Argentina

E-mail de contacto: ggiovam@fcv.unlp.edu.ar

Resumen. Bolivia cuenta con una de las mayores poblaciones de bovinos Criollos en Latinoamérica. Actualmente, en este recurso zoogenético, es posible encontrar diferentes razas adaptadas a los diferentes ambientes de Bolivia, desde los llanos orientales, pasando por los valles isotérmicos, hasta el Altiplano. En la actualidad, existe una gran variedad de técnicas de análisis de ADN que pueden ser utilizadas para el estudio de las poblaciones bovinas. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo consiste en describir los principales tipos de marcadores (microsatélites, indels, SNPs) y metodologías (PCR, RFLP, secuenciación, microarrays). Además, se discuten las diferentes aplicaciones de los marcadores genéticos en los animales domésticos, tales como determinación del grado de pureza, estimación de la distancia genética entre las poblaciones, grado de parentesco molecular entre los individuos, evaluación de los niveles de consanguinidad, identificación de linajes paternos y maternos, detección de enfermedades de origen genético, selección asistida por marcadores genéticos asociados a caracteres de producción (por ejemplo ternera, contenido graso) y selección genómica. Finalmente, se presentan los resultados obtenidos durante seis años de colaboración internacional entre las Facultades de Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno y la Universidad Nacional de La Plata, financiada por el Fondo Argentino de Cooperación Sur-Sur y Triangular (FO-AR).
