

Análisis nutricional de especies forrajeras tradicionales y no tradicionales -*Opuntia ficus indica*- como alimento de algunas especies herbívoras en valles xéricos de Cochabamba

Rivero Lujan Mirtha ¹, Castellón Terrazas Silvia ¹, Antezana Valera Amalia ¹,
Villanueva Socorro ², Soliz Flores Sergio ¹

¹ Laboratorio de Servicios Académicos e Investigación
Departamento de Biología, Facultad de Ciencias y Tecnología UMSS
(Cochabamba-Bolivia)

² Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño
del Estado de Jalisco CIATEJ (Jalisco-México)

limnomr@fcyt.umss.edu.bo

Introducción

La tuna *Opuntia ficus-indica* pertenece a la familia cactácea, es endémica del continente americano, fue llevada por los españoles a Europa y desde allí distribuida hacia otros países del mundo, ésta dispersión dio lugar a muchos eco tipos con características propias es así que, se encuentra expandida en muchos países como Chile, Perú, Colombia, Argentina, Bolivia, esta especie se desarrolla principalmente en regiones áridas y semiáridas Según Mondragón y Pérez(2002) la presencia de semillas en el fruto y los mucílagos, limitante para su aceptación en mercados internacionales de consumo humano. En cambio el uso como forrajes puede ser factible, ya que *Opuntia* puede constituir una fuente importante de nutrientes durante las sequías recurrentes, asociada a la escasez de otros alimentos, todo esto debido a su estructura suculenta, característica poco común en otras especies forrajeras.

En México la importancia de la *Opuntia* como forraje es el resultado de la necesidad de alimentar ganado en zonas áridas del país donde las temporadas de sequía son muy largas utilizado el nopal como un excelente alimento para el ganado ya sea en pastoreo o silo Flores y Aguirre (1979).

En Bolivia la planta se llama penca y el fruto tuna, está presente en los andes, las plantaciones de mayor producción silvestre corresponden a los valles interandinos. Las pencas son utilizadas como forraje considerándose un recurso muy valioso en época de sequía y baja disponibilidad forrajera para el ganado. La nutrición animal es muy importante, tanto en el aspecto cuantitativo como el económico.

En el caso de los rumiantes, el costo de producción por concepto de alimentación variara, dependiendo de la forma como se lleve a cabo su explotación (en confinamiento o en pastoreo). La búsqueda de especies vegetales apropiadas para cultivar en zonas

Primer Encuentro Internacional de la Tuna para forraje como una medida de adaptación al cambio climático en Bolivia



áridas es una preocupación permanente de la gente, en este caso esta especie es una fuente potencial alternativa como cultivo forrajero, ya que las cactáceas llenan la mayoría de requerimientos de un forraje tolerante a sequía, resaltando su valor nutritivo y sus efectos sobre distintos tipos de ganado.

Los investigadores de la UMSS y del CIATEJ disponen de datos inéditos de la especie que nos ocupa hecho que nos lleva a realizar esta comunicación que podría ser aprovechada por los colegas agrónomos y agroindustriales. Por lo anteriormente indicado y disponiendo de nuestros análisis de forrajes tradicionales y no tradicionales se establece importante, consolidar una información técnica tal como la composición química, en especies subutilizadas, consideradas como recursos naturales y potenciales en este caso la opuntia es un tesoro bajo espinas.

El objetivo central del trabajo fue determinar el valor nutricional mediante la valoración de variables químicas de *Opuntia* y otras especies forrajeras tradicionales y no tradicionales, en base a estos valores, mostrar los requerimientos frente al potencial nutricional de *Opuntia ficus indica* para algunas especies de herbívoros y así contribuir al aprovechamiento de estos recursos.

Materiales y métodos

Se utilizó los análisis químicos de las diferentes especies forrajeras que se realizó en los dos centros de investigación: Programa de Nutrición de la UMSS y del CIATEJ de Guadalajara México.

Se reporta la información sobre la composición química nutricional de forrajes tradicionales y no tradicionales (Cuadro 1) de interés, muestras que fueron analizadas mediante servicios y proyectos de investigación vigentes en el Laboratorio de Nutrición de la UMSS de Cochabamba-Bolivia.

Los valores empleados sobre los análisis químicos de los forrajes fueron obtenidos mediante técnicas recomendadas por la AOAC (2004) con algunas modificaciones estandarizadas en el laboratorio de Nutrición dependiente del Dpto. de Biología de la UMSS.

Las muestras llegadas al laboratorio fueron seleccionadas, procesadas y analizadas para la cuantificación de los principales nutrientes; en base a la determinación de las siguientes variables: Humedad (%), Proteína (%), Fibra(%), Grasa (%), Ceniza (%), Hidratos de carbono (%), Energía determinada por bomba calorimétrica adiabática en Kcal/100g, Calcio en mg/100g, Hierro mg/100g, Fósforo en mg/100g. Los datos analíticos están expresados en el sistema métrico, calculados y reportados en base a materia seca (BMS). La cuantificación referida para cada nutriente fue el resultado de una media de tres repeticiones.

La metodología empleada fue la siguiente:

Primer Encuentro Internacional de la Tuna para forraje como una medida de adaptación al cambio climático en Bolivia

La determinación de la humedad, aplicada a las muestras de forrajes, se realizó deshidratando la muestra mediante calentamiento en estufa a una temperatura de 100°C, por varias horas, no más alta para conservar las muestras y evitar la desnaturalización de proteínas y vitaminas, las muestras fueron pesadas hasta obtener un peso constante, que representa la materia seca (MS). Posteriormente se incinera a 500 - 600°C para obtener, por diferencias, el contenido mineral (también denominado cenizas).

El análisis de proteínas cruda (PC), se determinó mediante el método Kjeldahl, obteniéndose el nitrógeno total liberado por un proceso de digestión química, multiplicado por el factor de 6.25 (valor que se obtiene al asumir que, en promedio 100g de proteína contiene 16 g de nitrógeno).

El contenido de grasa expresado como porcentaje de extracto etéreo, las muestras fueron sometidas a una extracción con un solvente orgánico que arrastra el llamado extracto etéreo (EE) o grasa cruda y que comprende los aceites, las grasas y otros materiales liposolubles como los pigmentos. El material sobrante se expone a una digestión ácida seguida de una alcalina, quedando como remanente la llamada fibra cruda (FC), expresada como porcentaje de residuo de celulosa, mediante la digestión ácido base; método de Weende.

Los hidratos de carbono totales expresados como porcentaje, y calculados según la fórmula:

$$\text{H.C.} = 100 - (\% \text{ceniza} + \% \text{fibra cruda} + \% \text{grasa} + \% \text{proteína})$$

Energía bruta se determinó en una bomba calorimétrica, expresando los resultados en kcal/100g en BMS. Los minerales Calcio y hierro se determinaron mediante la técnica mediante la técnica analítica de espectroscopia de absorción atómica. El fósforo total se determinó por método analítico colorimétrico (espectrofotómetro). Para la construcción de necesidad/contenido nutricional de opuntia/especie forrajera tradicional y no tradicional. Se consideró los requerimientos nutricionales de animales herbívoros (FAO, 2000). Como especies forrajeras tradicionales se utilizaron la alfa- alfa, chala de maíz, cebada y como no tradicionales el izaño, la kewiña y la alga Elodea. Comparando con el nopal forrajero. La cantidad de penca que requiere un vacuno por día es de aproximadamente el 12 al 14 por ciento de su peso vivo. En ovejas y cabras las raciones diarias oscilan entre 7 a 4 kg dependiendo de su tamaño corporal y estado fisiológico (FAO, 2000).

Un ovino o caprino adulto requiere un monto de forraje fresco (en verde) igual a 15% de su peso vivo. Por ejemplo, un animal de 35 kg requerirá 5,25 kg de forraje fresco por día. Si los animales se crían en establos se debe incluir una cantidad adicional (por ejemplo 1,5 kg adicional) para compensar la porción de forraje que el animal rechazará. (FAO, 2000). Un cuy de 500 a 800 g de peso consume en forraje verde hasta el 30% de su peso vivo. Se satisface sus exigencias con cantidades que van de 150 a 240 g de forraje por día. Un conejo debe comer diariamente el 15% de su peso vivo. (FAO, 2000).

Primer Encuentro Internacional de la Tuna para forraje como una medida de adaptación al cambio climático en Bolivia

Resultados y discusión

Se presentan resultados (tablas 1 a 6) del análisis químico de forrajes tradicionales y no tradicionales y se comparan cada uno de los forrajes analizados con valores de *Opuntia*.

Comparación de macronutrientes entre las hojas de *Opuntia* con alimentos tradicionales

Tabla 1. Hojas de *Opuntia* contra alfalfa

COMPOSICIÓN POR 100 GRAMOS EN BASE A MATERIA SECA								
Itm	Muestra	Nombre científico	Humedad g	Energía Cal/g	Proteína g	H.C. g	Grasa g	Fibra g
1		<i>O. ficus-indica</i> **	80 - 90	392.2 – 479.5	10 - 6.6	77.5 - 93	7,5 - 6.2	13.2 - 8,2
Datos de México								
6	Alfa-alfa	<i>Medicago sativa</i> *	67.70	280.00	16.00	44.70	5.60	23.70
7	Alfa-alfa hoja	<i>Medicago sativa</i> *	71.40	335.79	28.00	42.70	3.20	15.10
8	Alfa-alfa tallo	<i>Medicago sativa</i> *	66.90	189.30	14.00	32.20	0.50	46.50

*Rivero, M.; Castellón, S.; Antezana, A. 2014, **Villanueva, Socorro. 2014.

Tabla 2. Hojas de *Opuntia* contra cebada

COMPOSICIÓN POR 100 GRAMOS EN BASE A MATERIA SECA								
Itm	Muestra	Nombre científico	Humedad g	Energía Cal/g	Proteína g	H.C. g	Grasa g	Fibra g
1		<i>O. ficus-indica</i> **	80 - 90	392.2 – 479.5	10 - 6.6	77.5 - 93	7,5 - 6.2	13.2 - 8,2
Datos de México								
11	Cebada	<i>Hordeum vulgare</i> *	6.59	357.70	8.93	80.22	3.00	5.25

*Rivero, M.; Castellón, S.; Antezana, A. 2014, **Villanueva, Socorro. 2014.

Tabla 3. Hojas de *Opuntia* contra chala de maíz

COMPOSICIÓN POR 100 GRAMOS EN BASE A MATERIA SECA								
Itm	Muestra	Nombre científico	Humedad g	Energía Cal/g	Proteína g	H.C. g	Grasa g	Fibra g
1		<i>O. ficus-indica</i> **	80 - 90	392.2 – 479.5	10 - 6.6	77.5 - 93	7,5 - 6.2	13.2 - 8,2
Datos de México								
12	Chala de maíz	<i>Zea mays</i> *	6,60	254,56	3,10	53,84	3,40	37,90

*Rivero, M.; Castellón, S.; Antezana, A. 2014, **Villanueva, Socorro. 2014.

Primer Encuentro Internacional de la Tuna para forraje como una medida de adaptación al cambio climático en Bolivia

Comparación de macronutrientes entre las hojas de *Opuntia* con alimentos no tradicionales

Tabla 4. Hojas de *Opuntia* contra Isaño

COMPOSICIÓN POR 100 GRAMOS EN BASE A MATERIA SECA								
Itm	Muestra	Nombre científico	Humedad g	Energía Cal/g	Proteína g	H.C. g	Grasa g	Fibra g
1		<i>O. ficus-indica</i> **	80 - 90	392.2 – 479.5	10 - 6.6	77.5 - 93	7,5 - 6.2	13.2 - 8,2
		Datos de México						
14	Isaño	<i>Tropeolum tuberosum</i> *	13.60	386.16	5.70	75.09	1.75	1.87
		variedad chejchi						
15	Isaño	<i>T. tuberosum</i> var. K'ellu*	10.75	387.68	4.80	75.10	1.43	2.80
16	Isaño	<i>T. tuberosum</i> var. Kulli*	13.85	375.81	5.90	75.48	3.90	7.95

*Rivero, M.; Castellón, S.; Antezana, A. 2014, **Villanueva, Socorro. 2014.

Tabla 5. Hojas de *Opuntia* contra kewiña

COMPOSICIÓN POR 100 GRAMOS EN BASE A MATERIA SECA								
Itm	Muestra	Nombre científico	Humedad g	Energía Cal/g	Proteína g	H.C. g	Grasa g	Fibra g
1		<i>O. ficus-indica</i>	80 - 90	392.2 – 479.5	10 - 6.6	77.5 - 93	7,5 - 6.2	13.2 - 8,2
Datos de México**								
17	Kewiña	<i>Polylepis</i> sp.*	51.90	495.64	7.50	56.54	6.30	21.50

*Rivero, M.; Castellón, S.; Antezana, A. 2014, **Villanueva, Socorro. 2014.

Tabla 6. Hojas de *Opuntia* contra alga

COMPOSICIÓN POR 100 GRAMOS EN BASE A MATERIA SECA								
Itm	Muestra	Nombre científico	Humedad g	Energía Cal/g	Proteína g	H.C. g	Grasa g	Fibra g
1		<i>O. ficus-indica</i> **	80 - 90	392.2 – 479.5	10 - 6.6	77.5 - 93	7,5 - 6.2	13.2 - 8,2
Datos de México								
9	Alga	<i>Aelodea</i> *	91.4	334.82	14.7	55.9	4.3	10

*Rivero, M.; Castellón, S.; Antezana, A. 2014, **Villanueva, Socorro. 2014.

Primer Encuentro Internacional de la Tuna para forraje como una medida de adaptación al cambio climático en Bolivia

Tabla 7. Requerimiento nutricional en base seca

REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES POR RACIÓN/DÍA DE MATERIA SECA									
	CC	MS.	Animal	Característica	Agua	Energía	Proteína	H.C	Fibra
		g	peso		Litro	Cal	gr	gr	gr
						2.8 Mcal/kg			
*	3.5		Tenera	Productoras altas	70 – 120	56000	3600	15000	3800
		20000	550 kgr	de leche 30-40kg/día					
**			Cabra y Oveja			2.69 mcal			
			40 kg	crec + 150 gr GDP	2 – 2.5	2690	105	1012.5	270
		1350				3000 kcal/kg			
***			Cuy	Etapa de	0.160 – 0.420	450	25.5	112.5	15
		150	500gr	Crecimiento					

* Fuente: Lammers B, Heinrich J, Ishler V. 2001. ** Fuente: Nutrient Requirements of Goats. 1981.

*** Fuente: Caycedo, 1992. Casilla con verde valores requerimientos de energía por kg de materia seca.

Crec: crecimiento. CC: Condicion Corporal. MS: Materia seca.

Primer Encuentro Internacional de la Tuna para forraje como una medida de adaptación al cambio climático en Bolivia



Tabla 8. Valor nutricional estimado para vacas

Muestra	Nombre científico	Humedad	Proteína	Carbohidratos	Grasa	Fibra	Energía
		gr	gr	gr	gr	gr	Cal/g
OPUNTIAS-TUNA, NOPAL	<i>O. ficus-indica</i>	80 - 90	6.6 - 10	77.5 - 93	6.2 – 7.5	8.2 – 13.2	392.2 – 479.5
Especie en Bolivia	Datos de México						
REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES POR RACIÓN/DÍA EN MATERIA SECA							
Animal	Característica	Humedad	Proteína	Carbohidratos	Grasa	Fibra	Energía
		Agua litro	gr	gr	gr	gr	Cal
Tenera	Productoras altas	70.00 – 120.00	3600	15000		3800	56000
550kg	de leche 30-40kg/día						
NECESIDADES CUBIERTAS POR RACION, HOJAS DE OPUNTIA EN BASE A MATERIA SECA							
	Cantidad	Humedad	Proteína	Carbohidratos	Grasa	Fibra	Energía
	GR	litro	gr	gr	Gr	Gr	Cal
Ración Hojas de Opuntia	50000	4000.00 - 4500.00	3300.00 - 5000.00	38750.00 - 46500.00	3100.00 - 3750.00	4100.00 - 6600.00	196100 - 239750
	40000	3200.00 - 3600.00	2640.00 - 4000.00	31000.00 - 37200.00	2480.00 - 3000.00	3280.00 - 5280.00	156880 – 191800
	20000	1600.00 - 1800.00	1320.00 - 2000.00	15500.00 - 18600.00	1240.00 - 1500.00	1640.00 - 2640.00	78440 - 95900

*Casilla resaltada: no cubre la necesidad de nutriente.

Primer Encuentro Internacional de la Tuna para forraje como una medida de adaptación al cambio climático en Bolivia

Tabla 9. Valor nutricional estimado para cabras y ovejas

COMPOSICIÓN POR 100 GRAMOS EN BASE A MATERIA SECA							
Muestra	Nombre científico	Humedad	Proteína	Carbohidratos	Grasa	Fibra	Energía
		gr	gr	gr	gr	gr	Cal/g
OPUNTIAS-TUNA, NOPAL	O. ficus-indica	80 - 90	6.6 - 10	77.5 - 93	6.2 – 7.5	8.2 – 13.2	392.2 – 479.5
Especie en Bolivia	Datos de México						
REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES POR RACIÓN/DÍA EN MATERIA SECA							
Animal	Característica	Humedad	Proteína	Carbohidratos	Grasa	Fibra	Energía
		cc	gr	Gr	gr	gr	Cal/gr
Cabra y Oveja	Peso 40 kg	2000.00 – 2500.00	105.00	1012.50		270.00	2690
NECESIDADES CUBIERTAS POR RACION, HOJAS DE OPUNTIA EN BASE A MATERIA SECA							
	Cantidad	Humedad	Proteína	Carbohidratos	Grasa	Fibra	Energía
	GR	cc	gr	Gr	gr	Gr	Cal/g
Ración Hojas de Opuntia	810.00	648.00 - 729.00	53.46 - 81.00	627.75 - 753.3.00	56.22 - 60,75	66.42 - 106.92	3176.82 – 3883.95
	1500	1200.00 – 1350.00	99.00 - 150	1162.50 – 1395.00	93.00 – 112.50	123.00 – 198.00	5883 – 7192.50
	4000.00	3200.00 - 3600.00	264.00 - 400.00	248.00 - 3720.00	248.00 - 300.00	328.00 - 528.00	15688.00 – 19180.00

*Casilla resaltada: no cubre la necesidad del nutriente.

Tabla 10. Valor nutricional estimado para cuy

Primer Encuentro Internacional de la Tuna para forraje como una medida de adaptación al cambio climático en Bolivia



COMPOSICIÓN POR 100 GRAMOS EN BASE A MATERIA SECA							
Muestra	Nombre científico	Humedad	Proteína	Carbohidratos	Grasa	Fibra	Energía
		gr	gr	gr	gr	gr	Cal/g
OPUNTIAS-TUNA, NOPAL	O. ficus-indica	80 - 90	6.6 - 10	77.5 - 93	6.2 - 7.5	8.2 - 13.2	392.2 - 479.5
Especie en Bolivia	Datos de México						
REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES POR RACIÓN/DÍA EN MATERIA SECA							
Animal	Característica	Humedad	Proteína	Carbohidratos	Grasa	Fibra	Energía
		cc	gr	gr	gr	gr	Cal/gr
Cuy	Etapa de Crecimiento	160.00 - 420.00	25.5	112.5		15	450
	500 gr						
NECESIDADES CUBIERTAS POR RACION, HOJAS DE OPUNTIA EN BASE A MATERIA SECA							
		Humedad	Proteína	Carbohidratos	Grasa	Fibra	Energía
	Gr	gr	gr	gr	Gr	gr	Cal/g
Ración Hojas de Opuntia	150	120.00 - 135.00	3.90 - 15.00	116.25 - 139.50	9.30 - 11.25	12.30 - 19.80	588.30 - 719.25
	240	192.00 - 216.00	15.84 - 24.00	186.00 - 223.20	14.88 - 18.00	19.68 - 31.68	941.28 - 1150.80
	300	240.00 - 270.00	19.8 - 30	232.50 - 279.00	18.60 - 22.50	24.60 - 39.60	1176.60 - 1438.5

*Casilla resaltada: Deficiencia de nutriente.

Primer Encuentro Internacional de la Tuna para forraje como una medida de adaptación al cambio climático en Bolivia



Tabla 11. Análisis bromatológico del nopal forrajero de la Región Tlalnepantla de Morelos, México, (*Opuntia ficus Indica* cv Copena I y Copena II) -Villanueva, Socorro-

Componente	%
Contenido de humedad	80 – 90
Carbohidratos totales	15.5 – 9.3
Lípidos	1.5 – 0.62
Proteína	2.0 – 0.66
Cenizas	0.99 – 0.42

Componente	Valor
Carotenos	29 microgramos / 100 g de nopal
Ácido ascórbico	13 mg / 100 g de nopal

Mineral	g/Kg
Calcio	40.0 – 48.3
Fósforo	0.98 – 12.3
Sodio	0.4 - 1.59
Potasio	12.4 – 21.2
Magnesio	11.1 – 12.9
Cobre	3.1 – 4.7
Hierro	120 - 144
Manganeso	135 – 196.1
Zinc	6.8 – 29.3

Componente	%
Fibra Soluble	4.2 – 3.0
Fibra Insoluble	9.0 - 5.2

Principales componentes de Fibra Soluble	% Respecto a 100 g Fibra soluble
Pectinas	55 - 68
Mucílago	19 - 24

Principales componentes de Fibra Insoluble	% Respecto a 100 g Fibra insoluble
Celulosa	50 - 60
Hemicelulosa	25 - 20

Datos no publicados: Villanueva, S. 2014

Primer Encuentro Internacional de la Tuna para forraje como una medida de adaptación al cambio climático en Bolivia



PROAGRO es apoyado por:
 GIZ
 GIZ es el servicio alemán de cooperación internacional para el desarrollo.



En las zonas áridas del mundo el nopal ha constituido una alternativa de cultivo para la obtención de frutos para consumo humano y para la alimentación de ganado ya que además de adaptarse a condiciones de humedad deficiente, soporta bajas temperaturas (Snyman, 2007). Hecho claro que se replica en las zonas xéricas de Aiquile y Mizque.

Se considera que los ecosistemas de pastizal producen materias que son altamente digeribles para animales rumiantes, que en condiciones de pastoreo estas tienen la habilidad de digerir y metabolizar la celulosa, o fibra vegetal, y fermentarla para producir ácidos grasos volátiles y proteínas microbianas que el animal puede posteriormente digerir y utilizar (Rinehart, 2008).

El nopal se ha usado con éxito para disminuir los costos de producción de carne en ganado ovino en un 48 a 65 % con resultados exitosos cuando se incluye en proporciones que varían desde el 15 al 30 % (en base a peso seco), de la dieta como lo expresan los resultados obtenidos por Aranda-Osorio *et al.* (2008) al usar dietas en las que se incluyó nopal fresco picado. El contenido de nutrientes para el ganado depende de la especie, la variedad, así como del manejo que se dé a la planta en condiciones cultivadas, aunque su contenido de proteínas no es muy alto, en el nopal (6.6 a 10%) como se observa en los análisis de macronutrientes respecto a las hojas de alfalfa y el tallo, la proteína oscila entre 16% a 28% (tablas 1 a 6).

De igual manera la muestra de cebada presentó valores de proteína (8.9%), casi similares a la proteína de *Opuntia*, respecto a la comparación con chala de maíz esta presenta valores bajos de este nutriente (3.10 %). Comparando las hojas de *Opuntia* con alimentos no tradicionales como el isaño y kewiña presentan valores menores a los de la proteína de *O. ficus-indica* (tablas 1 a 6). Por otra parte la muestra de alga *Aelodea* con un reporte de 14,7 % de proteína mayor al valor de las hojas mencionadas. Respecto al contenido de fibra resalta que las especies tradicionales como alfalfa y chala de maíz son más ricas en aporte de esta variable con respecto a la especie en estudio.

La especie estudiada presenta concentraciones considerables de carbohidratos respecto a las muestras forrajeras tradicionales y no tradicionales cuyo valor fluctúa entre 93 a 77.5 %. (Figura 4.) El contenido de energía de las hojas de *Opuntia* reporta valores considerables entre 417.5- 454,2 Cal/g (Figura 2.), frente a hojas y tallo de alfalfa, cebada, chala de maíz, isaño y la alga *Alodea*, que presentan porcentajes más bajos, en cambio la kewiña considerada forraje no tradicional contiene también valores elevados de energía (495.65 Cal/g). Estos resultados nos indican que la especie estudiada puede ser muy bien aprovechada como fuente de energía para alimento en la nutrición animal.

El nopal constituye una fuente de agua por los altos contenidos de esta en las pencas de la planta, cuyos valores que fluctúan entre 80 a 90 %. Pudiendo ser aprovechado este recurso para alimentación del ganado en zonas áridas y semiáridas de la región (valles xéricos del Departamento de Cochabamba, esta potencialidad de esta especie ha sido aprovechada en otros países como en el norte de México (fuentes, 1991: Flores y Aranda, 1997). Al ser aprovechada como herramienta técnica sumamente eficaz, que permite a los productores de carne en las zonas áridas, superar en forma sencilla y económica los problemas de falta de agua y forraje que se ven sometidos el ganado, cuando aparece la sequía, de la misma manera es muy utilizado en las zonas áridas y semiáridas de Venezuela, Brasil, Chile, Túnez, Sudáfrica, Sicilia (Italia),

Primer Encuentro Internacional de la Tuna para forraje como una medida de adaptación al cambio climático en Bolivia



sudeste de los Estados Unidos de Norte América, Chile y otros países aprovechado por las comunidades rurales para la alimentación del ganado bovino, caprino y ovino (Flores et al., 1995, Buenrostro, 1998; Soltero, 1999), por presentar alto valor nutritivo, tolerancia a la salinidad y adaptación a diferentes tipos de suelo. Es importante indicar que su mayor característica es la eficiencia de convertir agua en materia seca y por lo tanto en materia digestible.

Se puede observar (Figura 1) el alto contenido de humedad del nopal frente a forrajes tradicionales de la región, por lo que es importante considerar esta potencialidad del nopal para solucionar problemas de abastecimiento de agua para la bebida del ganado. Sin embargo Gonzales *et al.* 1998, recomiendan solo el uso de 20% a 30 % en base seca del nopal y suplementar con otros forrajes como alfalfa, avena o sorgo para mantener un balance positivo entre costos de producción y las ganancias. Otros autores como Fuentes, 1991, 1992 explican que las hojas de tuna se debe ofrecer mezclada con otros recursos alimenticios para satisfacer niveles adecuados de alimento, por lo que se recomienda realizar estudios de mezclas y contenidos nutricionales para satisfacer las necesidades alimenticias de los animales, mejorando la productividad en las zonas áridas y semiáridas de nuestra región y proponer alternativas para su mejor aprovechamiento de esta especie en el ganado ovinos y caprinos por ser las especies más abundantes en estas zonas.

Investigaciones realizadas en Baja California Sur, han demostrado que en los ranchos ganaderos de esta región existen especies como el nopal forrajero, que han sido utilizadas como forrajes alternativos para alimentar ganado caprino, bovino, ovino, conejos, cerdos y aves de corral, obteniéndose respuestas positivas por parte de los animales (Murillo-Amador *et al.*, 2006). Analizadas nuestras tablas, sobresale la humedad en la especie *Opuntia*, así como los hidratos de carbono y también la energía valores bastante aceptables frente a forrajes tradicionales y no tradicionales.

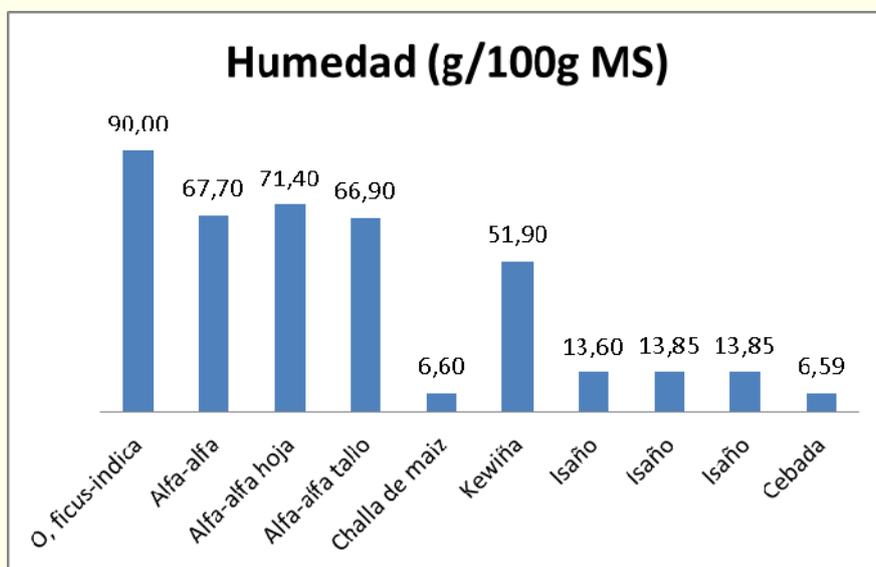


Figura 1. Contenido de humedad en forrajes tradicionales y no tradicionales en comparación con *O. ficus-indica*

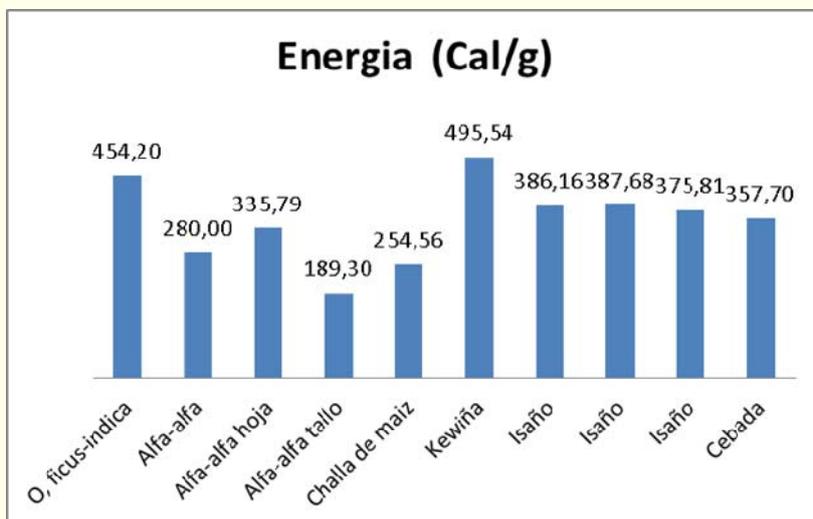


Figura 2. Valores de energía elevados de *O. ficus-indica* frente a forrajes

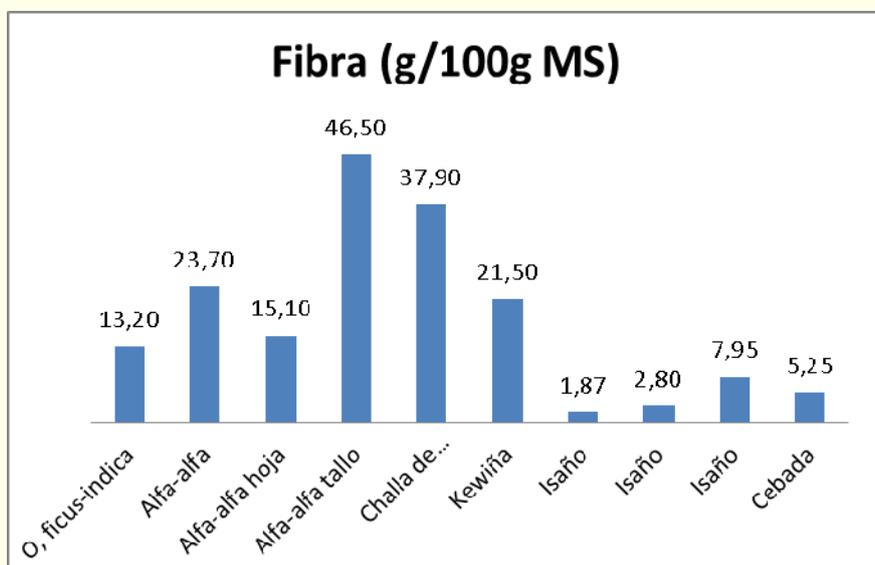


Figura 3. Contenido de fibra de la *O. ficus-indica* frente a forrajes

Primer Encuentro Internacional de la Tuna para forraje como una medida de adaptación al cambio climático en Bolivia

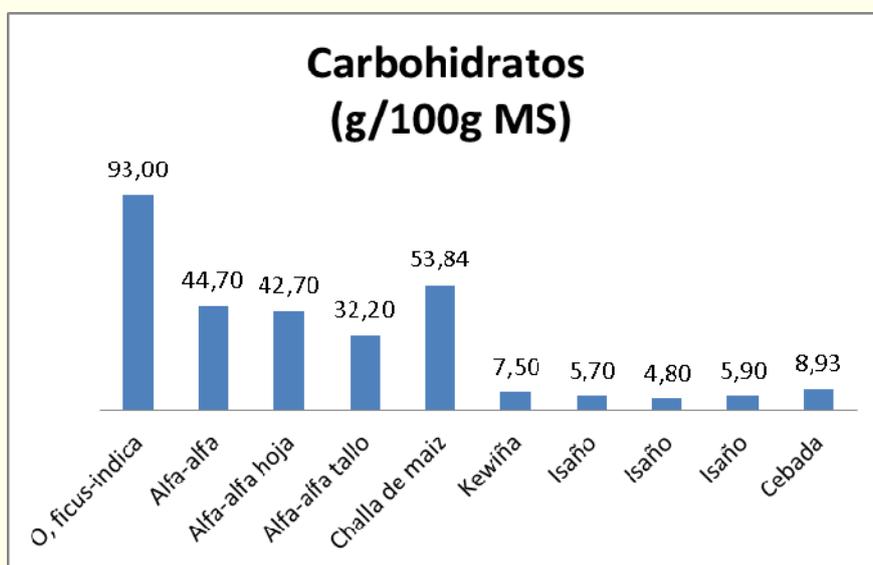


Figura 4. Contenido de carbohidratos de la *O. ficus-indica* frente a forrajes

Conclusiones

Por el análisis de los resultados de laboratorio de las especies tradicionales y no tradicionales se concluye:

- La especie *Opuntia ficus indica* contiene elevada cantidad de humedad en relación a los forrajes tradicionales, cabe indicar que la utilización de la especie como forraje puede ser aprovechada como fuente de agua sobre todo en los valles xéricos de Cochabamba Aiquile y Mizque, por el ganado vacuno, ovino y caprino así como por conejos cuyes.
- La especie *Opuntia ficus indica* reporta concentraciones elevadas de carbohidratos y energía que puede ser aprovechada para ensilaje para las especies animales: vacas, cabras y ovejas y otros.
- Tomando en cuenta que los herbívoros estudiados son poligástricos, la fuente de fibra es muy importante ya que estas especies convierte la fibra bruta analizada, en energía, que si bien existen especies tradicionales que tiene mayor cantidad de fibra en %, por ejemplo *Medicago sativa*, pero tomando en cuenta que *Opuntia ficus indica* en los valles xéricos en época seca la ingesta es grande por necesidad de agua, entonces la cantidad de biomasa aumenta y por tanto los nutrientes suben.
- La especie *Opuntia ficus indica*, por los valores químicos reportados, es una alternativa para alimentación de las especies de herbívoros poligástricos mencionados en el presente trabajo ya sea en confinamiento como en pastoreo, hecho a ser tomado en cuenta principalmente en las zonas xerofíticas de Cochabamba y el Chaco Boliviano, donde la especie está presente.

Primer Encuentro Internacional de la Tuna para forraje como una medida de adaptación al cambio climático en Bolivia

Recomendaciones

- Se recomienda realizar investigación de la digestibilidad *in vitro*, *in vivo* para medir la eficiencia de la conversión alimenticia de nopal en las variedades bolivianas, así como el análisis de factores anti nutricionales que podrían estar presentes, esto para la elaboración de concentrados sobre base materia seca, los autores del presente trabajo disponen de las técnicas y los contactos internacionales para esta investigación, faltando algunos recursos como reactivos y otros.
- Por la revisión hecha a bibliografía boliviana, las bondades del foliolo de la especie son aún desconocidas en varias zonas del país, hecho que debe ser tomado en cuenta para buscar estrategias de difusión a los beneficiarios.

Referencias citadas y sugeridas

- Barros, C. y Buenrostro, M. 1998. El Maravilloso Nopal. Sus propiedades alimenticias y curativas. Editorial Grijalbo SA. C. V. Miguel Hidalgo. México, 243 p.
- Caycedo. 1992. Nutrient requirements of laboratory animals. Universidad de Nariño, Pasto. Colombia.
- FAO. 2000. Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. Manual de capacitación para trabajadores de campo en América Latina y el Caribe. Roma – Italia. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/v5290s/v5290s24.htm#TopOfPage>. Consultado el: 20/03/2014
- Flores, C. 1995. Mercado mundial de la Tuna. ASERCA, CUESTAAM. Chapingo, México.
- Gonzales, C.; Llamas, G.; Bonilla, J. 1998. Utilización del Nopal como sustituto parcial de alfalfa en dietas para vacas lecheras. Tec. Pecuaria en México 36:73-81.
- Lammers B, Heinrich J, Ishler V. 2001. Uso de raciones totalmente mezcladas para vacas lecheras.
- Mondragón, J y Pérez, G. 2002. Recursos Genéticos y Manejo de *Opuntia* sp. para Producción de Forraje. México. INIFAP.
- Murillo, B.; Ávila, Y.; Flores, A. 2006. Producción agroecológica de forrajes en zonas áridas. Congreso Mexicano de Ecología. Morelia Mich. México. Sociedad Científica Mexicana de Ecología A. C. Resúmenes de las ponencias presentadas en el simposio. pp. 37.
- Pimienta, E. 1990. El nopal tunero. Universidad de Guadalajara. Guadalajara - México.
- Ramírez, J.; Sosa, R. y Santos, B. 2012. Plan Rector del Sistema Producto Nopal y Tuna del Estado de Michoacán. Disponible en: http://www.oedrus-portal.gob.mx/oedrus_mic/docs/Plan_Rector_Nopal_2012.pdf Consultado el 20/03/2014. H. ZITACUARO, Michoacán, México.
- Rinehart L. 2008. Nutrición para Rumiantes en Pastoreo. Publicación de ATTRA Servicio Nacional de Información de Agricultura Sostenible. 20 p.
- Snyman, H. 2007. Frost Sensitivity of *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta* in a Semiarid Climate of South Africa. J. PACD. Vol. 9:1-21 p.

Primer Encuentro Internacional de la Tuna para forraje como una medida de adaptación al cambio climático en Bolivia



ANEXO: Tabla de forrajes tradicionales y no tradicionales (inédita)

COMPOSICIÓN POR 100 GRAMOS EN BASE A MATERIA SECA											
Muestra	Nombre científico	Humedad %	Proteína %	Fibra %	Grasa %	Ceniza %	Calcio mg/100 g	Hierro mg/100 g	Fósforo mg/100 g	Carbohidratos %	Energía Cal/g
Afrechillo de arroz	<i>Oriza sativa</i>	5,51	3,80	37,00	4,70	16,00	270,00	30,00	580,00	30,70	-
Afrecho	<i>Triticum spp.</i>	3,94	18,10	12,00	6,00	6,92	289,80	5,56	137,91	56,98	379,07
Alfa-alfa	<i>Medicago sativa</i>	67,70	16,00	23,70	5,60	10,00	1120,00	20,00	560,20	44,70	280,00
Alfa-alfa hoja	<i>Medicago sativa</i>	71,40	28,00	15,10	3,20	11,00	0,45	18,80	247,70	42,70	335,79
Alfa-alfa tallo	<i>Medicago sativa</i>	66,90	14,00	46,50	0,50	6,80	0,31	16,00	133,60	32,20	189,30
Borra de cerveza		90,65	20,07	26,05	4,76	3,72	72,00	21,50	350,00	45,40	503,31
Cebada	<i>Hordeum vulgari</i>	6,59	8,93	5,25	3,00	2,60	55,00	6,00	325,00	80,22	357,70
Chala de maiz	<i>Zea mays</i>	6,60	3,10	37,90	3,40	1,73	0,18	4,03	250,50	53,84	
Alga	<i>Aelodea</i>	91,4	14,7	10	4,3	15,1	1017,7	33,22	1,2	55,9	334,82
Algarrobo morado											
mezcla	<i>Prosopis sp.</i>	21,8	5,5	26,41	7,21	3,47	295,79	6,2	119,41	57,41	381,46
Cañahui (rojo)	<i>Chenopodium pallidicaule</i>	5,30	14,50	6,20	11,00	5,63	41,58	409,14	22,89	62,67	494,05
Cañahui (verde)	<i>Chenopodium pallidicaule</i>	5,80	15,30	5,00	11,40	5,21	44,21	21,20	460,19	63,09	457,74
Cardo	<i>Argemone sp.</i>	78,20	8,00	12,30	4,00	16,50	2.474,75	28,61	668,90	30,80	219,43
Frijol Caupicatie rosado	<i>Vigna sinensis</i>	6,20	19,02	2,50	5,50	4,62	23,75	7,40	334,19	68,36	418,60

Primer Encuentro Internacional de la Tuna para forraje como una medida de adaptación al cambio climático en Bolivia



PROADPRO es ejecutado por:

giz

Frijol Caupi vita 7	<i>Vigna sinensis</i>	6,50	21,00	2,00	3,90	4,01	28,25	6,72	356,59	69,00	426,95
Gandul hojas	<i>Cajanus cajan</i>	11,30	18,70	32,90	5,70	5,79	840,10		270,36	36,91	410,27
Gandul semilla	<i>Cajanus cajan</i>	9,70	24,00	9,70	1,90	4,20	149,70		960,20	60,20	427,91
Isaño	<i>Tropeolum tuberosum</i> variedad chejchi	13,60	5,70	1,87	1,75	4,59	22,92	1,48	144,53	75,09	386,16
Isaño	<i>T. tuberosum</i> var. K'ellu	10,75	4,80	2,80	1,43	1,87	18,47	3,44	129,96	75,10	387,68
Isaño	<i>T. tuberosum</i> var. kulli	13,85	5,90	7,95	3,90	6,77	106,52	18,98	424,12	75,48	375,81
Kewiña	<i>Polylepis sp.</i>	51,90	7,50	21,50	6,30	7,56	1199,69	38,61	141,38	56,54	495,64
Maiz cubano	<i>Zea maiz</i>	10,30	8,80	2,35	2,70	1,56	87,21	3,05	276,89	84,59	375,30
Maíz ensilado	<i>Zea mays</i>	79,10	6,20	30,70	5,00	5,60	263,69	2,70	95,70	52,50	386,18
Sorgo	<i>Sorghum vulgare</i>	8,4	11,8	3,8	4,3	2,12	5,39	1,62	224,37	77,98	422,9
Soya	<i>Glycine max</i>	4,2	40	5	21,6	7,5	275,07	593,63	194,4	19,4	594,02

* Rivero, M.; Castellón, S.; Antezana, A. 2014.

En el presente anexo se presentan resultados de variables químicas de las especies forrajeras tradicionales y no tradicionales, colectadas en zonas geográficas de diferentes pisos ecológicos, producto de la investigación realizada en el valle alto y bajo de Cochabamba y muestras de Santa Cruz. En las zonas de Cochabamba, las muestras tienen proveniencia de las siguientes zonas (Candelaria, Playa Ancha, Chaupi Suyo, Huayculi, alturas de Bolívar. Aiquile, Mizque). Estas especies fueron identificadas botánicamente, procesadas y analizadas por las autoras en el programa de nutrición dependiente del Departamento de Biología de la Universidad Mayor de San Simón.

Cochabamba, 16 de mayo de 2014

Primer Encuentro Internacional de la Tuna para forraje como una medida de adaptación al cambio climático en Bolivia

