Calidad nutricional y digestibilidad *in vitro* del nopal (*Opuntia rastrera*) y maguey (*Agave salmiana Otto*)

Nutritional evaluation and *in vitro* digestibility of prickly pear cactus (*Opuntia rastrera*) and agave (*Agave salmiana Otto*)

Jesús Manuel Fuentes-Rodríguez[*1], Giovanni Octavio Aparicio-Gómez[2], Fernando Ruiz-Zarate[1], Ana Verónica Charles-Rodríguez[1]

[1]Departamento de Producción Animal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, CP 25315, Saltillo, Coah., México. E-mail: jesus_fuentes@hotmail.com (*Autor de correspondencia). [2]Tesista. Departamento de Producción Animal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

RESUMEN

El nopal y el maguey se han usado por mucho tiempo como forraje de emergencia en las épocas de sequias e invierno, cuando la producción de forrajes y granos es muy escasa. Estudios sobre el nopal y maguey muestran que estos productos presentan gran cantidad de agua, aunque como alimento aportan pocas proteínas, por lo que es necesario adicionarles ingredientes proteicos y energéticos para mejorar su calidad nutricional. Debido a tales características, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar el contenido nutricional y digestibilidad *in vitro* de dos especies de nopal y maguey, en dos localidades del municipio de Arteaga, Coahuila, a diferentes tiempos de incubación (0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 hrs.). Las especies de nopal evaluadas presentaron valores semejantes en el contenido de materia seca, extracto etéreo, proteína cruda, fibra detergente ácida y fibra detergente neutra, mientras que en el contenido de materia orgánica, ceniza, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno se pudieron observar diferencias ($P < 0.05$). En el caso del maguey, las dos especies presentaron valores semejantes en el contenido de materia seca, mientras que en el contenido de materia orgánica, ceniza, extracto etéreo, proteína cruda, fibra detergente acida, fibra detergente neutra, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno se pudieron observar diferencias ($P < 0.05$).

Los valores de digestibilidad de materia seca *in vitro* para *Opuntia rastrera* de Arteaga, en los siete tiempos estudiados, fueron de: 44.72, 48.24, 65.22, 74.44, 77.36, 84.13, 76.28%, y para Bella Unión de: 33.38, 42.77, 47.41, 52.56, 58.58, 66.65, 58.52%, respectivamente, en tanto que para el *Agave salmiana* de Arteaga, fueron de: 53.41, 58.31, 65.58, 74.44, 83.86, 91.54, 83.76%, y el de Bella Unión de: 59.71, 68.43, 75.18, 78.22, 83.51, 92.54, 86.49%, por lo que se concluyó que es ampliamente recomendable la utilización de las dos especies para la alimentación de animales, ya que ambas tienen una composición nutricional muy similar y un alto valor en cuanto a digestibilidad.

Palabras clave: Análisis bromatológico**,** digestibilidad in *vitro*, *Opuntia rastrera Agave salmiana*

ABSTRACT

Cactus and Agave have long been used as emergency fodder during times of drought and winter in which forage and grain production is very low. Studies show that cactus and agave have lots of water and provide a limited amount of protein, so that the addition of protein and energy are necessary ingredients to improve nutritional quality. Therefore this study aimed to determine the nutritional content and in vitro digestibility of cactus and agave at different incubation times (0, 3, 6, 12, 24, 48 and 72 hrs.), at two locations in Arteaga, Coahuila.

In the two locations where the cactus was obtained similar values were presented in dry matter, ether extract, crude protein, acid detergent fiber and neutral detergent fiber, while organic matter, ash, crude fiber and nitrogen free extract showed considerable differences ($P<0.05$). In the case of agave, the two localities presented similar values in dry matter, while organic matter, ash, ether extract, crude protein, acid detergent fiber, neutral detergent fiber and nitrogen free extract showed considerable differences ($P<0.05$).

The values of *in vitro* dry matter digestibility at different times were studied for *Opuntia rastrera* at Arteaga and were: 44.72, 48.24, 65.22, 74.44, 77.36, 84.13, and 76.28% for Bella Unión were: 33.38, 42.77, 47.41, 52.56, 58.58 , 66.65, 58.52% respectively, whereas for the *Agave salmiana* at Arteaga, in the seven times were: 53.41, 58.31, 65.58, 74.44, 83.86, 91.54, 83.76% and Bella Union were: 59.71, 68.43, 75.18, 78.22, 83.51, 92.54, 86.49% respectively.

It is widely recommended to use the two species for animal feed, as both have a similar nutritional composition, and a high value in terms of digestibility which are very acceptable.

Key words: bromatological analysis, *in vitro digestibility*, *Opuntia rastrera*, *Agave salmiana*

INTRODUCCIÓN

Nuestro país, al igual que muchos más en todo el mundo, presenta una notable demanda de producción de alimentos: carne, leche, además de otros, que deben ser de mayor calidad pero de menor costo, debido al gran crecimiento y expansión de la tasa demográfica. Para lograrlo, se requiere atender muchos factores que intervienen en la producción, como el nutricional –del cual depende en gran medida, la sanidad, reproducción y crecimiento–, ya que en los últimos años los costos de producción se han incrementado drástica y constantemente, pues representan hasta 80% en las explotaciones intensivas.

Para toda explotación pecuaria es prioritario tener la mayor producción y de mejor calidad, pero al menor costo, por lo que es importante ampliar los conocimientos sobre algunas especies forrajeras que se subutilizan en la alimentación de los animales, ya que puedan tener igual o mejor calidad forrajera que las utilizadas en la actualidad. En esta investigación se emplearon las especies *Opuntia rastrera* y *Agave salmiana Otto* como alternativa para la alimentación de los animales, ya que en nuestro país no tienen una amplia explotación comercial. Aunado a lo anterior, las regiones ganaderas de zonas áridas y semiáridas, tienen pocas precipitaciones pluviales, lo que ocasiona que exista poca producción de forraje verde, y en casos extremos, nula, por lo que estas especies pueden ser la clave para una mejor producción pecuaria en el país.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar el contenido nutricional y la digestibilidad *in vitro* del nopal y maguey a diferentes tiempos de incubación.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de los materiales colectados en los ejidos de Arteaga y de Bella Unión del municipio de Arteaga, Coahuila, ubicados a 25° 26' 00" LN, 100° 49' 03" LO, con una altitud de 1,745 msnm, se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. La zona de estudio tiene un clima BMW (X) de muy seco a semicálido (Mendoza, 1983), con invierno fresco, extremoso, lluvias en verano y una precipitación media anual de 298.5 mm; el periodo más lluvioso es de junio a octubre, y el más seco es el mes de marzo; la temperatura media anual es de 19.8° C.

Las plantas se cortaron entre la segunda y tercera penca en el caso del nopal, y del maguey entre la segunda y tercera hoja, en triplicado. Se colectaron, en promedio, alrededor de 15 kg de muestra de las dos especies. Se realizó el análisis bromatológico de acuerdo con los procedimientos de la AOAC (1980), y el de las fracciones de fibra (FC, FDA y FDN), celulosa y lignina según el procedimiento descrito por Mendoza (1987). Posteriormente se hizo la determinación de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, de acuerdo con el procedimiento de Tilley y Terry (1962), con las modificaciones de Goering y Van Soest (1970), la cual se interrumpió en los siguientes tiempos de incubación: 0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 hrs.

Para la evaluación de los datos de los cuatro tratamientos respecto al contenido nutricional, se utilizó un análisis de varianza: T1= Nopal Arteaga, T2= Nopal Bella Unión, T3= Maguey Arteaga y T4= Maguey Bella Unión, a los cuales se les asignaron tres repeticiones, respectivamente, en un diseño de bloques completamente al azar con el paquete SAS (Versión 9.0). Para la determinación de la DIVMS se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 4X7 con cuatro tratamientos, tres repeticiones cada uno y siete tiempos de incubación, que se expresa con la siguiente fórmula:

$$Y = A + B\,(1\text{-}EXP\,(CT))$$

Dónde:

A = fracción altamente degradable, B = fracción potencialmente degradable, B se calcula como B = (a + b) –A, C = velocidad de degradación. El tiempo de retraso se calcula a partir de la ecuación ajustada, es decir, el valor de t cuando Y = A.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis bromatológico del nopal

En el Cuadro 1 se muestran los resultados del contenido nutricional de la variedad de *Opuntia* utilizada para las localidades de Arteaga y Bella Unión. En el contenido de materia seca, extracto etéreo, proteína cruda, fibra detergente ácido y fibra detergente neutra, se puede apreciar que las dos especies presentan valores semejantes, mientras que en el de materia orgánica, ceniza, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno se observan diferencias ($P<0.05$). Al realizar una comparación con el estudio de Mata *et al.* (2011), quienes evaluaron el valor nutricional de dos variedades de nopal (*Opuntia spp.*), reportaron

para el forrajero los siguientes resultados: proteína, entre 1.2 y 2.65%; extracto etéreo, entre 1.42 y 1.85%; fibra cruda, entre 9.23 y 10.54%, y ceniza entre 12.05 y 16.23%, y encontraron que extracto etéreo se encuentra dentro de este rango, mientras que ceniza, fibra cruda y proteína presentan resultados muy por arriba de los rangos obtenidos por Flores (1977), pero en cuanto a MS estuvieron dentro de este rango. Para FDA y FDN de las dos especies utilizadas se obtuvieron valores por arriba a los citados por Medina *et al.* (2006), quienes mencionan que el contenido de FDA se encuentra alrededor de 16% y el de FDN entre 30 y 45%, aproximadamente.

Análisis bromatológico del maguey

En el Cuadro 2 se muestran los resultados obtenidos de la composición química de la variedad de Agave utilizada para la localidad de Arteaga y Bella Unión. Se puede apreciar que las dos especies presentan valores semejantes en contenido de materia seca, mientras que en el de materia orgánica, ceniza, extracto etéreo, proteína cruda, fibra detergente acido, fibra detergente neutro, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno se pueden observar diferencias ($P<0.05$). Al comparar estos resultados con los de Baraza *et al.* (2008), en los cuales se reporta 4.7% de proteína cruda en *A. Salmiana* silvestre y de 5.1 hasta 6.6% en *A. salmiana* cultivado, se encontró que están por arriba de los citados, lo cual se debe a algunos factores como: edad, época en la que se colectaron las muestras y lugar, mientras que para extracto etéreo, cenizas, fibra cruda, fueron semejantes a los obtenidos por González (1994) y Martínez (1994). Sin embargo, los resultados para FDN y FDA son similares a los de Baraza *et al.* (2008), ya que reportan un contenido de 33.3 y 28.2% de FDN y FDA, en *A. Salmiana* silvestre, respectivamente.

Digestibilidad *in vitro* del nopal

En el Cuadro 3 se presentan los valores de digestibilidad entre *Opuntia rastrera* en los diferentes intervalos de tiempo en que se llevó a cabo la digestibilidad de cada muestra de las dos localidades. Se puede observar que los valores que se obtuvieron son muy diferentes para las dos muestras, las cuales alcanzan su mayor grado de digestibilidad en un tiempo de incubación de 48 horas, con una digestibilidad de 84.13% para Arteaga y de 66.65% para Bella Unión, para luego disminuir en un tiempo de incubación de 72 horas. Los valores que se obtuvieron del nopal son muy similares a los de Abrego (2009), quien a las 72 horas observó una DIVMS de 80.31% con nopal

Cuadro 1. Análisis bromatológico del nopal (*Opuntia rastrera*) de dos localidades de Arteaga, Coah.

Muestra	MS	MO	C	E.E	PC	FDA	FDN	FC	ELN
Arteaga	10.17^{a}	70.43^{b}	25.14^{a}	1.73^{a}	9.14^{a}	33.99^{a}	56.61^{a}	31.15^{a}	35.96^{b}
Bella Unión	10.40^{a}	81.41^{a}	13.17^{b}	1.59^{a}	9.59^{a}	33.75^{a}	54.26^{a}	24.59^{b}	53.48^{a}

^{ab} literales diferentes en columnas indican diferencia significativa ($P<0.05$).

Cuadro 2. Análisis bromatológico del maguey (*Agave salmiana Otto*) de dos localidades de Arteaga, Coah.

Muestra	MS	MO	C	E.E	PC	FDA	FDN	FC	ELN
Arteaga	15.50^{a}	56.85^{b}	41.51^{a}	1.05^{b}	5.35^{b}	42.93^{b}	82.78^{b}	41.13^{b}	35.96^{a}
Bella Unión	15.20^{a}	86.72^{a}	11.24^{b}	1.68^{a}	8.25^{a}	46.51^{a}	87.52^{a}	46.37^{a}	32.44^{b}

^{ab} literales diferentes en columnas indican diferencia significativa ($P<0.05$).

Cuadro 3. Relación tiempo y digestibilidad de *Opuntia Rastrera* en dos localidades de Arteaga, Coah.

Tiempo de digestibilidad (horas)	Digestibilidad de *Opuntia Rastrera* Arteaga (%)	Digestibilidad de *Opuntia Rastrera* Bella Unión (%)
0	44.724 [a]	33.376 [a]
3	48.228 [b]	42.770 [b]
6	65.216 [c]	47.405 [c]
12	74.438 [d]	52.558 [d]
24	77.364 [e]	58.579 [e]
48	84.131 [f]	66.647 [f]
72	76.277 [g]	58.516 [g]

[abcdefg] literales diferentes en columnas indican diferencia significativa ($P<0.05$).

in natura, sin ningún subproducto de cervecería, y de 77.95% con nopal al 80% + 10% de melaza y 10% de subproductos de cervecería; a las 24 horas detectó una digestibilidad de 71.79% con nopal al 70% + 10% de melaza y 20% de subproductos de cervecería, y a las 72 horas, este mismo autor registró, en nopal ensilado adicionado con subproductos de cervecería, una digestibilidad de 76.28%, mientras que a las 24 horas,con nopal al 70% + 10% de melaza y 20% de subproducto de cervecería, y con nopal al 60% + 10% de melaza y 30% de subproducto de cervecería tuvo un 75.18% de digestibilidad; el nopal, sin ningún subproducto de cervecería ni melaza, tuvo la mayor digestibilidad de 61.32% hasta las 96 horas. González (1964) menciona que en una prueba de digestibilidad aparente en la que se utilizaron tres vacas criollas con tres raciones: R1) 40 kg de nopal solo, R2) 40 kg de nopal + 0.500 kg de harinolina y R3) 40 kg de nopal+ 0.700 kg de sorgo, se observó que la ración de nopal + harinolina fue superior a las de nopal + sorgo, al tener el coeficiente de digestibilidad de 93.4, 75.7 y 71.9%, respectivamente.

La principal diferencia entre el nopal y otras fuentes de forraje fue la degradación de los nutrientes en el rumen, ya que mientras la degradación potencial de los demás forrajes en el rumen frecuentemente alcanza 48 horas, los nutrientes del nopal se degradan entre 6 y 12 horas, de modo que puede asumirse que no existe extracción significativa de nutrientes después de 24 horas (Ben Thlija, 1987).

Digestibilidad *in vitro* del maguey

Los resultados de los valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca del maguey a diferentes intervalos de tiempo de las dos localidades, mediante el método Daisy, se muestran en el Cuadro 4, en el cual se observa que los valores obtenidos son muy similares, ya que su mayor grado de digestibilidad se alcanza a un tiempo de incubación de 48 horas, con un porcentaje de 91.54% para Arteaga y de 92.54% para Bella Unión, que luego disminuye con una incubación de 72 horas.

Los valores del maguey son muy parecidos a los obtenidos por Gómez (2003), quien comenta que tuvo mayor digestibilidad: 90.74 y 90.33% en el tiempo 72 y 48 horas en *agave salmiana y agave americana*, respectivamente. García (1984) reportó que la mayor digestibilidad se presenta en los tratamientos de flor, y de melaza y flor con 95 y 94%, respectivamente, ya que los tratamientos realizados con quiote y melaza presentaron valores de 49 y 41%. Barrera (1987), en su experimento realizado con el guishe de la lechuguilla (Agave lechuguilla), reportó valores de digestibilidad de 56%, a 72 horas de incubación, en tanto que Martínez (1994) reportó valores de digestibilidad de *Agave salmiana* y *Agave atrovirens karw*, de 62.40 y 64.52%, respectivamente.

López *et al.* (2001) determinaron la digestibilidad *in situ* de la materia seca del maguey maduro (Agave *salmiana*) y de residuos de mezcalera (pencas de desvirado, quiotes en prefloración y bagazo),

y encontraron que la penca de desvirado fresca tuvo la mayor degradación ruminal (P<0.05), seguida del maguey fresco y de la penca de desvirado oreada, mientras que el maguey entero fresco presentó la tasa de desaparición (Kd/h) más alta, en tanto que el maguey oreado y la penca de desvirado fresca tuvieron los valores subsecuentes.

Por otra parte, Arizpe (1975) menciona que la digestibilidad del maguey es alta, sin embargo es difícil llenar las necesidades de mantenimiento de un animal proporcionando únicamente maguey, por lo que se debe mezclar con ingredientes de mejor calidad. García-Herrera (2010), a su vez, señala que, en animales con raciones bien formuladas en las que se combinan diversos alimentos para lograr una óptima digestión, existe una digestibilidad del maguey arriba de 80%, dependiendo de la parte de la planta (penca, piña y quiote), de la edad y del estado fisiológico. Urrutia *et al.* (1982) reportan la digestibilidad *in vitro* de la materia seca del rastrojo de maíz con un valor de digestibilidad de 50.08% a las 72 horas de incubación, lo que indica baja digestibilidad. Cherney *et al.* (1993) reportan valores altos para la alfalfa (75.1%), ensilado de maíz (73.2%) y avena (83.7%) de DIVMS, que son semejantes a los obtenidos en el T5 (24 hrs.) y T7 (72 horas). Valdés y Jones (1987) obtuvieron una DIVMS de 63.3%, en promedio, en 30 zacates y de 58.5% en 25 leguminosas. Fisher *et al.* (1989) mencionan que, a las 48 horas, la extensión de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca generalmente se correlaciona bien con los coeficientes de digestión *in vivo*. Sin embargo, no todos los forrajes tienen su máxima extensión de desaparición a las 48 horas, lo cual pudo suceder por otros factores, como: genéticos, variedad, estado de madurez, edad de la planta, estación del año, frecuencia de corte, entre otros, además de físicos y químicos del suelo (De Alba, 1971; Espinoza, 1987; Flores, 1977). De acuerdocon los resultados antes mencionados, *Opuntia* y *Agave* son más digestibles que los zacates, el rastrojo de maíz y las leguminosas.

En la Figura 1 se puede apreciar la digestibilidad de la especie de *Opuntia rastrera* y *Agave salmiana Otto,* de acuerdo con los tiempos en que se efectuaron y a las localidades en que fueron colectadas las muestras.

Durante la fase inicial existe un lapso en el cual la degradación es menor debido a que hay una adaptación de las bacterias del rumen al alimento, a lo que se le conoce como fracción A; luego que se adaptan las bacterias se da un incremento en la degradación, a esto se le conoce como fracción B. La degradación llega a un punto en el que se mantiene por cierto tiempo, para posteriormente descender porque ya no existe más sustrato que permita continúe la degradación del alimento.

Cuadro 4. Relación tiempo y digestibilidad de *Agave Salmiana Otto* para cada localidad.

Tiempo de digestibilidad (horas)	Digestibilidad de *Agave salmiana Otto* Arteaga (%)	Digestibilidad de *Agave salmiana Otto* Bella Unión (%)
0	53.407 [a]	59.713 [a]
3	58.308 [b]	68.426 [b]
6	65.577 [c]	75.179 [c]
12	74.443 [d]	78.218 [d]
24	83.864 [e]	83.513 [e]
48	91.538 [f]	92.538 [f]
72	83.755 [g]	86.488 [g]

[abcdefg] literales diferentes en columnas indican diferencia significativa (P<0.05).

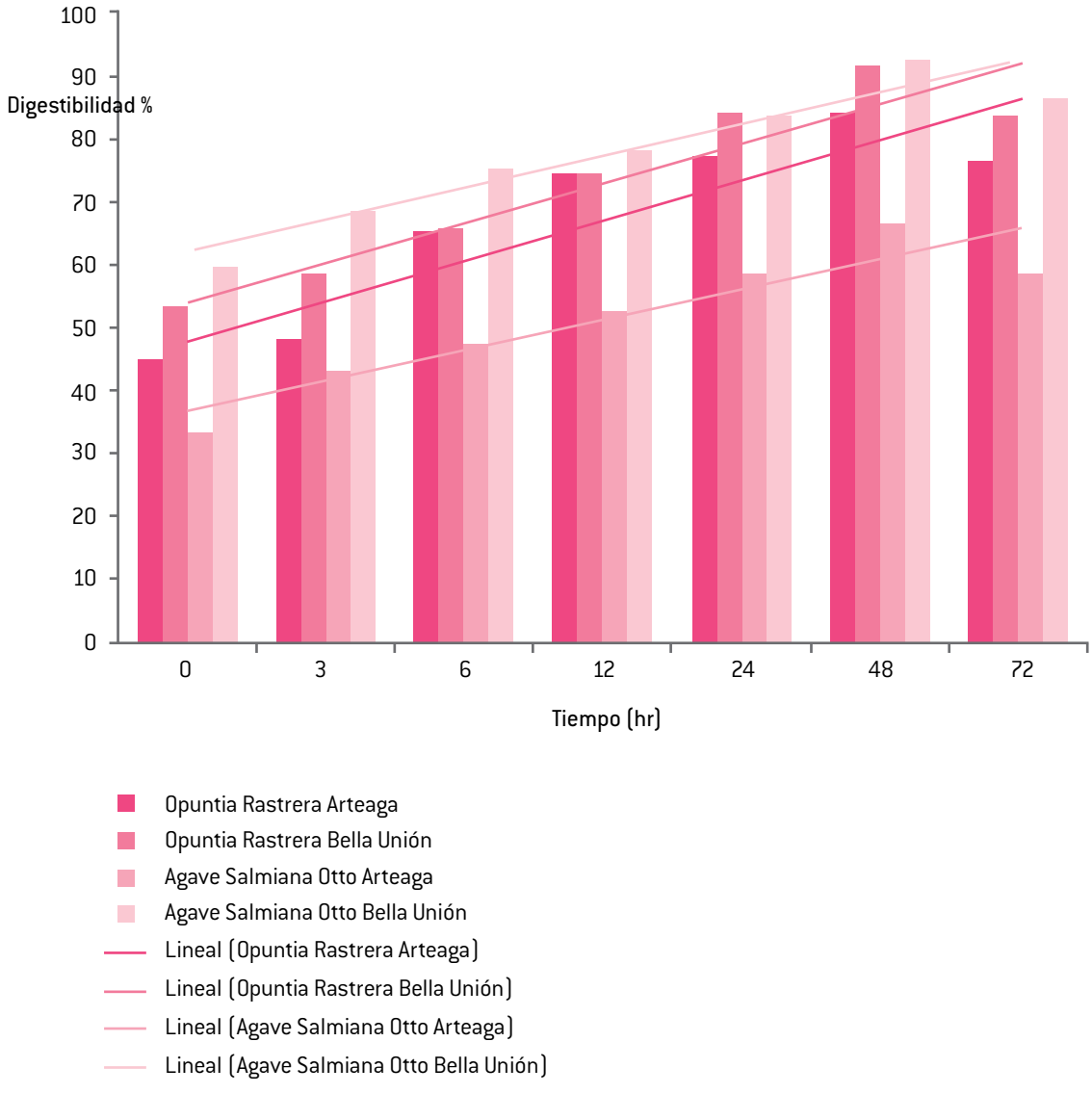

Figura 1. Comparación de la digestibilidad entre Opuntia rastrera y Agave salmiana entre localidades.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados, finalmente se logró la evaluación de las dos variedades utilizadas: *Opuntia Rastrera y Agave Salmiana Otto*. En cuanto al contenido de su composición nutritiva, existen diferencias significativas entre el nopal y el maguey, ya que el primero presenta mejores características nutritivas, aunque respecto al contenido de fibra, el maguey es superior al nopal. Ambas son plantas que presentan un valor nutritivo aceptable, por lo que pueden consumirlas los animales, por lo menos durante las épocas de sequía, ya que además de ser una buena fuente de alimento, también les proporcionan agua donde este recurso es difícil de conseguir en pastoreo.

Al realizar una comparación de los resultados de digestibilidad entre el nopal y el maguey, ambas plantas presentan un rango aceptable en cuanto a su digestibilidad, por lo que se recomiendan como una buena alternativa para el uso alimenticio del ganado. De acuerdo con los valores estudiados, las muestras analizadas alcanzaron la degradación a las 48 hora, lo cual indica que entre más se exponga el alimento a los microorganismos mayor será la degradación, hasta llegar al punto en el que ya no exista sustrato.

LITERATURA CITADA

Abrego, G. A. 2009. Evaluación bromatológica y digestibilidad in vitro de nopal (Opuntia ficus-indica) adicionado con subproductos de cervecería. Tesis Licenciatura. uaaan. Saltillo, Coahuila, México.

AOAC. 1980. Official Methods of Analysis. 13 th Edn. Association of agricultural chemists. Washington, DC.

Arizpe, G.J.P. 1975. Digestibilidad del Maguey. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía. Monterrey Nuevo León, México. pp. 11, 14, 16, 18 y 21.

Baraza, E., Ángeles, S., García, A., and Valiente-Banuet, A. 2008. Nuevos recursos naturales como complemento de la dieta de caprinos durante la época seca, en el Valle de Tehuacán, México. Intereciencia 33(12): 891-896.

Barrera Martínez, J. E. 1987. Valor nutritivo del guishe de la lechuguilla (agave lechuguilla t.) y su utilizacion en la alimentacion de cabras de desecho, sustituyendo al rastrojo de maiz. Tesis uaaan. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Ben Thlija, A., 1987. Nutritional value of several Opuntia species. M. Sc. Thesis. 84 p.

Cherney, D. J. R., J. H. Cherney and R. F. Lucey. 1993. In vitro digestion kinetics and quality of perennial grasses as influenced by forage maturity. J. Dairy Sci 76: 790-797.

De Alba, J. 1971. Alimentación del ganado en América latina. Segunda edición. La Prensa Médica Mexicana. México. pp. 475

Espinoza A., J. 1987. Caracterización morfológica y bromatológica del nopal forrajero en diferentes ambientes de la sierra de paila, Coahuila. Tesis Maestría. uaaan. Saltillo, Coahuila, México.

Fisher, D. S., J. C. Burns and K. R. Pond. 1989. Kinetics of in vitro cell wall disappearance and in vivo digestion. Published. In Agron. J. 81: 25-33.

Flores, V.C.A. 1977. El nopal como forraje. Tesis profesional uach. México. p. 179.

Goering, M.K., y Van Soest, P.J. (1970). Forage fibre analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). USDA Agriculture Handbook. No. 379.

Gómez, V. A. 2003. Digestibilidad in vitro de dos variedades de Maguey (Agave salmiana y Agave americana). Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

González, M.J. 1964. Digestibilidad del nopal (*opuntia chrysacantha berg*). Tesis Lic. .I.T.E.S. M. Monterey, N.L. México.

González, G.S.R. 1994. Valor nutricional de dos Especies de Maguey, *Agave salmiana y Agave atrovirens karw*, forrajeras utilizadas en las zonas Áridas del Norte de México, en relación a sus características Fenológicas. Tesis uaaan. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 21.

López, A. S., J.M. Pinos-Rodríguez, I.D. Martínez, D.A. Chávez, J.R. Aguirre y M.L Rodríguez. 2001. In situ digestibility to value ruminal degradability of the maguey (Agave salmiana). En: Memoria de la 5ta Reunión Científica y Tecnológica, Agrícola, Pecuaria y Forestal. S.L.P. P 4-11.

Martínez, C. J. L. 1994. Valor Nutritivo de Dos Especies de Maguey (*Agave atrovirens*. Karw y *A. salmiana*) en el Sur de Coahuila. Tesis profesional. uaaan. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mata, C. A .2011. Degradación in vitro de dos variedades de opuntia mediante enzimas producidas por la cepa ruminal VML-2. Tesis de lcenciatura uaaan Saltillo, Coahuila, México.

Mendoza, H.J.M. 1983. Diagnóstico climático para zonas de influencia inmediata de la uaaan. Departamento de Agro-meteorología. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 1-5.

Tilley J M A y Terry R A. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassland Soc. 18:104-111.

Urrutia, M.J., Martínez, L.R y Shimada, A.S. 1982. Valor nutritivo del rastrojo de Maíz y ensilaje de maíz con y sin mazorca con hidróxido de sodio para borregos en crecimiento. Técnicas Pecuarias. México, D.F. pp. 7-16.