

## Capítulo XXXIII

### Potencial de la tuna española (*Opuntia ficus-indica*) para la alimentación de bovinos Doble Propósito en zonas áridas y semiáridas de Venezuela

Sunshine Florio, MSc  
Jazmín Florio, MSc

#### INTRODUCCIÓN

Los términos áridos y semiáridos hacen referencia a aquellas regiones en las cuales las precipitaciones no ocurren ó son reducidas, que conllevan al desarrollo de ecosistemas con características especiales, donde la actividad agraria es desde “imposible” hasta “muy difícil y limitada” o sencillamente “difícil y exigente en cuidados especiales” (Suárez, 1979).

En Venezuela, las zonas áridas y semiáridas ocupan aproximadamente 4% del territorio nacional, presentándose fundamentalmente en las planicies o sistemas de colinas de algunos estados del norte del país (estados Falcón, Zulia, Lara, Sucre, Anzoátegui y Nueva Esparta), con precipitaciones erráticas entre 250-500 mm anuales y evaporación que excede a la precipitación media anual (Comerma y Paredes, 1978).

Es necesario proporcionar un desarrollo sustentable para las comunidades rurales de estas regiones áridas y semiáridas, partiendo del aprovechamiento y conservación de especies silvestres, como por ejemplo la Tuna (*Opuntia ficus-indica*) (Figura 1), para la alimentación de las ganaderías bovina, caprina y ovina, las cuales son uno de los pilares fundamentales de la economía de dichas regiones (Corporación Peruana de Ingeniería S.A., 1990; Flores *et al.*, 1995).



Figura 1. Planta de Tuna Española (*Opuntia ficus-indica*)  
Foto del autor.

En las regiones áridas y semiáridas, en la mayor parte de los años, no es posible mantener explotaciones ganaderas sustentadas exclusivamente en la pastura natural, debido a la baja oferta de forraje, mala calidad del mismo y grandes fluctuaciones de la producción entre años (Azócar, 1999; Becerra 1999). Por lo cual, con el fin de alcanzar niveles económicos de producción en períodos de sequía, se hace necesario suplementar la alimentación del ganado bovino, ovino y caprino, con alimentos provenientes de cultivos de bajo costo, adaptados a condiciones de déficit hídrico, altas temperaturas, suelos pobres en nutrientes y principalmente, que aporten energía y proteína, como es el caso de la Tuna (Flores y Aguirre, 1989).

## **GENERALIDADES DE LA TUNA**

La Tuna es una especie de la familia de las cactáceas que tiene capacidad para desarrollarse en zonas donde las precipitaciones son muy escasas, bajo climas semidesérticos (Flores, 1999), no obstante también se le puede tener en climas secos de mayor precipitación pero sin aguachinamiento. También crece en suelos en los que no pueden desarrollarse otras plantas y tiene como característica principal que almacenan abundantes cantidades de agua y compuestos hidrocarbonados que los utiliza como reservas alimenticias. Por otro lado, esta planta ofrece bondades que debemos tener presentes al tratar de recuperar zonas áridas y semiáridas (Medina *et al.*, 2006).

Entre otros propósitos, la tuna se puede usar para evitar la erosión de los terrenos, reforestar las zonas en vías de desertificación, formar cortinas rompevientos; además representa una fuente de alimentación para la fauna silvestre y puede ser usada como forraje para el ganado, fijación de dunas en los litorales y obtención de colorantes naturales. Además, las pencas o cladodios pueden consumirse como verdura ya sea fresca o procesada; los frutos se consumen en forma fresca, en postres, jarabes y bebidas alcohólicas, entre otros. (Guevara *et al.*, 1997; Pareek *et al.*, 2001).

La Tuna también es conocida con los nombres de Tuna Española, Tuna de Castilla, Higo Chumbo e Higos de la India (España), Higo de Pala e Higuera de Pala (Islas Canarias, España), Nopal y Chumbera (México), Higo de Chumbo y Tuna (Chile), Fico d'India y Figo morisca (Italia), Fig della barbarie y Figuier d'Inde (Francia), Prickly pear, Cactus pear, Cactus fruit, Indian fig tree y Barbary fig tree (Estados Unidos), Cactus pear y Turksupurug (Sudáfrica), Trabar (Israel), Kaktusfeigen, Feigenkakt y Fachel-dist (Alemania), entre otros (Flores y Gallegos, 1993; Hoyos, 1994).

Una de las estrategias de la Tuna para sobrevivir en áreas de baja precipitación pluvial es absorber y almacenar la mayor cantidad de agua posible durante la temporada de lluvias. En el período seco, va disponiendo de este líquido y si la sequía se prolonga, la planta tiende a arrugarse por la contracción que representa el utilizar el agua de sus tejidos de reserva para cubrir sus actividades fisiológicas vitales. Si la sequía dura por más tiempo, la planta es capaz de ir eliminando algunas de sus pencas, una vez que éstas han cedido prácticamente todo el agua que contenían (Barros y Buenrostro, 1998).

El tallo tiene como función realizar la fotosíntesis, es decir, elaborar clorofila y, sobre todo, servir como estructura a la planta. Las estructuras vegetativas más características de la Tuna y de las demás cactáceas, son las aréolas, las cuales son zonas espe-



Figura 2. Detalle de un cladodio tierno de Tuna con numerosas aréolas y gloquideos. Foto del autor.

cializadas del tallo (depresiones), en las que suelen crecer tricomas o barbas afiladas llamadas gloquideos (Figura 2). Por otro lado, en las aréolas existen dos puntos de crecimiento vegetativo: uno da origen a las flores y brotes y el otro da lugar a las espinas (Granados y Castañeda, 1997).

En época de lluvia o con suficiente humedad en el suelo, las pallas, pencas o cladodios tienen un aspecto turgente, pudiendo contener hasta 95 % de agua en condiciones de máxima turgencia, mientras que

en las épocas de sequía, la planta puede mantenerse viva con humedad inferior al 60%. En estas condiciones de falta de agua, las pencas se muestran rugosas, arrugadas (deshidratadas) y dobladas por su propio peso y el de los frutos (Melgarejo, 2000).

Según Osmond (1975), el metabolismo ácido de las Crasuláceas (MAC) constituye una opción de sobrevivencia para las plantas de las zonas áridas que están sometidas a modificaciones considerables durante la sequía, pues son especies con un patrón típico de crecimiento en asimilación diurna. Cuando la sequía se intensifica, la asimilación nocturna de  $\text{CO}_2$  prevalece y, en condiciones extremas, las plantas MAC pueden realizar la asimilación únicamente durante la noche. Su conversión es más eficiente que la de los pastizales  $\text{C}_3$  y las plantas  $\text{C}_4$  de hoja ancha. La generación de biomasa por unidad de agua es en promedio tres veces más alta que en plantas  $\text{C}_4$ , y cinco veces más que en plantas  $\text{C}_3$ . (Nobel, 1995; González *et al.*, 2001).

En plantas del género *Opuntia* se han encontrado pequeñas tendencias para asimilar  $\text{CO}_2$  durante el día (Lindorf *et al.*, 1991). En períodos de sequía, debido al cierre de los estomas y a una cutícula impermeable, se forma un sello hermético, cesando el intercambio de gases, aunque la rutina diaria de acidificación y desacidificación continúa internamente (Hanscom y Ting, 1978; Salisbury y Ross, 1994).

## CONDICIONES AGROECOLÓGICAS (Azócar, 1999)

**Temperatura.** La tuna no se adapta en zonas con temperaturas extremas. En el lugar de origen de esta especie, Meseta de México, las temperaturas raras veces son superiores a  $40^\circ\text{C}$  o inferiores a  $-12^\circ\text{C}$ . Las temperaturas óptimas de producción se ubican en los  $18^\circ$  a  $26^\circ\text{C}$ , pero puede soportar temperaturas de  $30^\circ$  a  $40^\circ$  y de  $0$  a  $-8^\circ\text{C}$ .

**Precipitación.** La tuna crece y se produce en lugares con precipitaciones anuales de 200 a 250 mm. Esta especie es muy eficiente en el uso del agua en comparación con otros cultivos; a modo de ejemplo, para formar un kilo de materia seca la alfalfa necesita 1.000 kg. de agua, el sorgo 666 kg., la cebada 500 kg., el arbusto forrajero *Atriplex nummularia* 304 kg. y la tuna sólo 15 a 267 kg.

**Suelo.** La tuna se adapta bien en suelos profundos, de textura liviana, incluyendo suelos arenosos, pero no se establece adecuadamente en suelos de textura arcillosa. En suelos poco profundos, el potencial de producción baja notoriamente. La especie es tolerante a la alcalinidad y puede establecerse en suelos con pH de 8,2 a 8,5, pero no crece en suelos salinos.

**Nutrición mineral.** El cultivo de la tuna responde en forma favorable a la fertilización, principalmente de nitrógeno y fósforo. Se han registrado aumentos notorios en la producción de pencas y frutos de tuna de 200 a 300%, cuando los tunales se fertilizan con aplicaciones moderadas de nitrógeno y fósforo. Igualmente, las aplicaciones de estiércol, en zonas con precipitación media de 250 mm/año dan resultados similares. Todas las especies del género *Opuntia* no pueden establecerse en suelos pantanosos o con mal drenaje.

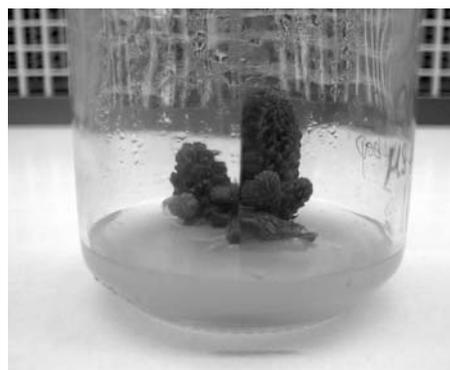
## FORMAS DE PROPAGACIÓN DE LA TUNA

**1. Sexual o por semillas.** La propagación a través de las semillas no suele realizarse en plantaciones comerciales de Tuna. Su uso queda habitualmente restringido a los programas de mejoramiento genético para la obtención de nuevos genotipos (Villalobos *et al.*, 1990; Melgarejo, 2000).

**2. Asexual o Vegetativa.** Entre los métodos más utilizados en la especie para su multiplicación vegetativa, destacan:

- **Multiplicación por cladodios completos.** En este método, se seleccionan cladodios o pencas de plantas sanas, sin plagas ni deformaciones, preferiblemente de 6 meses a 1 año de edad, que deben obtenerse mediante un corte limpio por la zona de unión entre pencas (Barros y Buenrostro, 1998).
- **Multiplicación por fracciones de cladodios.** Este procedimiento es básicamente igual al anterior, solo que en vez de utilizar pencas completas, se utilizan fracciones (8 a 10 partes) o trozos de ellas (De la Rosa y Santana 1998; Melgarejo, 2000).
- **Propagación por cultivo de tejidos.** Este método de propagación no es habitual en la Tuna, sin embargo, distintos investigadores han puesto en práctica esta técnica sólo cuando no se dispone de suficiente material para la propagación o cuando se detecta la presencia de alguna enfermedad que se desea eliminar, entre otros (Figura 3).

**Propagación por injerto.** Según Melgarejo (2000) esta técnica es utilizada con éxito en México, para aprovechar las características de algunas especies, capaces de resistir las peores condicio-



**Figura 3. Cultivo *in vitro* de la Tuna.**  
Foto del autor.

nes del desierto, injertando sobre ellas variedades adecuadas para la producción de forrajes, frutos, entre otros.

## USO DE LA TUNA PARA LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS

La utilización de las paletas o pencas de la Tuna en la alimentación del ganado es una práctica muy antigua en México, Brasil, Chile, Túnez, Sudáfrica, Sicilia (Italia), sudeste de los Estados Unidos de Norte América, Chile y otros países (Barros y Buenrostro, 1998; Soltero, 1999). Se estima que, alrededor del mundo, se cultivan 900.000 hectáreas de *Opuntia* para producción de forraje (Reynolds y Arias, 2003).

Algunas de las ventajas del cultivo de la Tuna son: alta producción de biomasa por hectárea, alta palatabilidad, buen valor nutritivo, resistencia a la sequía, tolerancia a la salinidad y adaptación a diferentes tipos de suelo. La Tuna para forraje en la alimentación animal puede utilizarse mediante consumo directo, corte de pencas o paletas y transporte en fresco a comederos, secado y molido de éstas para suministrarlas a los animales en la ración alimenticia en forma de harina o ensilaje (Murray, 1997). No obstante, su mayor atractivo es la eficiencia de convertir agua en materia seca y por tanto en energía digestible (Nobel, 1995).

En la producción de forraje se utilizan principalmente los cultivares de *Opuntia* con espinas, ya que los que no las presentan no logran sobrevivir en estado silvestre; sin embargo, los cultivares sin espinas (como por ejemplo *Opuntia ficus-indica* cv. 'Morado', 'Anaranjado' o 'Blanco', entre otros), son más recomendables para consumo directo del animal, logrando que éste no se lastime y que el material resulte palatable. En algunos casos cuando se le suministra el material al animal se pueden usar cultivares con espinas, las cuales previamente son retiradas por los campesinos (Azócar, 1999).

En el norte de México se utilizan numerosas especies de *Opuntia* en forma silvestre. Fuentes (1991) y Flores y Aranda (1997) informaron el uso de 10 a 18 especies, 15 de las cuales son *Platyopuntias*, dentro de las que se incluyen *O. streptacantha*, *O. megacantha*, *O. leucotricha*, *O. robusta*, *O. rastreña*, *O. lindheimeri*, entre otras, por ser consideradas como las más importantes en cuanto a abundancia, distribución y preferencia por los mismos agricultores, sin embargo, las más utilizadas son *O. engelmanni* y *O. lindheimeri* (De la Cruz, 1994). Todas las especies mencionadas tienen espinas y deben ser procesadas para un uso más eficiente. *O. robusta* presenta tipos con y sin espinas, pero algunos con pencas lisas son fuertemente atacadas por roedores durante su fase juvenil y no son fáciles de encontrar en estado silvestre.

Algunas especies molestas y dañinas al ganado, como son *O. mycrodasys* (*nopal cegador*), llamada así después del daño causado a los ojos por sus numerosas espinas (gloquideos), que son consumidas cuando otras especies escasean (De la Cruz, 1994). La alta palatabilidad, digestibilidad y bajo contenido de MS, obliga al animal a consumir grandes cantidades; las vacas pueden llegar a consumir hasta 104 kg de materia verde/día (Santos *et al.*, 1990). Estos factores, combinados con el bajo contenido de fibra, alto nivel de calcio y fósforo, inducen desequilibrios nutricionales considerados como una causa probable de la diarrea común en animales alimentados con grandes

cantidades de *Opuntia*. Para solucionar este problema la proporción de *Opuntia* no debe exceder del 40 por ciento del total de la MS suministrada.

### **Consumo directo por el animal**

El consumo directo de las pencas por parte del animal es el modo más fácil de utilización de las plantaciones de tunas o tunaes. Este sistema de manejo no requiere maquinarias, utiliza poca mano de obra y es más barato. El mejor método de utilización es dividir el Tunal en pequeños cercados y pastorear éstos en forma intensiva por un corto período, no mayor a dos días, para evitar el daño de las plantas y facilitar su recuperación (Azócar, 1999; Melgarejo, 2000). Las plantas de tuna son sensibles a la sobre utilización y pueden secarse en pocos meses cuando son sometidas a continuos cortes provocados por mal manejo del ganado (Azócar, 1999).

### **Corte y consumo fresco**

Los cortes y consumo fresco de las paletas se realizan cuando las plantas tienen entre 2 y 3 años de edad. Las paletas se cortan temprano en la mañana, se trasladan al lugar donde serán consumidas por el ganado, luego se pican o trozan para posteriormente repartirlas en los comederos para el consumo animal durante horas de la tarde.

Las paletas de tuna contienen gran cantidad de ácidos en la mañana, pero éstos disminuyen considerablemente en la tarde. Este método facilita y aumenta el consumo, lográndose una mejor utilización de las paletas al reducir considerablemente el material de desecho (Flores y Aguirre, 1989).

### **Corte, secado y consumo molido**

El corte y secado de las paletas de tuna se hace al aire libre en una superficie cubierta con cemento o plástico para evitar la formación de raíces; cuando alcanzan una deshidratación adecuada se muelen. El tiempo de secado dependerá de la incidencia solar, la temperatura de secado (secado natural o utilizando estufa) y el grosor de la penca. Por lo general, podría estimarse como mínimo una semana de secado en condiciones naturales. La idea es que el material tenga una consistencia como de suela de zapato (seca pero flexible) y no de galleta de soda (quebradiza). El material molido puede guardarse para su empleo en los períodos de sequía o utilizarse como suplemento de las paletas frescas. En algunos casos se les puede dar sabor aplicando melaza diluida (Granados y Castañeda, 1997; Azócar, 1999).

### **Corte para ensilaje**

Un corte para ensilaje de buena calidad se puede obtener si se mezclan paletas de tuna picada con forraje seco que aporte fibra. Se recomienda una mezcla de 84 partes de paletas picadas y 16 partes de forraje seco, melaza; además se agregan minerales tales como fósforo y sodio (harina de hueso, sal y cal). Cuando se usan paletas con frutos no es necesaria la aplicación de melaza (Borrego y Burgos, 1986; Becerra, 1999).

## **RENDIMIENTO POTENCIAL DEL FORRAJE**

Una plantación de tunas puede producir por año, en condiciones de secano, bajo un manejo adecuado, de 5 a 10 ton Ha<sup>-1</sup> de forraje (materia seca) en zonas áridas, 10 a 20 ton Ha<sup>-1</sup> en zonas semiáridas y 20 a 30 ton Ha<sup>-1</sup> en zonas subhúmedas. Es posible obtener altos rendimientos de forraje de un tunal cuando se establecen en un suelo profundo, de buena textura y con fertilización óptima, mediante abono orgánico, practicando a la vez un manejo adecuado (de la Rosa y Santana, 1998; Azócar, 1999; Melgarejo, 2000).

En suelos de profundidad media, de regular condición y manejo no adecuado (sin cultivo, sin fertilización), aún es posible alcanzar rendimientos 3 a 5 veces superior al que se obtendría con la vegetación natural (Reynel y León, 1990). Los cultivares de tuna con y sin espinas son equivalentes a 200 ton Ha<sup>-1</sup> de peso fresco de heno, por lo que varias hectáreas pueden proveer una reserva considerable de alimento animal durante los períodos de sequía (Felker, 1995).

## **CALIDAD NUTRITIVA DEL FORRAJE DE PALETAS O PENCAS DE TUNA**

En general, la tuna se caracteriza por el alto contenido de humedad de las pencas, que en promedio fluctúa entre 85 y 90 % de agua, alta digestibilidad (aproximadamente 75%), altos contenidos de carbohidratos solubles, vitamina A y cenizas (20% de la materia seca). La proteína puede variar de 2,8 a 5,1%. (Fuentes, 1991; Granados y Castañeda, 1997; De la Rosa y Santana, 1998; Azócar, 1999).

El contenido de proteína cruda disminuye de 5 a 3% de la materia seca y el contenido de fibra cruda se incrementa de 9 a 20 % de la materia seca con el aumento de la edad de las paletas de tuna de 1 a 5 años. El contenido de proteína disminuye significativamente en la medida que las paletas de tuna aumentan su peso con la edad. Esta tendencia es similar a la de otros recursos para forraje, que a mayor edad de la planta disminuyen el valor nutritivo de esta, a la vez que aumenta el contenido de fibra (Azócar, 1999). Los fertilizantes nitrogenados y fosfóricos incrementan el contenido de proteína cruda de los cladodios desde 4,5% a 10,5% por ciento de la MS (González, 1989).

## **UTILIZACIÓN DE LA TUNA COMO FUENTE INDIRECTA DE AGUA**

La falta de agua en zonas áridas y semiáridas, principalmente en verano y en períodos de sequía, ocasiona una notoria disminución de los rendimientos de leche y carne, ya que los animales gastan una gran cantidad energía y tiempo en búsqueda de las escasas fuentes de agua, tanto que el agotamiento de las fuentes puede causar la muerte de caprinos, ovinos y bovinos (Azócar, 1999).

El uso de la tuna en la alimentación del ganado hace disminuir considerablemente el problema de abastecimiento de agua para la bebida, dado el alto contenido de ésta en las paletas. La tuna utiliza el agua de lluvia del período de invierno y la almacena en sus tejidos. La tuna al ser consumida por los rumiantes durante los períodos de sequía constituye un real aporte al agua de bebida (Reynel y León, 1990; Cavalcanti *et al.*, 2006).

## ALGUNOS RESULTADOS EN LA SUPLEMENTACIÓN BOVINA

**Argentina.** Un grupo de terneras bajo pastoreo fueron suplementadas con pasto buffel bajo tres tratamientos: T0=Testigo (Sin suplementación), T1=20 kg de tuna fresca/animal\*día y con acceso a agua, T2= 20 kg de tuna fresca/animal\*día y sin acceso a agua (Ferrando *et al.*, 2003). En el Cuadro 1 se observa que: a) en todos los tratamientos las terneras mantuvieron peso, b) la suplementación con 20 kg de pencas de tuna fresca/animal\*día, sin otro suplemento, no mejoró las ganancias, y c) las terneras suplementadas sin acceso al agua, sobrevivieron y lograron similar ganancia de peso que en los demás tratamientos.

**Cuadro 1**  
**Peso inicial (kg) y ganancia de peso diaria (kg) de terneras de destete según tratamiento**

Tratamiento	Peso Inicial	Ganancia de Peso Diaria
T0	162,0	0,053
T1	153,9	0,034
T2	162,0	0,032

No se detectaron diferencias significativas ( $p>0,05$ ).

Se concluye que en pasturas de buffel, sin restricción en la disponibilidad de forraje, la suplementación con pencas de tuna como único elemento podría servir para incrementar la carga animal pero no para incrementar las ganancias de peso y que ante una escasa disponibilidad de agua, la penca de tuna puede ser un importante recurso para suplir este elemento.

**Texas, Estados Unidos.** Griffiths en 1905 reportó los primeros resultados con *Opuntia* y harina de maíz, en la suplementación alimenticia para bovinos de carne durante 15 semanas. Los resultados obtenidos fueron: a) La harina de maíz + *Opuntia* (suministrada *ad libitum*) fue mejor que el grano de maíz + porciones definidas de *Opuntia*, b) El consumo promedio por animal fue de 48 Kg. de *Opuntia*, c) La ganancia de peso diaria fue de 0,85 kg, y d) Se requirieron 55 kg de *Opuntia* combinados con 2,5 kg de harina de maíz para producir 1 kg de carne.

**México.** La alimentación de 685 animales en libre pastoreo fue suplementada con rastrojo de maíz, melaza, urea y 20 kg de nopal chamuscado (Fuentes, 1991). La ganancia diaria de peso varió de 0,1 a 0,6 kg. *Opuntia* proveyó 7,8 por ciento de la energía total de mantenimiento, 20,6 % de la proteína, 50 % del fósforo y 100 % de los requerimientos del calcio recomendados por el NRC (1984).

En el caso específico de la producción de leche se reportó que la producción de leche de vacas Holstein descendió con el incremento de *Opuntia* en la dieta (González *et al.*, 1998), por lo que se ha recomendado usar solo entre 20 y 30% (en base seca) y suplementar con heno de alfalfa, avena o sorgo para obtener un balance positivo entre los costos de producción y las ganancias.

El consumo diario de *Opuntia* en el sur de Coahuila (Fuentes, 1991) y Nuevo León (Fuentes, 1992) en México, oscila entre 20-30 y 25-40 kg/cabeza, respectivamente, habiéndose estimado que en tales condiciones la *Opuntia* provee el 4,5% de la ener-

gía total requerida para lactancia, 12,2% de las proteínas, 46% de la fibra cruda, 15% del fósforo y 100% del calcio comparado con los requerimientos recomendados (NRC, 1984). Para el caso de vacas de ordeño donde el aporte energético de la ración es primordial, la tuna debe ofrecerse mezclada con otros recursos alimenticios para satisfacer niveles adecuados de energía.

**Brasil.** La alimentación de vacas lactantes con ensilado de maíz y *Opuntia* cv 'Gigante' fue comparada sin encontrar diferencias ( $P > 0,05$ ) en producción de leche y en contenido grasa (Santana *et al.*, 1972). Sin embargo, las vacas presentaron ganancias de peso vivo de 437, -465 y -230 g/día cuando se alimentaron con ensilado, *Opuntia* y *Opuntia* + 10 kg de ensilado, respectivamente. Igualmente, demostraron que las vacas Holstein perdieron peso cuando se alimentaron con *Opuntia* cv 'Gigante' como forraje único ó cuando se le incluyó en una proporción mayor al 73%.

Al evaluar tres niveles de asociaciones de *Opuntia* cv. 'Gigante' contra sorgo ensilado: 25:75, 50:50 y 75:25 por ciento, respectivamente, se demostró que no hubo diferencia con respecto a GDP y producción de leche entre los tratamientos (Lima *et al.*, 1985), mientras que suplementando vacas Gyrolando con tres variedades de *Opuntia* (58,4 kg MV/vaca/día), además de silo de sorgo (5,6 kg MV/vaca/día) y 4 kg de alimento concentrado/vaca/día se obtuvo un rendimiento promedio de leche de 12,35 Kg/vaca/día; obteniendo solo una GDP de 164 g/vaca/día con la variedad Miuda (Santos *et al.*, 1990)

## CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados que se reportan en la literatura, la tuna es un forraje con alto potencial alimenticio para el bovino, sobre todo si se considera la necesidad de mejorar la productividad en zonas áridas y semiáridas, así como incrementar la diversidad de producción forrajera en estas áreas. No obstante, el uso de la Tuna (*Opuntia ficus-indica*) en la alimentación de bovinos debe ser más estudiada tanto en Venezuela como en el resto de países con zonas áridas y semiáridas de América Latina. La mayoría de la información que existe es en base a la alimentación de ovinos y caprinos, por cuanto son las especies que abundan en esas zonas, además de lo económico y fácil que resulta su manejo y la forma de suministrarla a los animales. De igual manera, se deben llevar a cabo estudios de adaptación de diversas variedades y cultivares y de sus respectivos contenidos nutricionales

Su fácil adaptación a las condiciones de aridez, su rápida propagación y económico mantenimiento; hace que la Tuna se convierta en un recurso forrajero valioso para la alimentación de rumiantes en zonas áridas y semiáridas del país, donde es importante mejorar la oferta de proteína de origen animal (leche y carne) a la población, a la vez que proponer alternativas para lograr su aprovechamiento integral. Por otra parte, la Tuna representa un recurso alimenticio importante por su capacidad de producción de cladodios suculentos y por presentar 5% de proteína, una elevada concentración de carbohidratos solubles y calcio, además de una elevada digestibilidad *in situ*.

## LITERATURA CITADA

- Azócar P. 1999. Utilización de Paletas de Tuna en la Alimentación de Rumiantes. Universidad de Chile. Mimeografiado. Santiago de Chile, Chile. 30 p.
- Barros C, Buenrostro M. 1998. El Maravilloso Nopal. Sus propiedades alimenticias y curativas. Editorial Grijalbo, SA. C. V. Miguel Hidalgo, México. 243 p.
- Becerra P. 1999. Frutales nativos de zonas áridas de México. Revisión Bibliográfica. U. P. de Producción Vegetal. EPSO-UMH. Orihuela, México. 52 p.
- Borrego F, Burgos N. 1986. El Nopal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 201p.
- Cavalcanti C, da Silva F, Carvalho L. 2006. Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes (Forage Palm (*Opuntia ficus-indica* Mill) as alternative in ruminant feeding). VII (10). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101006.html>
- Comerma J, Paredes R. 1978. Principales limitaciones y potencial agrícola de las tierras en Venezuela. *Agron Trop* 28 (2): 71-85.
- Corporación Peruana de Ingeniería SA. 1990. El Nopal o la Tuna. Una herramienta para el desarrollo de las zonas áridas. Lima, Perú. 47 p.
- De la Cruz C. 1994. Prickly pear cactus for forage in México. In: Proc. 5th Annual Texas Prickly Pear Council. Kingsville, TX. pp: 75-77.
- De La Rosa J, Santana D. 1998. El Nopal: Usos, Manejo Agronómico y Costos de Producción en México. Comisión Nacional de las Zonas Áridas. Coahuila, México. 181 p.
- Felker P. 1995. Forage and fodder production and utilization. En, *Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear*. G Barbera, P Inglese, E Pimienta-Barrios (Eds). FAO Plant Production and Protection Paper 132. pp: 144-154.
- Ferrando C, Berone G, Namur P, Bazan O. 2003. Efecto de la suplementación con tuna sobre la ganancia de peso de vaquillonas pastoreando buffel grass diferido. [http://www.inta.gov.ar/larioja/info/documentos/ganaderia/bovinos/Art\\_bov3.htm](http://www.inta.gov.ar/larioja/info/documentos/ganaderia/bovinos/Art_bov3.htm)
- Flores E. 1999. La planta. Estructura y función. Volumen I y II. Libro Universitario Regional (LUR). Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 861 p.
- Flores C, Aguirre J. 1989. El Nopal como Forraje. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 80 p.
- Flores C, De Luna J, Ramírez P. 1995. Mercado Mundial de la Tuna, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 200 p.
- Flores V, Aranda O. 1997. *Opuntia*-based ruminant feeding systems in México. *J. Prof Assoc Cactus Dev* 2: 3-8.
- Flores V, Gallegos V. 1993. Situación y perspectivas de la producción de tuna en la región Centro-Norte de México. CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 180 p.
- Fuentes R. 1991. A survey of the feeding practices, costs and production of dairy and beef cattle in northern México. En, Proc. 2nd Annual Texas Prickly Pear Council. Kingsville, TX.
- Fuentes R. 1992. Feeding cactus pear to dairy cattle in northern México. Third Annual Texas Prickly Pear Council. Kingsville, Texas.
- Gonzalez C. 1989. Potential of fertilization to improve nutritive value of prickly pear cactus (*Opuntia lindheimeri* Engelm.). *J Arid Environ* 16: 87- 94.

- Gonzalez 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.
- González R, Morales T, Olivares E, Aranda J, Gallegos C. 2001. Conservación de una variedad de tuna (Burrón) bajo diferentes manejos poscosecha. *Ciencia UANL* IV (3): 322-329.
- Granados D, Castañeda A. 1997. El Nopal. Historia, Fisiología, Genética e Importancia Frutícola. Editorial Trillas, S. A. de C. V. México, D. F. 227 p.
- Griffiths D. 1905. The prickly pear and other cacti as food for stock. *USDA Bureau of Plant Industries Bull* 74. 48 p.
- Guevara J, Martínez E, Juárez M, Berra M. 1997. Reclamación de áreas degradadas del Piedemonte de Mendoza, Argentina, mediante la plantación de *Opuntia ficus-indica* F. Inermis. *Multequina* 6: 1-8.
- Hanscom Z, Ting I. 1978. Responses of succulents to plant water stress. *Plant Physiol* 61: 327-330.
- Hoyos J. 1994. Frutales en Venezuela. 2° ed. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. Caracas, Venezuela. 376 p.
- Lima M. de A, França M, Dias F. 1985. Empleo da associação palma forrageira e silagem de sorgo na alimentação de vacas holandesas em lactação. En, *Anais 22ª Reunião Soc Bras Zoot.* p. 133.
- Lindorf H, de Parisca L, Rodríguez P. 1991. Botánica. Clasificación, estructura y reproducción. Ediciones de la Biblioteca de la Universidad Central de Venezuela. Colección Ciencias Biológicas. Caracas, Venezuela. 584 p.
- Medina M, Tirado G, Mejía I, Camarillo I, Cruz-Vázquez C. 2006. Digestibilidad *in situ* de dietas con harina de nopal deshidratado conteniendo un preparado de enzimas fibrolíticas exógenas. *Pesq. Agropec. Bras* 41(7): 1173-1177.
- Melgarejo P. 2000. Tratado de Fruticultura para Zonas Áridas y Semiáridas. Volumen I. El medio ecológico, la Higuera, el Alcaparro y el Nopal. Madrid Vicente Ediciones y Mundi-Prensa. Madrid, España. 382 p.
- Murria G. 1997. El Poder Curativo del Nopal. Selector S. A. de C. V. México, D. F. 160 p.
- Nobel P. 1995. Environmental biology. En, *Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear.* G Barbera, P Inglese, E. Pimienta-Barrios (Eds). *FAO Plant Production and Protection Paper* 132. pp: 36-48.
- Osmond C. 1975. Crassulacean acid metabolism: a curiosity in context. *Ann Rev Plant Physiol* 29: 379-414.
- Pareek O, Singh R, Nath V, Vashishta B. 2001. The Prickly Pear: *Opuntia ficus-indica*. Agrobios. Jodhpur, India. 76 p.
- Pérez M. 2000. <http://www.laneta.apc.org/emis/jornada/2000/enero/nopales.htm> [consulta: 05 de Junio del 2006].
- Reynel C, León J. 1990. Árboles y arbustos andinos para agroforestería y conservación de suelos. Tomo I y II. Proyecto FAO/Holanda/DGFF. Lima, Perú. 600 p.
- Reynolds S, Arias E. 2003. Opuntia como forraje. *En: El Nopal (Opuntia spp.) como forraje.* Libro FAO. N° 169.
- Salisbury F, Ross C. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica, S. A de C. V. México, D. F. 759 p.
- Santana O, Estirna A, Farias I. 1972. Palma versus silagem na alimentação de vacas leiteiras. *Rev Soc Bras Zoot* 1(1): 31- 40.

Santos M, Lira M, Farias I. 1990. Estudio do comportamento das cultivares de palma forrageira gigante, redonda (*Opuntia ficus-indica*) e miúda (*Nopalea cochenillifera*) na produção de leite. Rev Soc Bras Zoot 19(6): 504-511.

Soltero R. 1999. La conservación de las cactáceas amenazadas. Guanabios 1(11): 43-47.

Suárez C. 1979. Expansión de la frontera agrícola en las regiones áridas y semiáridas de América Latina. En: Simp Intern Integ Rec Valoriz Risorce Biol Zone Aride e Semi-Aride America Latina. Roma, Italia. pp: 65-89.

Villalobos V, Mejía J, Escobar H. 1990. Micropropagación de *Opuntias* y *Agaves*. En: Roca, W. y L. Mroginski. 1991 (Eds). Cultivo de tejidos en la Agricultura, Fundamentos y Aplicación. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, Cali, Colombia. 969 p.