

## **PRODUCCIÓN DE NOPAL FORRAJERO DE DIFERENTES VARIEDADES Y DENSIDADES DE PLANTACIÓN**

Miguel A. Flores-Ortiz y Manuel Reveles-Hernández

Campo Experimental Zacatecas-INIFAP, Km 24.5 carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zacatecas C.P. 98500, Apartado Postal No. 18, Calera, Zacatecas. MÉXICO. Tel. (478) 985-0198 Correo-e: flores.miguel@inifap.gob.mx

### **Introducción**

La mayor parte del territorio mexicano, 66.2 % (130,041,625 ha), está clasificado como árido y semiárido (Medina *et.al.* 2004, INIGI, 2005), y estas condiciones se ubican principalmente en el norte y centro del país en los estados de Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas (Figura 1) en los que 50 % o más (97.5 % en el caso de Baja California Sur) de su territorio se clasifica como tal.

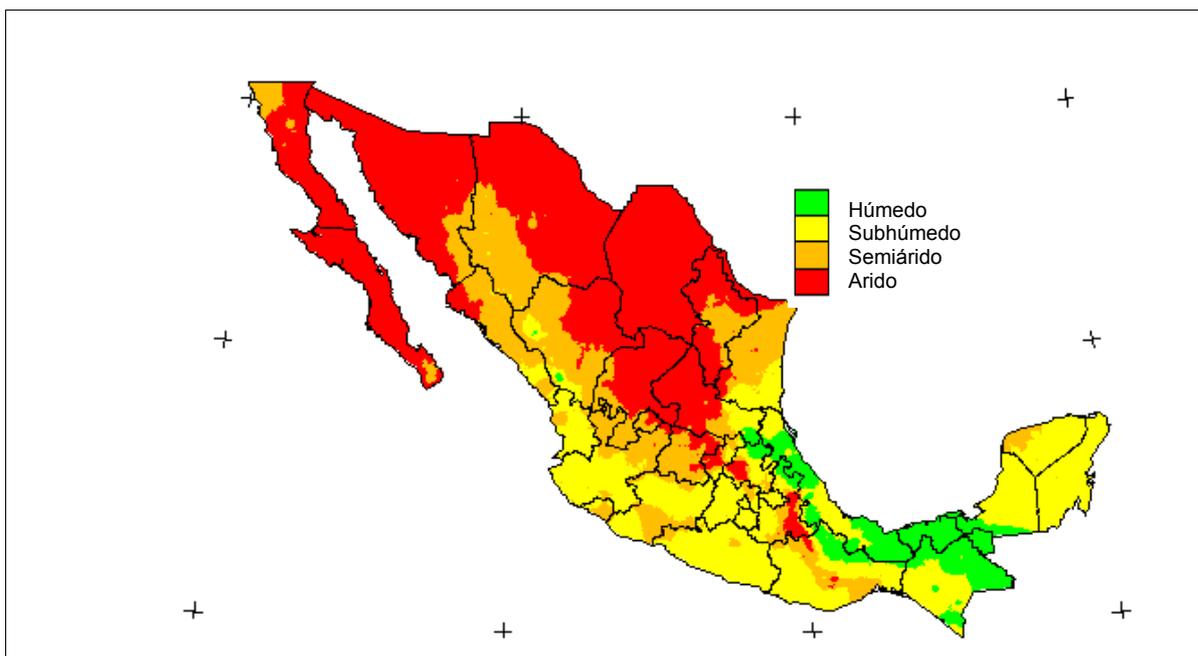
La región árida y semiárida está dominada por pastizales que son utilizados para la producción ganadera (bovino, caprino y ovino) mediante sistemas extensivos que se basan en el forraje que produce la vegetación nativa para satisfacer las necesidades nutricionales de los animales. Sin embargo, una característica de estos pastizales es que reciben baja precipitación con alta variabilidad en cantidad y distribución entre años (concentrada de julio a septiembre) y sus suelos son de baja fertilidad, lo que se traduce en una baja producción de forraje. Aunado a esto, en la mayoría de los casos, los pastizales se utilizan con un número de animales superior a la capacidad de carga del pastizal; como resultado, se tiene que todos los años se presenten épocas en que la disponibilidad de forraje en el pastizal no es suficiente para que los animales cubran requerimientos nutricionales ni la cantidad de forraje que necesitan.

Cuando se presentan las épocas de escasez de forraje en el pastizal, los productores utilizan forrajes cultivados para mantener la productividad del sistema de producción. En las zonas áridas y semiáridas las opciones para producir forraje son limitadas por la baja disponibilidad de humedad para los cultivos y la baja fertilidad del suelo. En estas condiciones el nopal cobra valor como forraje por su capacidad de establecerse, reproducirse y producir forraje satisfactoriamente en condiciones de

**198**

VIII Simposium-Taller Nacional y 1<sup>er</sup> Internacional "Producción y Aprovechamiento del Nopal"

baja precipitación y baja fertilidad del suelo, y así suministrar alimento a los animales para su supervivencia (de la Rosa y Santana, 1998; Flores y Aranda, 1997a). Esta especie ha sido utilizada como forraje para el ganado casi desde que este arribó a México (Anaya, 2001).



**Figura 1.** Ubicación de las zonas áridas y semiáridas de México (Medina *et al.*, 1998).

**Características del Nopal como Planta forrajera**

En las zonas áridas y semiáridas se han utilizado plantas nativas manejadas agronómicamente para producir forraje, de ellas el nopal el más ampliamente usado por las características que posee y entre las cuales destacan:

1. **Es altamente eficiente en el uso del agua.** El nopal se adapta a condiciones de precipitación de 200 a 1800 mm; sin embargo, cuando la precipitación es muy alta se presentan problemas de enfermedades fungosas y pudriciones bacterianas (De la Rosa y Santana, 1998), el rango de precipitación donde mejor se comporta el nopal es de 200 a 850 mm (López *et al* 2001; Martínez y Lara, 2003) y la precipitación óptima esta alrededor de los 400 mm (Velásquez, citado por Granados y Castañeda, 1996). Es más eficiente en el uso de agua que los cultivos forrajeros tradicionales, es de tres a cuatro veces

VIII Simposium-Taller Nacional y 1<sup>er</sup> Internacional "Producción y Aprovechamiento del Nopal"

más eficiente que especies C<sub>4</sub> como el maíz y sorgo y hasta cinco veces más que las C<sub>3</sub> como la alfalfa o trigo (Nobel 2001); De Kock (2001) consigna que el nopal utiliza 267 litros de agua/kg de materia seca comparados con 500, 666 y 1000 litros que usan la cebada, el sorgo y la alfalfa respectivamente.

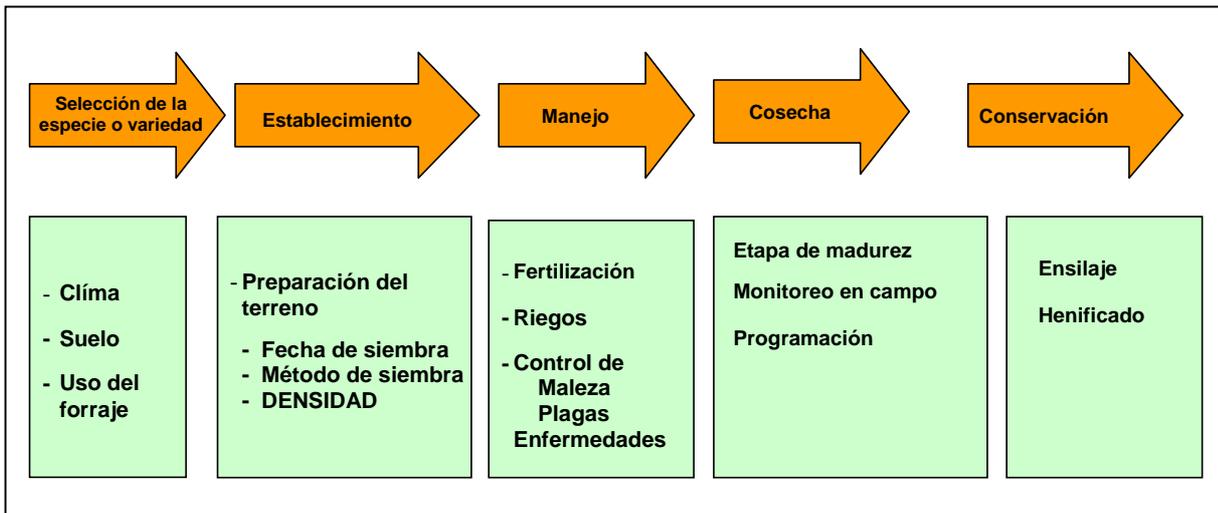
2. **Cuenta con una amplia diversidad genética.** La amplia base genética de la especie se adapte en gran parte del país. México cuenta con 104 especies reportadas, de ellas 60% se encuentran ampliamente distribuidas en la zona árida y semiárida de México (López *et al.*, 2001).
3. **Tiene un amplio rango de adaptación a las condiciones de clima y suelo.** El nopal se encuentra en un amplio rango de altitud, se le encuentra desde el nivel de mar hasta 2675 msnm y su óptimo esta entre 800 y 2500 msnm (Borrego y Burgos, 1986). El rango de temperatura para el crecimiento del nopal es de 6 a 36 °C y la temperatura óptima es de 15 a 16 °C. Su tolerancia a heladas varia con la especie y variedad, Valdez *et al.* (2001), reportan que a temperaturas de -11 °C, el nopal duraznillo (*Opuntia leucotricha*) y tapón aguanoso (*Opuntia robusta*) no presentaron mortalidad de cladodios, en tanto que las variedades de COPENA (*Opuntia ficus-indicus*) fueron muy sensibles, presentando daños de entre 80 y 100 % de cladodios muertos. Se adapta a una amplia variedad de texturas y profundidades de suelo, aunque prospera mejor en suelos calcáreos profundos con buen drenaje de textura arenosa a franca y sin problemas de salinidad y con un pH entre 6.8 a 8.2 con un óptimo de 7.5 (FAO, 2009)
4. **Es un forraje de alta productividad.** El rendimiento potencial del nopal es de 39 a 55 ton/ha de forraje seco en el quinto año de establecida la nopalera; en sistemas intensivos de cultivo bajo irrigación el rendimiento puede llegar hasta más de 100 ton/ha (López *et al.* 2002; Martínez y Lara, 2003).
5. **Calidad del forraje.** La calidad del forraje difiere entre las especies, pero en promedio se puede indicar que el contenido de materia orgánica es 84 %, la

digestibilidad de la materia orgánica 78.9 %, la proteína cruda va de 4.1 % a 14 %, la fibra detergente neutro 23.8 %, la fibra detergente ácido 14.7 % y el contenido de materia seca 9.1 % (Guevara *et al.*, 2004, Fuentes, 2003).

### Selección de la Especie y Variedad

La producción de forraje, sea de nopal o cualquier otra especie, es un sistema en el que se conjuga una serie de procesos para lograr el objetivo deseado que es la máxima producción de materia seca con la máxima calidad nutritiva.

La Figura 2, muestra los procesos a realizar para producir y conservar un forraje, en ella se observa que el éxito de la producción de forraje, en este caso de nopal, inicia con la selección adecuada de la especie y variedad, la cual debe ser apta para las condiciones de suelo, clima y manejo de la explotación y satisfacer las necesidades del ganado de acuerdo con los objetivos del productor.



**Figura 2.** Procesos que participan en el sistema de producción de forrajes.

En la selección de la variedad se deben tomar varios aspectos El primero de ellos es el lugar en el que se establecerá, es decir si es en agostadero o en tierras marginales, esto es, terrenos que son de baja capacidad productiva por condiciones de suelo y baja precipitación, o en terrenos agrícolas con condiciones de suelo y humedad mas favorables.

VIII Symposium-Taller Nacional y 1<sup>er</sup> Internacional "Producción y Aprovechamiento del Nopal"

Las características generales que debe tener un nopal forrajero, de acuerdo con de la Rosa y Santana (198) son: precocidad para iniciar el crecimiento; gran desarrollo vegetativo para obtener una alta producción de forraje; ausencia de espinas, alta calidad nutritiva; buena palatabilidad y resistencia a plagas y enfermedades.

### **Plantaciones en Terrenos de Agostadero o Tierras Marginales**

#### **Variedades**

Si la plantación de la nopalera se va a establecer en tierras marginales o en agostadero es más recomendable usar especies y variedades silvestres con espinas porque estas tienen mayor rusticidad y la presencia de espinas en sus cladodios sirven de defensa contra el consumo no deseado por parte de animales silvestres (roedores y lagomorfos) y domésticos, los cuales en ocasiones pueden dañar severamente la plantación (López *et al.*, 2002). Estas especies, además de su aclimatación a condiciones poco favorables de clima y suelo, son precoces, presentan gran desarrollo vegetativo que se traduce en mas forraje, tienen buen resistencia a plagas y enfermedades y su valor nutritivo es alto (Arechiga *et al.*, 2007).

Para condiciones de agostadero o tierras marginales las especies que se recomiendan son: cardón (*O. streptacantha*), duraznillo (*O. leucotricha*), tapón (*O. robusta*), cuijo (*O. cantabrigiensis*), rastrero (*O. rastrea*), cacanapo (*O. lindheimeri*), rastrero (*O. engelmannis*), cegador (*O. microdasys*), coyotillo (*O. azurea*) y *O. phaeacanta* (López *et al.*, 1996; Flores y Aranda, 1997ab; Luna y Urrutia, 2008).

La calidad del forraje que producen las especies silvestres es comparable a la de las especies cultivadas. En general el nopal se considera como forraje de emergencia o de mantenimiento porque su calidad, particularmente el contenido de proteína cruda, no es tan alta como la de otros forrajes. El Cuadro 1 muestra una compilación realizada por Vázquez *et al.* (2007) sobre el análisis bromatológico de cuatro especies silvestre usadas con fines forrajeros y comparadas con una variedad de *Opuntia ficus-indica*, en el se aprecia que el rango de proteína de las especies

**202**

VIII Simposium-Taller Nacional y 1<sup>er</sup> Internacional "Producción y Aprovechamiento del Nopal"

silvestres usadas como forraje fluctúa de 2.78 % en *Opuntia rastrera* hasta 4.79 % en *Opuntia cantabrigensis* y que la calidad es similar a la del *O. ficus-indica*. Estos valores concuerdan con los compilados por Fuentes (1997). De acuerdo a los valores de proteína y energía del nopal, para mantener la productividad de los animales es necesario utilizarlo como un componente dentro de la ración de los animales no como forraje único (Gutiérrez, 2007).

**Cuadro 1.** Análisis bromatológico de especies silvestres de nopal.

	<i>Opuntia rastrera</i>	<i>Opuntia cantabrigensis</i>	<i>Opuntia lindheimeri</i>	<i>Opuntia robusta</i>	<i>Opuntia ficus-indica</i>
Materia seca	14.41	11.86	11.57	10.38	11.29
Proteína cruda	2.78	4.79	4.15	4.43	3.81
Extracto Etéreo	0.76	1.09	1.03	1.73	1.38
Fibra cruda	6.18	3.71	3.02	17.63	7.62
Cenizas	40.11	31.54	25.50	18.59	13.07
ELN	43.32	58.87	66.25	57.61	74.13

Fuente: Vázquez *et al.* (2007).

### Densidad de Plantación

Las recomendaciones de la densidad de plantas ha<sup>-1</sup> para condiciones de agostadero y suelos marginales varían de 2,500 a 5,000, por ejemplo, Luna y Urrutia (2008) recomiendan que se planten 3,333 plantas ha<sup>-1</sup> en un sistema de plantación de 1 m entre plantas y 3 m entre hileras de plantas. López *et al.* (2002) utilizando una densidad de 2,500 plantas ha<sup>-1</sup>, plantadas a 2 m entre plantas y 2 m de separación entre hileras, reportó una producción de forraje seco de 39 t ha<sup>-1</sup> de forraje seco en el sexto año de establecida la nopalera, dependiendo del método de plantación de la penca tal como se aprecia en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Rendimiento de forraje seco de nopal rastrero (*Opuntia rastrera*) con diferentes métodos de plantación.

Tratamiento	t ha <sup>-1</sup>
Dos pencas plantas verticalmente con exposición norte-sur	39.3
Dos pencas plantas verticalmente con exposición este-oeste	23.5
Una pencas plantas verticalmente con exposición norte-sur	19.4
Dos pencas plantas horizontalmente con exposición norte-sur	18.7
Dos pencas plantas horizontalmente con exposición este-oeste	10.9

VIII Symposium-Taller Nacional y 1<sup>er</sup> Internacional "Producción y Aprovechamiento del Nopal"

Los reportes sobre densidad de población concuerdan que al aumentar la densidad de siembra aumenta el rendimiento de forraje, Alagoas (1951) citado por de la Rosa y Santana (1998) asentó que al aumentar la densidad de nopal de 2,500 a 3,333 y 5,000 plantas ha<sup>-1</sup> el rendimiento de forraje verde a los tres años fue de 150, 200 y 300 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

### Plantaciones en Terrenos Agrícolas

#### Variedades

Para establecer nopaleras en terrenos agrícolas con mejores condiciones de suelo y humedad y con un manejo agronómico mas intensivo, se recomienda usar variedades sin espinas por: ser más productivas (Luna y Urrutia, 2008); tienen una alta tasa de rebrote; son mas palatables y mas digestibles, lo que se traduce en mayor aceptación y consumo por el animal; y su manejo y utilización es más fácil por no poseer espinas. Por otra parte, las desventajas que tienen en relación a las especies silvestre es que son mas susceptibles a daños por roedores y lagomorfos y tienen menos resistencia a las heladas (Aréchiga *et al.*, 2008).

Actualmente existe un amplio número de variedades de nopal forrajero sin espina, las cuales por lo general pertenecen a la especie *Opuntia ficus-indica* (Reveles, 2008). De las variedades disponibles, Mondragón *et al.* (2001) indican que las mas apropiadas para producir forraje en condiciones cultivadas intensivas son la Pabellón y COPENA F-1, Bajo condiciones de temporal estas variedades producen 75 y 118 t ha<sup>-1</sup> de forraje verde, respectivamente. La variedad COPENA F-1 es la única reconocida como una variedad mejorada para producción de forraje y se ha observado que su palatabilidad es mayor que la de otras variedades (Borrego y Burgos, 1986; de la Rosa y Santana, 1998). Otras variedades que se recomiendan para establecer nopaleras con manejo intensivo son COPENA V-1, Milapa Alta, Atlixco (Luna y Urrutia, 2008). El Cuadro 3 muestra el rendimiento experimental de forraje seco obtenido por Flores en la cosecha del 2009 (datos sin publicar) en 16 variedades de nopal sin espinas sembradas en Calera, Zacatecas, el rango de producción obtenido varió de 56.6 a 16.9 ton/ha. De estas variedades la Chicomostoc, esta disponible comercialmente ya que en Zacatecas hay plantaciones

VIII Simposium-Taller Nacional y 1<sup>er</sup> Internacional "Producción y Aprovechamiento del Nopal"

de esta variedad. Cabe resaltar que la PAB 3 tuvo un alto rendimiento de forraje, y estas variedades Pabellón son las que Mondragón *et al.* (2001) citan como de las más adecuadas para las plantaciones intensivas.

Otro factor a considerar en la selección de la variedad es la ocurrencia de heladas en el área de la plantación ya que existe diferencia entre especies y variedades de nopal con respecto a su tolerancia a frío, esto es especialmente crítico en lugares donde las heladas son frecuentes. Valdez *et al.* (2001) reportan que las variedades liso forrajero y Pabellón muestran más tolerancia a las bajas temperaturas que la COPENA F-1 y COPENA V-1, al estar sujetas a heladas de -11 °C las primeras dos variedades mostraron entre 40 y 45 % de cladodios muertos, mientras que en las segundas dos el daño ascendió a 90-95 %.

**Cuadro 3.** Producción de forraje seco de 16 variedades de nopal sin espina evaluadas en Calera, Zacatecas, ciclo 2009.

Variedad	Forraje seco (t ha <sup>-1</sup> )	Variedad	Forraje seco (t ha <sup>-1</sup> )
T	56.62	FC	39.99
Aguascalientes	47.63	Italiano Morado	38.22
3P	46.49	VI	37.39
TC	45.08	Verdura	36.63
CE2	43.39	PAB 2	27.91
Chicomostoc	43.28	Esmeralda	23.21
PAB 3	43.26	R2	17.58
PT	40.39	Verdura Calera	16.90

**Fuente:** Flores O., M.A. 2009 (Datos sin publicar).

Respecto a la calidad de las variedades sin espinas utilizadas para forraje. Delgado y Delgado (1997) reportan contenidos de proteína cruda y fibra cruda mayores que las reportadas en las variedades silvestres por Vázquez *et al.* (2007) y menores contenidos de ceniza (Cuadro 4). Sin embargo, Gutiérrez (2008) indica lo contrario, que las variedades criollas tienen mayor contenido de proteína cruda que las variedades mejoradas, pero al chamuscar las criollas para usarlas disminuye la cantidad de este nutriente en el forraje (Cuadro 5). Esta discrepancia en los resultados es debido a que la calidad nutricional del nopal varía ampliamente entre especies, variedades, etapa de madurez de la penca y factores de fertilidad del suelo.

VIII Simposium-Taller Nacional y 1<sup>er</sup> Internacional "Producción y Aprovechamiento del Nopal"**Cuadro 4.** Análisis bromatológico de especies de nopal (*O. ficus-indica*) sin espinas.

	Italiana	Conafrut	Chicomostoc	Esmeralda	San Lorenzo
Materia seca	9.25	10.0	11.0	10.4	8.7
Proteína cruda	6.86	6.86	8.79	9.65	8.83
Extracto Etéreo	1.25	1.07	1.58	1.10	1.62
Fibra cruda	9.57	10.02	9.60	11.54	10.25
Cenizas	22.69	14.40	18.97	18.64	17.22

Por su calidad nutritiva, el nopal debe combinarse con otros forrajes, de otra forma el consumo por el animal no será suficiente para satisfacer sus necesidades nutricionales del animal (Gutiérrez, 2008).

**Densidad de plantación**

En las plantaciones de nopal en terrenos agrícolas con mejores condiciones de suelo y humedad disponible se utilizan densidades más altas, porque esto aumenta el rendimiento de forraje seco (Farias *et al.*, 2000; Santos *et al.*, 2006), por ejemplo, Santos *et al.* (2006) al aumentar la densidad de 5,000 a 45,000 plantas ha<sup>-1</sup> el rendimiento de forraje aumento en 45 %. Barrientos (1972) citado por de la Rosa (1998) al incrementar la densidad de plantación de 5,000 a 80,000 plantas ha<sup>-1</sup> de la variedad COPENA F-1, el rendimiento de forraje se incrementó de 27.4 a 64.8 t ha<sup>-1</sup> con 5,000 y 80,000 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Cuadro 5.** Contenido de proteína cruda (%) de variedades criollas y mejoradas de nopal forrajero en diferente edad de la penca

Variedad	Estado de madurez de la penca	
	Tierna	Madura
Mina	5.7	4.4
Criollo	6.3	4.4
Criollo chamuscado	5.0	3.0
Liso forrajero	4.3	4.2
Copena F-1	4.7	3.3
Pabellón	4.0	3.9

En Zacatecas, Flores (2009, datos sin publicar) reportan el efecto de la densidad de plantación bajo condiciones de temporal en la producción de forraje de nopal sin espinas de tipo COPENA distanciando las plantas de 0.20 hasta 0.80 m y una separación constante entre surcos de 0.76 m. El rendimiento de forraje seco varió de

**206**

VIII Simposium-Taller Nacional y 1<sup>er</sup> Internacional "Producción y Aprovechamiento del Nopal"

30.5 a 40.6 t ha<sup>-1</sup>, la densidad mas productiva fue la de 60 cm entre plantas y la menos la de 80 cm (Cuadro 6), respuesta similar a la obtenida por Santos *et al.* (2006), Farias *et al* (2001) y Barrientos (1972, citado por de la Rosa y Santana, 1998) que indican que al aumentar la densidad de plantas la producción de materia seca es mayor. El rendimiento por planta fue mayor cuando las plantas están más distanciadas, pero el mayor número de plantas en la densidad de 20 cm tiene como efecto que esta densidad produzca más forraje por unidad de superficie.

En el año de establecimiento, la densidad de plantas no afectó el desarrollo morfológico del primer nivel de pencas de las plantas, el número de pencas brotadas de la penca madre para formar el primer nivel fluctuó de 2.6 a 2.8, y no se detectó diferencia entre tratamientos y el tamaño de penca fue similar. Respecto a la formación del segundo nivel, se vio afectado por la densidad, al aumentar la densidad de población el porcentaje de plantas con rebrotes en el primer banco disminuyó, de 84.7 % con la distancia entre plantas de 0.8 m a 49 % con la de 0.2 m, pero el número de pencas por planta del segundo banco fue similar. En el tercer año, la densidad si afectó la morfología de la planta, al incrementar la densidad el número total de pencas planta<sup>-1</sup> y el tamaño de las pencas disminuyó significativamente. El tamaño de las pencas del segundo nivel no fue afectado significativamente por la densidad de plantación, pero si el del tercer nivel, el mayor tamaño se obtuvo con la distancia de 80 cm (Cuadro 7).

**Cuadro 6.** Producción de forraje seco de nopal en diferentes densidades de plantación (distancia entre surcos 0.76 m).

Distancia entre plantas (cm)	Forraje seco (t ha <sup>-1</sup> )	Forraje seco planta <sup>-1</sup> (kg planta <sup>-1</sup> )
60	40.6	16.7
20	38.0	8.9
40	36.5	5.5
80	30.5	18.7

**Fuente:** Flores O., M.A (2009) datos sin publicar.

La densidad y método de plantación recomendados por Mondragón *et al.* (2001) es de plantar el nopal en camas de tres o cuatro surcos a 0.3 m de distancia entre ellos y 0.4 m de distancia entre plantas lo que da una densidad de 23,800 plantas ha<sup>-1</sup> si

VIII Simposium-Taller Nacional y 1<sup>er</sup> Internacional "Producción y Aprovechamiento del Nopal"

se deja un callejón de 3 m entre camas para que transite el remolque para sacar el forraje y de 31,250 plantas/ha si el callejón es de 2 m. Luna y Urrutia (2008), recomiendan un sistema en camas de tres surcos a 0.5 m de distancia entre ellos y 0.5 m de distancia entre plantas, dejando calles si plantar de 3 para sacar el forraje, con este sistema la densidad es de 15,000 plantas ha<sup>-1</sup>.

**Cuadro 7.** Número y tamaño de pencas de plantas de nopal de tres años de edad plantadas a diferentes densidades de población. Calera, Zacatecas.

Variable	Distancia entre plantas (cm)				DMS <sub>0.05</sub>	
	20	40	60	80		
Número total de pencas	10.5	13.5	23.2	23.7	2.41	**
Número de penca en primer nivel	2.7	2.3	3.1	3.0	0.65	ns
Número de pencas en segundo nivel	4.7	6.8	9.8	10.6	1.50	**
Área de pencas de segundo nivel (cm <sup>2</sup> )	322.9	400.9	383.6	337.4	270.78	ns
Tasa de rebrote del segundo nivel	1.74	2.95	3.16	3.53		
Número de pencas del tercer nivel	2.8	4.3	9.3	10.0	4,20	**
Área de pencas de tercer nivel (cm <sup>2</sup> )	283.4	236.7	280.4	355.3	32.91	**
Tasa de rebrote de tercer nivel	0.59	0.63	0.94	0.94		
Número de pencas del cuarto nivel	0.22	0.09	1.02	0.07	0.71	*
Área de pencas de cuarto nivel (cm <sup>2</sup> )	0	23.8	60.0	153.8	239.1	ns

### Literatura citada

- Anaya P, M.A. 2001. History of the use of opuntia as forage in Mexico. In: Mondragón J., C. y S. Pérez G. (Eds.) Cactus (*Opuntia spp.*) as forage FAO Plant Production and Protection Paper 169. Rome, Italy.
- Aréchiga F., C.F., J.I. Aguilera S., R.D. Valdez C., F. Blanco M., J. Urista T., M. Reveles H. y F. Rubio Aguirre. 2007. El Nopal en la producción animal. Ed. Universidad Autónoma de Zacatecas, Cacatecas, Zac, México pp. 15-31.
- Borrego, E., F. y N. Burgos V. 1986. El Nopal, Ed. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuilla. pp.
- De Kock G.C. 2001. The use of opuntia as a fodder source in arid areas of Southern Sudafrica In: Mondragón J., C. y S. Pérez G. (Eds.) Cactus (*Opuntia spp.*) as forage FAO Plant Production and Protection Paper 169. Rome, Italy.
- de la Rosa H., P. y D. Santana A. 1998. El Nopal: usos, manejo agronómico y costos de producción. Ed. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. pp. 129-145.

VIII Symposium-Taller Nacional y 1<sup>er</sup> Internacional "Producción y Aprovechamiento del Nopal"

- Farias, I, M.A, Lira, and dos Santos D.C. 2000. Harvest managing and plant spacing of spineless fodder cactus, under grain sorghum intercropping at the semi-arid region of Pernambuco State, Brazil. *Pesq. agropec. Bras.*, feb. 2000.35 (2): 341-347
- FAO 2009. ECOCROP. *Opuntia ficus-indica* disponible en línea: <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/dataSheet?id=8094> (consultado el 10 de octubre de 2009).
- Flores V. C.A. y G. Aranda O. 1997a. Opuntia-based ruminant feeding Systems in México. *J. PACD*. 2: 3-8.
- Flores V., C A. y G. Aranda O. 1997b. El nopal como forraje en México. En Vázquez A., R., C. Gallegos V., N.E. Treviño H. y Y. Díaz T. (compiladores) Memorias del VII Congreso Nacional y V Congreso Internacional Sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. 15 al 19 de Septiembre, Monterrey, N.L., México. Facultad de Agronomía-UANL y FAO.
- Fuentes R., J.M. 1997. A comparison of nutritional value of opuntia and agave plant for ruminants. *J. PACD*. 2: 20-24.
- Fuentes R., J.M., L. Jiménez C., L. Suárez G., M. E. Torres S., M. Murillo M., López, G. J.J. y B. Ortiz R. 2003. Evaluación nutricional de cuatro especies de nopal (*Opuntia spp*) forrajero. Resultados de Proyectos de Investigación 2003, Dirección de Investigación, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, México. pp. 483-488.
- Granados S., D. y A.D. Castañeda. 1996. El nopal: historia, fisiología, genética e importancia. E. Trillas-UACH. México, D.F. p 227.
- Gutiérrez O., E. 2007. Manejo de Dietas a base de nopal. En: Aréchiga F., C.F., J.I. Aguilera S., R.D. Valdez C., F. Blanco M., J. Urista T., M. Reveles H. y F. Rubio Aguirre. (Eds.). El Nopal en al producción animal Ed. Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, Zac., México. pp. 95-115.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. Anuario estadístico por entidad federativa. Edición 2005. Aguascalientes, Ags. México.
- López, G., J.J., A. Rodríguez G., L. Pérez R. Y J.M. Fuentes R. 1996. Usos del Nopal Forrajero en el norte de México. *J. PACD*. 1: 10.
- López, G., J. J., J. M. Rodríguez F., and A. Rodríguez G. 2001. Production and use of opuntia as forage in northern Mexico In: Mondragón J., C., and Pérez G. (Eds.) Cactus (*Opuntia spp.*) as forage FAO Plant Production and Protection Paper 169. Rome, Italy.

VIII Simposium-Taller Nacional y 1<sup>er</sup> Internacional "Producción y Aprovechamiento del Nopal"

- López, G., J.J., H. García J., M. Ayala O., G. García P. 2002. Establecimiento y producción de nopal forrajero con surcado lister en Ramos Arizpe, Coahuila. En: Resultados de Proyectos de Investigación 2002 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Coahuila. México.
- Luna V., J y J. Urrutia M. 2008. Nopal para forraje en el Altiplano Potosino. Folleto para productores No 49. INIFAP-CIRNE- Campo Experimental San Luis San Luis Potosí, S.L.P. México 31p.
- Martínez B., O.U. y G.J. Lara G. 2003. Potencial productivo de áreas de temporal en el estado de Coahuila una propuesta de conversión productiva. Publicación Especial No.1 Campo Experimental Saltillo-INIFAP, Saltillo, Coahuila. México.
- Medina G., G., J. A. Ruiz Corral y R. A. Martínez Parra. 1998. Los climas de México. Libro Técnico No 1. INIFAP-SAGARPA, México.
- Medina G., G., J. A. Ruiz Corral y A. G. Bravo L. 2004. Definición y clasificación de la sequía. En: Bravo L., A. G.; H. Salinas G. y A. F. Rumayor R. (Eds.). Sequía: Vulnerabilidad, impacto y tecnología para afrontarla en el norte centro de México. Libro Técnico No 4. INIFAP-SAGARPA, México.
- Mondragón J., C., S de J. Méndez G. and G. Olomos O. 2001. Cultivation of opuntia for fodder production: from revegetation to hydroponics. In: Mondragón J., C. and G. Pérez (Eds.) Cactus (*Opuntia spp.*) as forage FAO Plant Production and Protection Paper 169. Rome, Italy.
- Nobel, P.S. 2001. Ecophysiology of *Opuntia Ficus indica*. In: Mondragón J., C., G. Pérez G. (Eds.). Cactus (*Opuntia spp.*) as forage FAO Plant Production and Protection Paper 169. Rome, Italy.
- Santos, M.V.F., Dubeux Jr., J.C.B., Melo, J.N., dos Santos, D.C., Farias, I. and Lira, M.A. 2006. Fertilization and plant population density effects on the productivity of *Opuntia ficus-indica* in northeast Brazil. Acta Hort. 728:189-192 [http://www.actahort.org/books/728/728\\_26.htm](http://www.actahort.org/books/728/728_26.htm)
- Valdez C., R. D., F. Blanco M., C. Gallegos V., G. E. Salinas G., R.E. Vázquez A. 2001. Freezing tolerance of *Opuntia spp.* J.PACD. 4:111-115.
- Vázquez A., R.E, R. D. Valdez C., E. Gutierrez O. y F. Blanco M. 2007. Caracterización e identificación de nopal forrajero en el norte de México. Memorias del VI Simposium Taller Producción y Aprovechamiento del Nopal en el Noreste de México. 7 y 8 de diciembre de 2007, Marín, N.L. México.