

Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"

División de Ciencia Animal



Establecimiento del nopal forrajero *Opuntia rastrera*

WEBER y *Opuntia amyclaea* TENORE, en Ocampo,

Coahuila.

por

NICOLÁS ALONSO VARELA MARTÍNEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el

título de :

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Septiembre de 1998

Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”

División de Ciencia Animal

Establecimiento del nopal forrajero *Opuntia rastrera* WEBER y *Opuntia amyclaea*

TENORE, en Ocampo, Coahuila.

por

NICOLÁS ALONSO VARELA MARTÍNEZ

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito

parcial para obtener el título de:

Ing. Agrónomo Zootecnista

Aprobada

El presidente del Jurado.

Ing. M.C. Juan José López Gonzalez

SINODAL

SINODAL

Ing. M.C. Luis Perez Romero

Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez

SINODAL

Biol. M.C. Andrés Rodríguez Gamez

El coordinador de la División de Ciencia Animal

Dr. Carlos de Luna Villarreal

DEDICATORIA

A mi padre:

Nicolás Varela Hernández

Con respeto y cariño.

A mi madre:

Eva Martínez Ramires.

No tienes que ofrecerme nada

Por que te quiera

Porque aunque cuanto

Espero no esperara

Lo mismo que te quiero

Te quisiera

A mis abuelos:

Pedro Martínez Salomon

Y

Rafahela Ramires

A todos mis hermanos en general.

A mis tías:

Ana María Pinales

Apolonia Martínez

Elvira Martínez

Cecilia Martínez

A mis tíos:

Francisco Martínez

Heliodoro Varela

Tiburcio Martínez

A mis amigos:

Martín Escobedo

Gerardo Contreras

José García

Miguel Pérez

Roman Rodríguez

Jerónimo Vara

Héctor Rodríguez

Jesús Cabrera

José Luis Treviño

A mis maestros:

Roberto de La cruz

Lorenzo Suárez

Roberto Banda

Maurilio Udave

Humberto González

Carlos de Luna

A todas las personas que me brindaron su apoyo desinteresado.

Ricardo Martínez y Familia.

Daniel Torres y Familia

Juan Bustos y Familia

Ignacio González y Familia

A mi hija:

Esta dedicatoria va con especial cariño y ternura para mi hija:

Marisa M. Varela V.

Que ha sabido llenar mi vida de alegría desde el momento que vino a este mundo.

A mi esposa:

Con respeto y cariño a quien me ha ayudado a salir adelante moral y económicamente en mi carrera y que gracias a su apoyo he salido adelante.

Agradezco también a todas aquellas personas que sin hacer mención de su nombre de una u otra forma me dieron ánimos a que continuara mis estudios, ya que de ellos tomé los buenos consejos que un día me dieron sin pensar si yo se los tomaría en cuenta o solo se quedarán en el olvido.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a los profesores:

Ing. Juan José López González; Ing. Luis Pérez Romero y al Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez; y al Ing. Lorenzo Suárez, por su orientación y asesoría durante el desarrollo de este trabajo.

El autor desea, además, agradecer a las siguientes personas:

Al señor Ricardo Martínez Rivera por su apoyo durante la carrera.

A los Ingenieros Ricardo Vasquez A. y Elizabeth Treviño.

Al Biólogo Andrés Rodríguez por su colaboración en este trabajo.

A mis primas Idalia _Martínez y María de Jesús Martínez, por su ayuda en el trabajo de tesis, cuando se revisó la plantación.

Al señor Rodolfo Várela Martínez por su apoyo en toda mi carrera.

A la jovencita Irasema Varela Martínez que a pesar de su corta edad me dio su apoyo.

Al joven Etgar Várela Martínez por su ayuda en la plantación del nopal.

Al joven Juan José López Siller que me dio su apoyo para que este trabajo se diera por terminado.

A las autoridades de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” y al Departamento de Recursos Naturales Renovables, por la oportunidad que me brindó para realizar mi tesis.

INDICE DE CONTENIDO

Página

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

Indice de cuadros

Indice de Figuras

1. INTRODUCCIÓN

*Objetivos

*Hipótesis

2. REVISIÓN DE LITERATURA

*Generalidades

*Taxonomía

*Descripción del *Género Opuntia*

*Descripción del *Género Opuntia rastrera* WEBER

*Descripción de *Opuntia amyclaea* TENORE

*Distribución nopalera en México

*El nopal como recurso forrajero

*Distribución del nopal forrajero en México

*Utilización del nopal forrajero

*Ventajas y desventajas del nopal forrajero

*Formas de propagación del nopal

*Establecimiento

*Adaptación

*Condiciones climáticas y edáficas para el establecimiento del nopal

*Plagas y enfermedades del nopal

*Alimentación de fauna silvestre con nopal

*Bromatología

3. MATERIALES Y MÉTODOS

*Descripción del área de estudio

*Selección del material vegetativo

*Época de plantación

*Material y equipo utilizado

*Metodología de evaluación

4. RESULTADOS

*Plantas Vivas

*Efecto de desecación

*Daños por plagas, roedores y lagomorfos

*Efecto de pudrición

*Efecto de heladas

*Producción de brotes vegetativos

5. CONCLUSIONES

6. RECOMENDACIONES

7. BIOGRAFÍA

8. BIBLIOGRAFIA

INDICE DE CUADROS

Número

Página

1. Análisis de Varianza (Plantas vivas)
2. Análisis de Varianza (Desección)
3. Evaluación de los daños causados por las heladas de diciembre de 1997
4. Análisis de Varianza (Producción de brotes vegetativos)

INDICE DE FIGURAS

Número	Página
1. Localización geográfica del área de estudio	
2. Existencia de plantas vivas	
3. Comparación de plantas (muertas) influenciado por el número de pencas y especie	
4. Número de plantas dañadas por helada.	
5. Efecto de número de pencas y especie de nopal sobre la producción de brotes.	

I. INTRODUCCION

Hablar del nopal es describir parte de la historia y paisajes de nuestro país. Los notables atributos descubiertos en esta planta legados muchos de ellos desde tiempo antes de la conquista ha permitido su explotación tanto en forma silvestre como cultivada (Bravo, 1978). Resultado evidente de la forma indiscriminada de su explotación silvestre, (Beltran, 1964) Y la carencia de información técnica como cultivo; a excepción de ciertas regiones como Milpa Alta, San Martín de las Pirámides en el D.F., Pinos, Zacatecas y otros; generalmente las investigaciones realizadas alrededor de este cultivo se enfocan a aspectos de aprovechamiento, ecología, prácticas agronómicas de especies frutícolas. Descartándose aquellas pendientes a obtener variedades de nopal con características superiores a determinada región (Flores, 1980).

Las probabilidades de utilizar los ecocultivos del nopal (*Opuntia spp.*) en zonas áridas como un recurso forrajero, cada vez son más necesarios pues es una de las pocas plantas que pueden tolerar las fuertes sequías y las temperaturas extremas debido a su rusticidad en este ambiente que permite adaptarse aumentando el éxito de la producción.

En Coahuila donde las condiciones ecológicas y ambientales no han permitido que la productividad, de los recursos naturales renovables satisfagan las necesidades de sus habitantes de las zonas rurales en un nivel óptimo, varias dependencias del gobierno federal han implementado acciones para recuperar la riqueza natural, utilizando para ello la mano de obra rural disponible.

De las especies nativas de uso pecuario que se han fomentado, el nopal forrajero (*Opuntia spp.*) cubre hasta un 84 % del área rehabilitada, no obstante la magnitud e impacto socioeconómico de esta acción no ha sido posible precisar los sistemas de plantación apropiados para cada una de las condiciones ecológicas particulares de los sitios donde se han establecido las plantaciones, de igual manera se desconocen las tendencias de producción, tasa de establecimiento y comportamiento general de las diferentes prácticas de manejo de las plantaciones.

El presente estudio, pretende partir de la información generada, definir las alternativas de manejo, utilización adecuada y en su caso los tratamientos correctivos para asegurar el establecimiento de las plantaciones.

El nopal, al igual que otras especies del desierto Chihuahuense consideradas como los recursos forestales no maderables y de importancia tanto ecológica como económica ha sido uno de los recursos de mayor utilización por parte de los campesinos y pequeños propietarios sin el manejo adecuado de las poblaciones naturales. Por esto al planear el presente estudio se considera su utilidad como base para establecer un plan adecuado de manejo y seguir obteniendo el máximo beneficio económico para los habitantes de estas regiones, que permite incrementar la producción de forraje y al mismo tiempo realizar un aprovechamiento racional de este recurso.

OBJETIVOS:

- * Determinar el método más eficiente y práctico de plantación para el establecimiento del nopal forrajero.
- * Evaluar el establecimiento de cada una de las variedades del nopal forrajero que se van a utilizar.

HIPÓTESIS:

No existe diferencia significativa entre los diferentes métodos de establecimientos de *Opuntia rastrera* VS *Opuntia amyclaea*.

Opuntia rastrera es de mayor éxito de establecimiento que *O. amyclaea* bajo cualquier método.

La densidad de plantación y exposición afectan el establecimiento de las especies de *Opuntia*.

2. REVISIÓN DE LITERATURA:

*** Generalidades***

El nopal es un recurso vegetal de gran importancia económica para los pobladores de la mayor parte del territorio nacional, la explotación de los recursos naturales renovables ha constituido por mucho tiempo la base de la economía de la vida del hombre del campo sobre todo en la región árida del norte de México, y los sistemas de manejo y explotación actuales, que se han desarrollado en forma empírica pasando de generación en generación han sido de carácter destructivo en detrimento de los recursos nativos en algunos casos como en el nopal y la candelilla, la intensa explotación a que han sido sometidos no han permitido una producción potencial permanente. Sin embargo, el mal manejo que se le ha dado a travez del tiempo, ha permitido que un recurso natural considerado antiguamente como sagrado, símbolo de nobleza y riqueza, hoy paradójicamente se le asocie con la miseria, ignorancia y marginación. En nuestro país muchas han sido las instituciones y dependencias que se han abocado al estudio de este recurso, sin embargo consideramos que el estudio y aprovechamiento de este recurso dista mucho de ser el adecuado, principalmente por la falta de planeación a corto, mediano y largo plazo, así como la falta de coordinación del sector gubernamental, técnico y productivo. Actualmente países altamente tecnificados como los Estados Unidos, Alemania, Italia, Japón y otros han desarrollado una amplia gama de productos industrializados a base del nopal.

El nopal es un cultivo importante para los habitantes de las zonas áridas y semiáridas, ya que se le puede usar directamente en la alimentación humana por sus frutos llamados tunas y los tallos tiernos como verduras. En Coahuila el nopal se encuentra prácticamente distribuido en todo el estado. (López y Elizondo, 1988)

*** Taxonomía ***

Los nopales forrajeros corresponden al *Género Opuntia* que es muy numeroso en México en cuanto a especies y a distribución se refiere.

Britton y Rose (citado por Bravo, 1979). dan la siguiente clasificación taxonómica para esta planta.

Reino	Vegetal
División	<i>Angiospermae</i>
Clase	<i>Dicotyledoneae</i>
Orden	<i>Opuntia</i>
Familia	<i>Cactaceae</i> Lindley
Sub-familia	<i>Opuntioideae</i> Schumann
Tribu	<i>Opuntieae</i> (Brill et R)
Género	<i>Opuntia</i> (Tourn) Mill
Subgénero	<i>Opuntia</i>
Especie	spp.

Es importante reconocer la dificultad que se tiene para identificar a nivel de especies estas plantas debido a su amplio polimorfismo que ha originado discrepancia entre los taxonomos en cuanto a las descripciones y términos del conocimiento de la fase evolutiva en que se encuentra el *Género* (Bravo, 1978).

Sin embargo actualmente existe el apoyo de otras áreas de la biología como la genética, fisiología y bioquímica que colaboran para su clasificación correcta apoyando en aspectos de número cromosómico, tipos de venación y electroforósis, que se mantienen constantes y son más confiables que los simples caracteres morfológicos externos. (Acuña, 1989).

*** Descripción del *Género Opuntia* ***

Este *Género* comprende plantas provistas de tronco bien definido y casi siempre ramoso desde la base con ramas extendidas o postradas, raíces por lo general fibrosas; artículos cilíndricos discoides, semejante a raquetas, casi siempre carnosas; las areolas llevan espinas, gloquidas, pelos, flores, y aveces hojas pequeñas, cilíndricas y caducadas, con una o varias espinas en cada areola mas o menos cilíndricas o aplanadas, desnudas o provistas de vainas, gloquidas (ahuates), numerosos; cada areola florifera produce por general una sola flor; los pétalos se encuentran ampliamente extendidos y son de color amarillo verdoso, rojo o púrpura y pueden también tener en todas las tonalidades y combinaciones de estos colores; el fruto es una baya carnosa, mas o menos esférico u ovoide de desnudo o espinoso; semillas aplanadas con testa dura de color claro. El fruto es

comestible, se le llama tuna. El nombre de este *Género* fue tomado de una población de Grecia en donde según el decir de algunos botánicos antiguos crecía una planta semejante a las Cactáceas (Bravo, 1978).

*** Descripción de *Opuntia rastrera* Weber ***

Es una especie de hábitos rastreros y erectos de 40 a 60 cm. de altura, artículos redondos de color verde cenizo los más grandes de 20 cm. de diámetro, espinas blancas y amarillas de 1 a 4 y 3.5 a 4.5 cm. de longitud, gloquidas café amarillas muchas en la base como en el borde color amarillo pálido y fruto moreno pálido (Masías, 1972).

López et al. (1987) menciona que *Opuntia rastrera* se han encontrado formando parte de un matorral subinerme caracterizado por arbustos de hojas pequeñas principalmente, predominando especies de los *Géneros Larrea, Flourensia* y *Fouquieria*.

Por su parte Bravo (1978), señala que también se encuentra formando parte del matorral crasicaule, cubriendo grandes extensiones de los estados de Zacatecas y San Luis Potosí. Asociado con especies de los *Géneros Yucca* y *Acacia*.

Su distribución se reporta en el estado de Coahuila, restringiéndose hacia el sureste del mismo en los municipios de Parras de la Fuente, Gral. Cepeda, Ramos Arizpe, Saltillo, Castaños y Ocampo (López et al; 1987).

En cuanto a su análisis bromatológico Palomo (1962). Menciona que *Opuntia rastrera*; contiene 14.41 % de materia seca; 59.86 % de materia orgánica, 2.78 % de proteína cruda; 0.76 % de grasa cruda; 6.18 % de fibra, 40.11 % de cenizas y 43.23 % de len.

*** Descripción del Género *Opuntia amyclaea* TENORE ***

Arbustiva: Artículos oblongos hasta elípticos, de 30 a 40 cm. de largo, gruesos de color verde oscuro hasta glauco. Hojas de 4 mm de largo, agudas rojas. Areolas pequeñas con 1 o 2 cerdas cortas en su parte inferior. Espinas de 1 a 4, rígidas, casi perpendiculares, divergentes, generalmente de menos de 3 cm, de largo, blancas o de color crema, las más gruesas anguladas. Gloquidas café, caducas. Flores amarillentas. Fruto no muy jugoso.(Bravo, 1978)

Esta planta, según algunos autores tales como Foster (1846), Labournet (1853), etc.; fue llevada a Europa procedente de México, y en el sur de Italia se aclimató y propagó ampliamente. Han sido consideradas como sinónimos; *Opuntia maxima* Miller que se cultiva en diversos lugares de América y *O. Alfajayuca karwinsky*, conocida solamente por el nombre.

Parece que todas estas plantas son formas hortícolas, con mayor o menor cantidad de espinas y frutos de diferentes colores, del gran complejo de *Opuntia megacantha*, cultivándose en México, desde épocas prehispánicas.

*** Distribución nopalera en México***

Marroquin et al, (1964) distribuyen las zonas nopaleras del centro-norte de México en tres regiones principales.

1. Zona nopalera Potosino-Zacatecana

Con extensiones que incluyen territorios de, Aguascalientes, Jalisco, Durango y Guanajuato.

2. Zona nopalera del noreste de México.

Comprende la región norte de la planicie costera nor-oriental, o sea norte de Tamaulipas y norte y oriente de Nuevo León.

3. Zona nopalera difusa.

Es la región más amplia de las tres aunque con notoria menor densidad en individuos por hectárea, se extiende desde las partes calizas de San Luis Potosí, Zacatecas y Nuevo León, hasta Coahuila y partes áridas de Durango y Chihuahua.

De acuerdo a estudios realizados por Marroquin et al. (1964) reporta que la superficie aproximada que ocupan estas especies es de:

ESPECIES	ÁREA OCUPADA (Km ²)	ÁREA EXPLOTADA (Km ²)
Nopales forrajeros	232 984	44 821
Nopal duraznillo	52 750	6 555
Nopal cardón	38 335	18 900
TOTAL	324 069	70 276

Sin embargo, López y Elizondo (1988) consideran que en nuestro país, los nopales se encuentran ampliamente distribuidos, pero por su abundancia, por sus características fisiográficas y por los diferentes tipos de suelo, se reconocen 4 grandes zonas nopaleras que son:

a) Zona Centro Sur

Que comprende los estados de Puebla, México, Querétaro y Oaxaca, caracterizados por sus nopaleras de porte alto y productores de verdura, fruta y forraje en segundo término. Las especies más explotadas actualmente son: *Opuntia ficus-indica* (tuna de castilla), *Opuntia megacantha* (tuna amarilla). Además de *Opuntia tomentosa* que es usada en la propagación de la cochinilla para la extracción de colorantes naturales que en la actualidad tienen mucha demanda.

b) Zona del altiplano.

Que comprende los estados de San Luis Potosí y Zacatecas, y en menor proporción los estados de Durango, Aguascalientes, Guanajuato y Jalisco, presentando plantas de porte arbóreo como *Opuntia streptacantha* (nopal cardon) y *Opuntia leucotricha* (nopal duraznillo) y sus variedades, de porte arbustivo como *Opuntia robusta* (nopal tapón), *Opuntia cantabrigiensis* (nopal cuijo), en menor densidad *Opuntia rastrera* (nopal rastrero).

c) Zona Norte.

Desierto Chihuahuense, la región más extensa donde solo se desarrolla en forma natural el nopal forrajero de porte arbustivo y rastrero como *Opuntia lindheimeri* y sus variedades, *Opuntia phaeacantha* y sus variedades, así como *O. cantabrigiensis* en menor proporción.

d) Zona de la planicie costera del golfo.

Que abarca el noreste de México, el noreste del estado de Coahuila, parte de Nuevo León y Tamaulipas; predominando especies de porte arbustivo con *Opuntia lindheimeri* y sus variedades.

*** El nopal como recurso forrajero en México ***

En nuestro país el nopal forrajero proviene en gran parte de nopaleras naturales y su explotación es más fuerte en los estados del norte del país como son Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y en menor parte en los estados de San Luis Potosí, Zacatecas y Durango; siendo en los periodos de invierno cuando se inicia una intensa cosecha, intensificándose más en años de extrema sequía (Marroquín et al, 1964).

Villarreal (1958) reporta que se han localizado 10 variedades de nopal que reúnen muy buenas condiciones para la utilización en la alimentación del ganado, considerando las siguientes características para su elección; precocidad, desarrollo vegetativo, artículos o cladodios desprovistos de espinas, resistencia a plagas y enfermedades, valor nutritivo y aceptabilidad por el ganado, además el nopal es una excelente fuente de agua en los lugares muy áridos, encontrándose regiones donde se han alimentado borregos merinos durante 400 días únicamente con nopal y sin beber agua (Rossoun, 1961).

Maldonado y Zapien (1977), dicen que uno de los múltiples usos del nopal es cuando sus pencas son utilizadas como forraje en los agostaderos del norte del país, donde en épocas de sequía los pastos y en general las partes utilizables de la vegetación, prácticamente desaparecen, sufriendo los animales hambre y sed. Al proporcionar las pencas de nopal que pueden cortarse y quemarse, constituyen un excelente forraje y una fuente de agua.

***Distribución del nopal forrajero en México ***

De acuerdo a varios autores el nopal forrajero se distribuye:

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DISTRIBUCIÓN EN LA REPÚBLICA MEXICANA	CARACTERÍSTICAS
* Cacanapo	<i>Opuntia lindheimeri</i> con 4 variedades	Planicie costera de Tamps. N. León y Coah. en suelos profundos	Forrajero de primer término
*Cuijo	<i>Opuntia Cantabrigiensis</i>	Muy amplia en la altiplanicie y muy a fin a <i>O. lindeimeri</i>	Por lo gral. forma un tronco corto de escasas ramificaciones muy explotada.
* Rastrero	<i>Opuntia rastrera</i>	Noreste de los estados de Zacatecas, S.L.P, N. León y Coahuila	Es muy apreciado por el ganado ovino y Caprino.
* Espina Amarilla	<i>Opuntia chryssacantha</i>	N. León y Coah.	Forrajero
* Penca Redonda	<i>Opuntia lucens</i>	Nuevo León	Forrajero
* Coyotillo	<i>Opuntia azurea</i>	Nuevo León	Forrajero
* Nopal	<i>Opuntia tenuispina</i>	Nuevo León	Forrajero
* Cardón Edo. de México	<i>Opuntia streptacantha</i> como forraje y como	S.L.P., Zacatecas, Hdgo,	Es muy apreciado tuna roja
* Duraznillo	<i>Opuntia leucotricha</i>	S.L.P., Zacatecas, y Durango principalmente en suelo de origen volcánico.	Es un forraje muy apetecido y se encuentra pastoreado al natural
* Cardenche	<i>Opuntia imbricata</i>	S.L.P., Zacatecas, Durango Coah, y Nuevo León	Forrajero de 1er orden muy usado en S.L.P.
* Cegador	<i>Opuntia microdasys</i>	Noreste de Durango, sur y centro de Coah, y Zacatecas	Presentan 3 variedades con diferente tamaño
* Chivero	<i>Opuntia macrocentra</i>	Durango, Zacatecas, Chihuahua y Coahuila	Cladodios de color morado con espinas largas.

* Castilla

Opuntia miracantha

Cultivo de huerta

Uso múltiple

* Se enlista a continuación las principales especies de nopal forrajero de acuerdo a Palomo (1967), Rojas (1961), Rangel (1981) y Rodríguez (1990).

NOMBRE CIENTÍFICO

NOMBRE COMÚN

Opuntia megacantha

nopal de castilla

Opuntia rastrera

nopal rastrero

Opuntia lindheimeri

nopal cacanapo

Opuntia cantabrigiensis

nopal cuijo

Opuntia streptacantha

nopal cardón

Opuntia leucotricha

nopal duraznillo

Opuntia microdasys

nopal cegador

Utilización del nopal forrajero

La ganadería mexicana esta en constante aumento y consecuentemente la producción pecuaria en zonas áridas del país también; pero en esos lugares los hombres del campo se enfrentan al problema de la escasez de forraje durante un periodo considerable del año.

En México el nopal forrajero proviene en gran parte de las nopaleras naturales. Respecto a lo anterior, Blanco (1957) manifiesta que el nopal puede emplearse no solo como alimento durante la sequía ya que se ha comprobado que puede utilizarse como parte integral de la alimentación del ganado, al que produce efectos benéficos e inmediatos sobre todo al ganado que ha estado sujeto a una dieta prolongada de forrajes secos. La cantidad de nopal que pueden consumir los animales es sorprendente, va de 45 kg. a 90kg. diarios acompañado con otros concentrados, hablando de una vaca lechera en plena producción.

En el noreste de México se considera al nopal como un forraje complementario o de emergencia, especialmente en épocas críticas cuando escasean o son antieconómicos otros forrajes, es por eso que en la producción de leche, el nopal forrajero representa un recurso importante por el gran volumen de consumo en los establos donde los forrajes como la alfalfa son caros por los costos de producción debido a la gran escasez de agua para riego (Martínez, 1968).

Brom (1970) menciona que en algunos lugares de la altiplanicie mexicana como en los estados de Tlaxcala, México, Hidalgo y algunos otros, la utilización del nopal como forraje es notable, empleando para ello especies inermes o en su defecto las variedades

silvestres que aunque tienen gran cantidad de espinas, estas son sometidas a un tratamiento de quema para eliminarla.

Puesto que la explotación de nopal como forraje se ha hecho hasta la actualidad en forma desordenada, las áreas donde crece este recurso se ven degradadas, aumentando su utilización en los periodos de sequía, González y Scheffey (1964) afirman que aún cuando no constituye un alimento ideal para el ganado, por lo menos debido a la succulencia de sus pencas, proporciona agua e hidratos de carbón, y los mantiene vivos por algunos meses mientras se le proporciona alimento apropiado y agua.

Ríos (1954) señala que en los estados de Nuevo León y Tamaulipas es utilizado el nopal como forraje para alimentar el ganado lanar, y se observa que aumenta notablemente la cantidad de lana fina.

Ventajas y desventajas del nopal forrajero

VENTAJAS:

A continuación Hoffmar - Darrow (1964) enlistan las siguientes ventajas.

- * El nopal proporciona agua e hidratos de carbono en las épocas de intensa sequía.
- * Los animales pueden sobrevivir largo tiempo sin otro alimento ni agua que la que proporciona el nopal.
- * El desembolso por heno se reduce si el ganado utiliza el nopal chamuscado en el campo.
- * El nopal puede prevenir la erosión del suelo en pastizales de condición pobre.
- * El nopal ofrece protección a zacates deseables que pueden así sobrevivir y producir semillas en agostaderos de condición sobrepastoreada.
- * La fauna silvestre resulta beneficiada pues pequeños animales como roedores, reptiles, lagomorfos y aves encuentran protección.

Por otra parte, Reyna (1943), Lozano (1958), Griffiths (1905) y Flores (1977) enlistan las siguientes ventajas:

- * La semilla del fruto del nopal (tuna) es utilizada para la engorda de los cerdos.
- * Complementar con nopal la dieta de ovinos mejora el rendimiento de lana de buena calidad.
- * Bovinos de trabajo (Bueyes) alimentados con nopal llegan a tomar agua 2 a 3 veces por semana en verano o una vez en invierno, a la vez que rinden un buen trabajo.

- * Proporcionar nopal en la dieta a ganado lechero mantiene la producción a la vez que incrementa la calidad de esta y reduce los costos en alimentación.
- * Resulta más barato producir leche con nopal como forraje que con alfalfa (posiblemente para la alta producción si sea económico alimentar al ganado con alfalfa)

Desventajas y ventajas.

Por su parte, Hoffman - Darrowl (1964) enlistan las siguientes desventajas y ventajas..

Desventajas:

- * Para llenar los requerimientos de un animal se necesitan grandes cantidades de materia verde.
- * Para que sea consumido necesita de un previo chamusque lo cual limita el consumo por el animal en forma natural.
- * Es necesario complementar el nopal con alimentos proteicos, heno y zacate o forrajes secos.
- * El consumo del nopal espinoso causa heridas internas y externas a ovinos y bovinos.
- * La producción de pasto baja al tener nopal que emplea suelo y nutrientes para producir forraje de menor calidad.
- * Se dificulta el manejo del ganado en áreas nopaleras.
- * Topos, ratas y otros animales que deterioran el pastizal que se encuentra en protección en las nopaleras y dificultan su control.
- * Al proporcionarlo por primera vez al ganado puede ocasionar trastornos digestivos en el animal.

Formas de propagación del nopal

Aunque la reproducción del nopal puede ser sexual y vegetativa, en la actualidad la forma más usada es la vegetativa, ya que tiene la ventaja de alcanzar su objetivo en forma más rápida, dando una descendencia completamente uniforme en la composición de sus características hereditarias sin que pueda originarse una disociación (Villarreal, 1958).

La reproducción sexual en el nopal adquiere importancia dentro del mejoramiento genético para la producción de nuevas variedades, así como la producción de individuos más vigorosos con mayor número de frutos de buena calidad (Conaza-Inif, 1981; Maldonado y Zapien, 1977).

La reproducción vegetativa es la más usada en la propagación comercial, puesto que el desarrollo de las plantas es más rápido, conservando su descendencia las mismas características de la planta madre (Bravo, 1978).

La reproducción asexual en nopal puede realizarse según Borrego y Burgos (1986) de las siguientes formas; por medio de sus pencas o cladodios, fracciones mínimas, cultivo de tejidos e injertos, resaltan que la reproducción por semilla o sexual es poco utilizada en cultivos comerciales, ya que generalmente se restringe para realizar estudios de Mejoramiento Genético.

Establecimiento

El nopal en México esta representado por los subgéneros de *Opuntia* que son *Cylindropuntia* y *plantyopuntia*, el primero tiene forma cilíndrica y la segunda forma aplanada (Bravo, 1937).

En el subgénero *Plantyopuntia* (que pertenece a los verdaderos nopales), su clasificación es muy complicada, debido a ello el gran polimorfismo originado por su hibridación, ya que el cruzamiento puede efectuarse mediante polinización entomófila. La diseminación se realiza con la caída del fruto, produciéndose ésta por la utilización de las semillas por las aves y de esta forma es posible obtenerse variación genética, pudiéndose mantener por medió de multiplicaciones vegetativas de estas especies de plantas (Bravo, 1937; Barrientos 1965).

En estudios que se han realizado en el Campo Experimental Forestal de Zonas Áridas “La Saucedá” Coah., desde 1962, el nopal se ha establecido en plantaciones comerciales y se han efectuado ensayos de reproducción sexual con semillas de diferentes especies y varios ecotipos; considerándose en forma preponderante los nopales con características forrajearas, se ha observado en la mayoría de las siembras en semilleros que existe un porcentaje de germinación satisfactorio, aún cuando no se practicó ningún beneficio a la semilla, pues lo que se pretendía era buscar el costo mínimo en este método de propagación.

Las plantas que se obtuvieron bajo estas condiciones, después de los 9 días se trasladaron a los lotes de desarrollo para proporcionarles el espacio necesario para su óptimo crecimiento. Un año después de estar en almácigos se les trasplantó en su lugar definitivo. Se establecieron diferenciaciones del crecimiento entre las plantas obtenidas por semillas, y las establecidas por el método vegetativo; encontrándose que las reproducidas en forma sexual alcanzaron la mitad de desarrollo que al ser reproducidas por penca (asexual) en el mismo lapso de tiempo, por lo cual el método de reproducción por semilla solo es aconsejable para realizar investigaciones de mejoramiento genético de dicha especie, debido a que en las plántulas se observó una marcada degeneración motivada posiblemente por el polimorfismo que caracteriza el Género *Opuntia*.

En 1962 se probaron diferentes densidades desde 278 a 2500 ind/ha, habiéndose establecido con 2, 3, 4, 5 y 6 más equidistantes entre plantas de *Opuntia*, obteniéndose los mejores resultados para las plantaciones entre los tres y cuatro metros de separación que corresponde a densidades de 625 y 1110 id/ha. La forma de plantación mostró que ambos métodos al ser probados, el que ofreció mejor resultado fue en el que se plantaron los cladodios (pencas) en forma vertical con un 50% del cladodio inferior cubierto de tierra.

Otro método utilizado fue colocar el cladodio en forma horizontal sobre una ligera excavación en forma de poseo sobre el suelo, resultando que por la forma irregular que se le ofrece al cladodio para deshidratarse se le dificulta el contacto íntimo con los diseños de pozos establecidos en el suelo, provocando así el estímulo para que los brotes tiernos sean seriamente dañados.

Por otra parte, en el mismo estudio, se observó que el número ideal de cladodios ha establecerse en una cepa de plantación correspondió a dos, siendo la exposición más favorable en dichas plantaciones, cuando la cara de los cladodios estuvieron orientados de norte a sur, ya que en esta posición se expone menor área a radiación solar (Maldonado y Zapien, 1977).

Trabajos realizados con *Opuntia ficus-indica*, por Villarreal (1958, 1959); Bucio (1963); Barrientos (1965), en Chapingo, Estado de México, encontraron que; los rendimientos de forraje verde son similares al semienterrar cladodios parados; que al depositarlos sobre el suelo; las pencas con mayor exposición al sol; tuvieron menor desarrollo; el nopal responde notablemente al estercolado, y con densidades de 40,000 plantas por hectárea en hileras separadas a un metro, con una mínima separación entre plantas (0.25m) y 2 cortes por año, se puede obtener alrededor de 400 toneladas por ha por año, a partir del tercer semestre de establecida la plantación.

Las plantaciones pueden ser por semilla o por cladodios (pencas), siendo la más recomendable desde el punto de vista económico la plantación por cladodios (reproducción vegetativa), pues el peligro de pudrición es mucho de menor y el porcentaje de plantas enraizadas alcanza hasta un 95 %, siendo la primera fructificación entre los 3 ó 4 años.

Se recomienda la plantación con 2 ó 3 cladodios, seleccionados de las plantas con mejores características. Al obtenerlas se cortan con un cuchillo filoso por la coyuntura de los cladodios y dejándose en una sombra que esté ventilada durante 10 o 15 días, hasta que

cicatrice la herida. Enterrándose posteriormente el cladodio basal hasta la mitad o dos terceras partes de su longitud.

Cuando se dispone de mayor cantidad de cladodios por “brazos” y al ser económicamente factible el transporte se puede plantar de 4 hasta 10 cladodios, obteniéndose de esta manera una buena fructificación a los 2 ó 3 años. (Rojas, 1961).

En la plantación de un ecocultivo de *Opuntia* se recomienda primeramente un barbecho, con un paso de rastra, y al ser necesario trazar curvas a nivel para la plantación con el fin de evitar la erosión y la pérdida de agua en épocas de lluvia. Se recomienda establecer las plantaciones a una distancia de 7 m entre surco y a 2 m entre planta.

La plantación debe efectuarse cuando se aproxime la época de lluvias que es cuando las plantas, que previamente se prepararon estén completamente cicatrizadas mediante la exposición de los cladodios al sol durante 5 días cada lado de la penca. La plantación de un ecocultivo de *Opuntia* requiere utilizar brazos (clones) de 2 ó 3 cladodios (pencas), enterrándose las dos terceras partes del primer cladodio (Lozano, 1958).

Adaptación

La morfología de las plantas lleva consigo, en cierta forma, algunos caracteres que indican las condiciones del medio en que viven. Los caracteres más importantes los han adquirido de antiguas líneas evolutivas y algunas modificaciones a éstos o características “eventuales”, debidas al medio pueden considerarse como tendencias evolutivas más recientes.

Las cactáceas, según el concepto anterior, presentan hábitos y estructuras anatómicas de adaptación altamente especializadas que les imparten una fisonomía particular. Así los cambios metabólicos y estructurales que las cactaceas y otras xerófitas experimentan en relación con la aridez, provocan el tipo de adaptación que en ecología se denomina succulencia; la cual se caracteriza por el exagerado desarrollo de los elementos parenquimatosos. Las plantas que presentan adaptaciones para resistir a la sequía son las llamadas xerófilas, y pueden ser leñosas, suculentas o herbáceas, según se incrementa el desarrollo de los tejidos leñosos de los parenquimas acuíferos (Bravo, 1978).

Dichos cambios resultaron como respuesta a condiciones climáticas muy rigurosas, tal como la sequía de lluvia y elevadas temperaturas que caracterizan al clima cálido seco de las zonas desérticas.

La succulencia es la principal característica morfológica de los nopales y de la mayoría de las Cactáceas, por lo que es considerada como un sello distintivo de la parte aérea (cladodios). Esta característica resulta de la proliferación celular masiva de ciertos tejidos parenquimatosos, asociados a un aumento en el tamaño de las vacuolas y a una

disminución de los espacios intercelulares, es lo que permite a sus órganos acumular grandes cantidades de agua en forma muy rápida durante los breves periodos de humedad (CONAZA, 1981).

Es importante mencionar que la forma de metabolismo adaptado por esta planta es el llamado metabolismo del ácido crasuláceo (CAM), el cual se diferencia en forma particular por que la apertura estomática ocurre predominantemente en la noche, o sea, cuando la concentración de vapor de agua de los espacios aéreos dentro del clorénquima con respecto al aire del ambiente es menor que durante el día. La toma de CO₂ durante la noche es incorporada dentro de ácidos orgánicos de cuatro carbonos que son almacenados en las vacuolas de las células del clorénquima.

*** Condiciones climáticas y edáficas para el establecimiento
del nopal ***

Altura:

Las mejores alturas para el establecimiento de huertos comerciales de nopal en México van de los 1000 a los 2500 msnm. (Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, 1971)

Latitud:

Lozano (1958) menciona que la latitud para el nopal no debe exceder de los 40°.

Temperatura:

La media optima para su cultivo oscila entre los 18° y 26°C o ligeramente mayor, Lozano(1958) Rojas (1961) indican que las heladas con temperaturas muy bajas (-10°) lo afectan sobre todo si el plantío es joven.

Precipitación:

Rojas (1961) afirma que los lugares con nopales tienen una precipitación media anual entre 116 y 1805 mm. y que sin embargo prospera en condiciones de aridez.

Así mismo Blanco (1957) citado por Borrego y Burgos (1986), Especifica que el nopal crece en la mayor parte de los terrenos con tal de que tengan alguna humedad aunque sea profunda.

Vientos:

Borrego y Burgos (1986). Hacen notar que debido a la debilidad del sistema radicular de la planta, le afectan mucho los vientos intensos y fuertes que pueden llegar a tirarla porque la estructura, disposición y rigidez de las pencas, la obligan a recibir directamente la fuerza del viento.

Suelos:

El nopal requiere perfectamente suelos areno-calcareos, poco profundos y pedregosos (Borrego y Burgos, 1986).

Potencial de Hidrógeno:

Lozano (1958) señala que el PH donde el nopal crece es alcalino.

Plagas y enfermedades del nopal

Al igual que él, cualquier otro cultivo, las plagas causan serios daños al nopal, por lo que es necesario el establecimiento de programas adecuados de control, para que el cultivo alcance buen desarrollo y producción.

Sobre este aspecto existe en la actualidad abundante información y son muchos los investigadores que se han interesado en el tema; Coronado(1993), estudio las principales plagas del nopal en Chapingo, México. Lozano(1958), reporta las principales plagas del nopal en el área de San Luis Potosí, Coronado y Morales (1968) hacen una descripción de la mosca del nopal *Dasiops benetti*. Mc Alpine, reporta un *Diptero* de la *Familia Lonchaeidae*, como una nueva plaga en México.

Guevara (1977), realizó un estudio sobre *Cheniladea tabulata* (chinche gris del nopal) y evaluación preliminar de insecticidas para su control; de la misma manera Muñoz (1970), prueba 5 insecticidas sistémicos para el control de *Moneilema spp* (gusano barrenador del nopal) en Buenavista, Saltillo Coahuila.

De acuerdo con los anteriores investigadores, se citan algunas de las plagas que más frecuentemente atacan al nopal:

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Picudo barrenador.	<i>Cactophagus spinolae</i>
Picudo de la espina.	<i>Cylindrocopturus birradiatus</i>
Gusano blanco del nopal	<i>Lanifera ciclades</i>
Gusano cebra	<i>Olycella nephelepsa</i>
Chinche gris	<i>Chelinidae tabulata</i>

Chinche roja	<i>Hesperolabops gelastops</i>
Mosca del nopal	<i>Dasiops bennetti</i>
Trips del nopal	<i>Sericotrips opuntiae</i>
Caracol	<i>Helix aspersa</i> Muller
Nematodos	<i>Heterodera cacti</i>
Gusano de alambre	<i>Melanotus</i> spp.
Gallina ciega	<i>Phyllophaga</i> spp.
Escamas	

* Enfermedades:

Con respecto a las enfermedades que más frecuentemente atacan al nopal, existe muy poca información; sin embargo, entre la literatura encontrada se pueden enumerar las siguientes:

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Pudrición negra	Maerophomina spp.
Gomosis	Dothiorella Ribis
Mancha de Oro	Alternaria sp.ascochitasp.
Producción de la epidermis	Xantomonas
Engrosamiento de cladodios	por virus o micoplasmas
Producción suave	Erwinia Carotovora, E. Aroideae

Alimentación de fauna silvestre con nopal

El nopal ha sido utilizado como forraje por la fauna silvestre en México, desde la aparición del mismo pero fue a raíz de la conquista y colonización del norte de México que fueron introducidos los bovinos, ovinos, caprinos y equinos domésticos, dando lugar a las grandes haciendas ganaderas de la época colonial, independiente y porfirista. El ganado en estas haciendas basaba su alimentación en gramíneas y leguminosas arbustivas del agostadero, pero en las épocas y años de sequía era necesaria la utilización de otros forrajes disponibles como el nopal y el maguey (Starker, 1990).

Con el reparto de las tierras y la creación de ejidos, se incrementaron las poblaciones ganaderas, sin mejorar sustancialmente los sistemas de alimentación y manejo de ganado, resultando en un sobrepastoreo que ha provocado la degradación de la vegetación y la erosión de los suelos.

Actualmente los ranchos ganaderos que cuentan con nopal (porque lo sembraron o porque no se lo acabaron), no han sufrido las enormes pérdidas de ganado que han tenido los ganaderos que no disponen de este recurso.

En esta ponencia se describen los sistemas de producción animal, que utilizan nopal y que basado en la plantación de nopal forrajero frenen la desertificación, evitan la erosión de los suelos y recuperan la vegetación y la fauna silvestre.

Con la introducción del nopal forrajero, se demostró que en condiciones de temporal se puede producir una penca hija por mes, que resiste los siete meses de sequía y al término de un año se hizo evidente la recuperación de los pastos y la vegetación nativa, manteniendo el área de exclusión de pastoreo por el ganado.

En el programa de conservación y recuperación del suelo; se tiene en dos años una recuperación ecológica integral, ya que además de conservar y recuperar el suelo, la vegetación nativa y los pastos también se han recuperado varias hectáreas que han servido de nicho o refugio para la conservación de mamíferos, aves y reptiles. Las plantas forrajeras asociadas al nopal se desarrollan bien.

Bromatología

(Componentes químicos de los cladodios o pencas)

*Contenido de Agua (92.90 %)

El papel del agua, en composición química de los organismos vivos, es evidente e importante, pues forma parte de una gran cantidad de compuestos y participa en muchas de

las reacciones bioquímicas del metabolismo orgánico. En cactáceas tales como el nopal, alcanza valores mayores del 90 % en tallos, pencas y frutos; este es el componente que da a los nopales y a otras plantas el aspecto de succulencia, CODAGEM (1979).

El nopal es un forraje de gran contenido de agua y por lo tanto con pobre contenido de materia seca Flores y Baver (1979), López et al. (1981) reporta el contenido de humedad de los cladodios en sus diferentes etapas de desarrollo, CODAGEM (1979) reporta el % de humedad de diversas plantas utilizadas en la alimentación.

- Sales Minerales:

La composición de las cactaceas es muy variable no tan solo entre las distintas especies, si no que también dentro de una misma, ya que depende, en parte la composición química del suelo y de los complicados fenómenos de la disponibilidad de ellos para la planta relacionados con la acidez, salinidad, conductividad, grado de disociación o ionización, humedad y textura de los suelos. Bravo (1978).

- * Proteínas:

Si bien el contenido proteico del nopal es bajo en comparación con otros forrajes, su abundancia, particularmente en zonas desérticas en la que no se cultiva otra planta y la sencillez para su transformación en un material compacto libre de agua, son consideraciones que se deben tomar en cuenta, sin olvidar las posibilidades que se tienen de

aumentar su valor nutritivo si se mezclan otros concentrados utilizados en la alimentación del ganado. Estreva (1963).

* Carbohidratos:

El almidón constituye la principal reserva nutritiva hidracionada de las plantas superiores, en las cactáceas se le encuentra en algunas raíces, en los tallos, y en algunas semillas bajo la forma de diminutos granos, cuyo aspecto y dimensiones varía según las diversas especies. Bravo (1978)

• Vitaminas:

Estas son compuestos orgánicos necesarios para el metabolismo, normal de los organismos, se ha demostrado que las plantas superiores requieren algunas de las vitaminas solubles en agua tales como la vitamina "C" y complejo "B" que en otras y comprende tiamina (B1), Riboflamina (B2), Niacina, Piridoxina (B6), Acido Pantoténico, Biotina, Inositol, Acido P- Amino Benzoico y Acido Fólico. Bravo. (1978)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de área de estudios:

El municipio de Ocampo se localiza en el norte del estado de Coahuila, en las coordenadas $103^{\circ} 23' 47''$ Longitudinal oeste y $27^{\circ} 18' 50''$ latitud norte a una altura de 1100 metros sobre el nivel del mar con una superficie de 25,430.60 kilómetros cuadrados, limita al norte con los Estados Unidos de América; al norte con los municipios de Acuña y Musquiz; al sur con los de Cuatro Ciénegas y Sierra Mojada, al este con el municipio de San Buena Ventura y al oeste con el municipio de Sierra Mojada, Coahuila y el estado de Chihuahua. Se divide en 84 localidades siendo las principales: Ocampo, El Alicante,

Boquillas del Carmen, Charcos de Figueroa, Las Eutimias, Acebuches, Minas del Plomo, El Oro, el Guaje y Piedritas.

Ocampo, es el municipio mas extenso del país (25,430.60 Kilómetros cuadrados), fué fundado por un grupo de habitantes de Cuatro Ciénegas el 19 de Julio de 1828, con el nombre de Congregación de “Santa Catarina” tomado de una imagen venerada con ese nombre.

Aquellos vecinos trabajaron arduamente para convertir las inhóspitas tierras en ranchos ganaderos que en 1890 lograron su independencia como municipio y a Santa Catarina se le dió el rango de Villa (el 3 de Julio de 1890), siendo bautizada con el nombre oficial de Santa Catarina de Ocampo.

El nombre actual “Ocampo, Coahuila” es en honor del célebre Liberal Mexicano Melchor Ocampo.

Hidrografía:

En el sur esta una fuente muy importante de almacenamiento que es La Laguna de la Leche. Al sureste se encuentra otra fuente de almacenamiento que es La Laguna del Rey. En el oeste La Laguna el Guaje, que es la mas importante del municipio y El Lago de Piedritas, el cual es alimentado por el arroyo El Chapopote.

Orografía:

En el noreste se localizan tres sierras, La del Carmen, San Vicente y La Harina. Al este las de La Encantada, El Pino y Eutimias. Al sureste las sierras El Palomino, El Fuste, El Capulín, San Francisco, El Caballo y al oeste, La Conocida y La Maquina.

Clima.

En su parte noreste y sureste se registran sub tipos de clima muy secos, muy cálidos y cálidos; en la parte norte, este y sureste, sub tipos de climas muy secos y semi cálidos; la temperatura media anual es de los 20° a 22 ° C en la parte este- sur y sureste; la presipitación media anual es del rango entre 100 y 300 mm en la parte norte del municipio, de 300 a 400 mm en la parte sureste y centro, con el régimen de lluvias escasas en los meses de Enero, febrero, marzo, abril y regulares en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre; los vientos predominantes tienen dirección noreste con velocidades de 15 a 25 Km. por hora; la frecuencia anual de las heladas es de 20 a 40 días en la parte sureste y noreste y las granizadas de 0 a 1 día.

Suelo.

Se pueden distinguir seis tipos de suelos en los municipios:

*Xerosol:

Suelo de color claro y pobre en materia orgánica el sub suelo es rico en arcilla y carbonatos con baja susceptibilidad a la erosión.

*Regosol:

No presenta capas distintas, es claro y se parece a la roca que le da origen, suceptibilidad a la erosión es muy variable y depende del terreno en el que se encuentre.

*Litosol:

Suelos sin desarrollo con profundidad menor de 10 cm, tiene características muy variables según el material que lo forma, la suceptibilidad a la erosión dependera de la zona donde se encuentre, pudiendo ser de moderada a alta.

*Rendzina:

Tiene una capa superficial rica en materia orgánica que descansa sobre roca caliza y algun material rico en cal. Es arcilloso y la suceptibilidad a la erosión es moderada.

* Yermosol:

Tiene una capa superficial de color claro y muy pobre en materia orgánica el sub suelo puede ser rico en arcilla y carbonatos. La suceptibilidad a la erosión es baja; salvo en pendientes y en terrenos con características irregulares.

* Vertisol:

Presenta grietas anchas y profundas en la época de sequía, es un suelo muy duro arcilloso, masivo, gris y rojizo, la susceptibilidad a la erosión es baja.

Flora:

La distribución del tipo del tipo de suelo influye en la variedad de la vegetación, principalmente en los tipo desérticos como gobernadora (*Larrea tridentata*), mezquite (*Prosopis sp.*), lechuguilla (*Agave lechuguilla*), albarda (*Fouquieria splendens*), hojasen (*Florensia cernua*), costilla de vaca (*Atriplex canescens*), palma (*Yucca carnerosana*), mariola (*Parthenium incanum*), Guayule (*Parthenium argentatum*), Huizache (*Acacia sp.*)

Fauna:

Existen diferentes tipos de animales en la región que están adaptados a las condiciones naturales que existen tales como el coyote (*Canis latrans*), liebre (*Lepus sp*), Conejo (*Sylvilagus sp*), venado (*Odocoileus sp*), gato montés (*Linx rufus*), tejón (*Nasua narica*), víbora (*Crotalus sp*), oso negro (*Ursus americanus*).

Agricultura:

De los cultivos destacan mas los que se adaptan a las lluvias temporales como son el trigo, maiz, sorgo forrajero y nuez.

Ganadería:

Dentro de la ganadería se cría ganado bovino criollo y de registro para consumo humano y se vende los becerros al destete para exportación. La cría de caprinos es muy importante en esta region asi como en menor proporcion la cría de ovinos y porcinos entre otros, tambien destaca la cría de caballos para las faenas del campo y en menor proporción la cría de burros y mulas.

Industria:

Pequeñas unidades (agroindustrias familiares) dedicadas a la elaboración de quesos, cajeta, dulces de leche, conservas de durazno, chabacano, ciruela y membrillo. Asi como productos alimenticios derivados del cerdo.

Minería:

Existen yacimientos en diferentes lugares del municipio (Hércules, minas del Plomo, Química del Rey, etc.) encontrándose en estas flourita, plata, plomo, cobre, y oro.

Comunicación:

El municipio esta comunicado por la carretera Ocampo-Cuatro Ciénegas y existen camainos de terracería que lo enlazan con sus localidades. Cuenta con servicio de transportación foráneo y aeropuerto. En los que corresponde a los medios de comunicación tiene teléfono, correo, telégrafo, radio, televisión, y radio comunicación.

Datos generales del área de estudios.

El área de estudio se localiza en la cabecera municipal dentro del predio propiedad de la Escuela Secundaria Técnica Agropecuaria No.34. Con las características que a continuación se describen.

1. Temperatura media anual: 17.1 ° C
2. Precipitación total anual media: 270.3 mm.
3. Régimen de lluvias: las lluvias más abundantes se registran en verano con valores fluctuantes es decir, un mes llueve, el siguiente llueve menos, el que sigue llueve mas, el siguiente menos etc.
4. Heladas: son mas intensas y frecuentes en enero. Principian en noviembre, aunque pueden hacerlo desde octubre, para terminar en marzo y en ocasiones puede haberlas hasta abril.
5. Evaporación: en promedio, no es superior a los 200 mm por año. Es mas alta en junio, julio y agosto, con valores entre 200 mm y 300 mm los valores mas bajos se dan en invierno, superiores a 100 mm.
6. Humedad Relativa: el promedio anual es de aproximadamente 60 % durante el año los valores no son muy diferentes, nunca llegan a ser superiores al 90 % (en promedia mensual), y muy poco van mas allá del 80 %.
7. Viento: son muy pocos los datos del viento que se tienen, sin embargo, se observa en ellos que en el año pueden domediar los del sur y presentando fluctuaciones muy variadas.
8. Fotoperiodo medio: Las horas luz que se presenta durante el año se describen a continuación:

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
10.44	11.00	11.73	12.68	10.62	13.72	13.57	12.97	12.16	11.35	10.64	10.29

9. Tipo de clima: BWKw (x')(e'). Clima muy seco, templado, muy extremos, con lluvias escasas todo el año, pero más abundantes en el verano (INEGI 1991).

*** Selección del material vegetativo ***

El material vegetativo que se utilizó para las plantaciones fue de dos especies: *Opuntia rastrera*, planta nativa que los campesinos utilizan como forraje y *Opuntia amyclaea*, planta introducida y seleccionada por ser de los clones más resistentes al frío y por presentar pocas espinas, esta planta fue proporcionada por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Para la plantación se seleccionaron las pencas de 1 año hasta de 3 años de edad, que no presentaran daños físicos, que estaban sanas, esencialmente libres de pudrición negra, mancha café, daños por insectos, malformaciones y otras enfermedades.

Número de pencas:

El material vegetativo seleccionado fue de 1 y 2 pencas que se cortaron 15 días antes de la plantación, durante el periodo de corte y plantación permaneció a la sombra para

evitar daños por deshidratación y lograr una buena cicatrización de las heridas provocadas por el corte, las espinas y el traslado al sitio de plantación..

Orientación de plantación:

Las pencas fueron orientadas con la cara expuesta con dirección norte - sur.

Distancia de plantación:

La plantación se realizó a una distancia de un metro entre planta y planta y a una separación de un metro entre hileras.

Labores de Cultivo:

El nopal es una planta rústica que prospera sin necesidad de realizar un gran número de labores culturales; pero si se quiere llegar a tener éxito económico en las plantaciones comerciales, es necesario efectuar una secuencia de labores culturales que permiten obtener mayor rendimiento por unidad de superficie.

Control de Maleza:

Consiste en la eliminación de todas las plantas que compitan con el nopal de nutrimentos, luminosidad, agua y suelo; esta practica se efectúa con deshierve manual ya sea con un machete o un azadón.

Epoca de plantación

La siembra del nopal se llevó a cabo en el mes de Julio de 1997, obteniendo la formación de una parcela con 168 individuos con una superficie de 168 m².

*** Material y Equipo utilizado ***

Material y equipo utilizado:

2 azadones	2 talaches	1 machete	2 palas
guantes (2 pares)	pinzas	cedal	
estacas	cinta de medir		

Metodología de evaluación

La metodología propuesta se hizo con la finalidad de evaluar las condiciones de plantación en el transcurso de 8 meses formando dos parcelas de las cuales *son Opuntia rastrera* (Op ra) y *Opuntia amyclaea* (Op am) cada una con 42 plantas de una y dos pencas con un sistema de plantación (plantadas con microcuenca), quedando distribuídas las plantas de la siguiente manera:

42 plantas de una penca plantadas

42 plantas de dos pencas plantadas

42 plantas de una penca plantadas

42 plantas de dos pencas plantadas

Los criterios de estimación que se tomaron en cuenta para evaluar el establecimiento fueron los siguientes:

- Desecación
- Daño por plagas, roedores y lagomorfos.
- Pudrición
- Helada
- Brotes vegetativos

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos se dividen de acuerdo a los criterios que se evaluaron.

Plantas vivas

El análisis de varianza de método de plantación sobre plantas vivas muestra que existe una diferencia altamente significativa a una probabilidad del $p > 0.01$ (cuadro 1) por lo que, el método de plantación de una penca sobre la especie de Op ra se observó una sobrevivencia del 100 por ciento, a diferencia de cuando se realizó una plantación de dos pencas, ya que se muestra una sobrevivencia del 78.57 %.

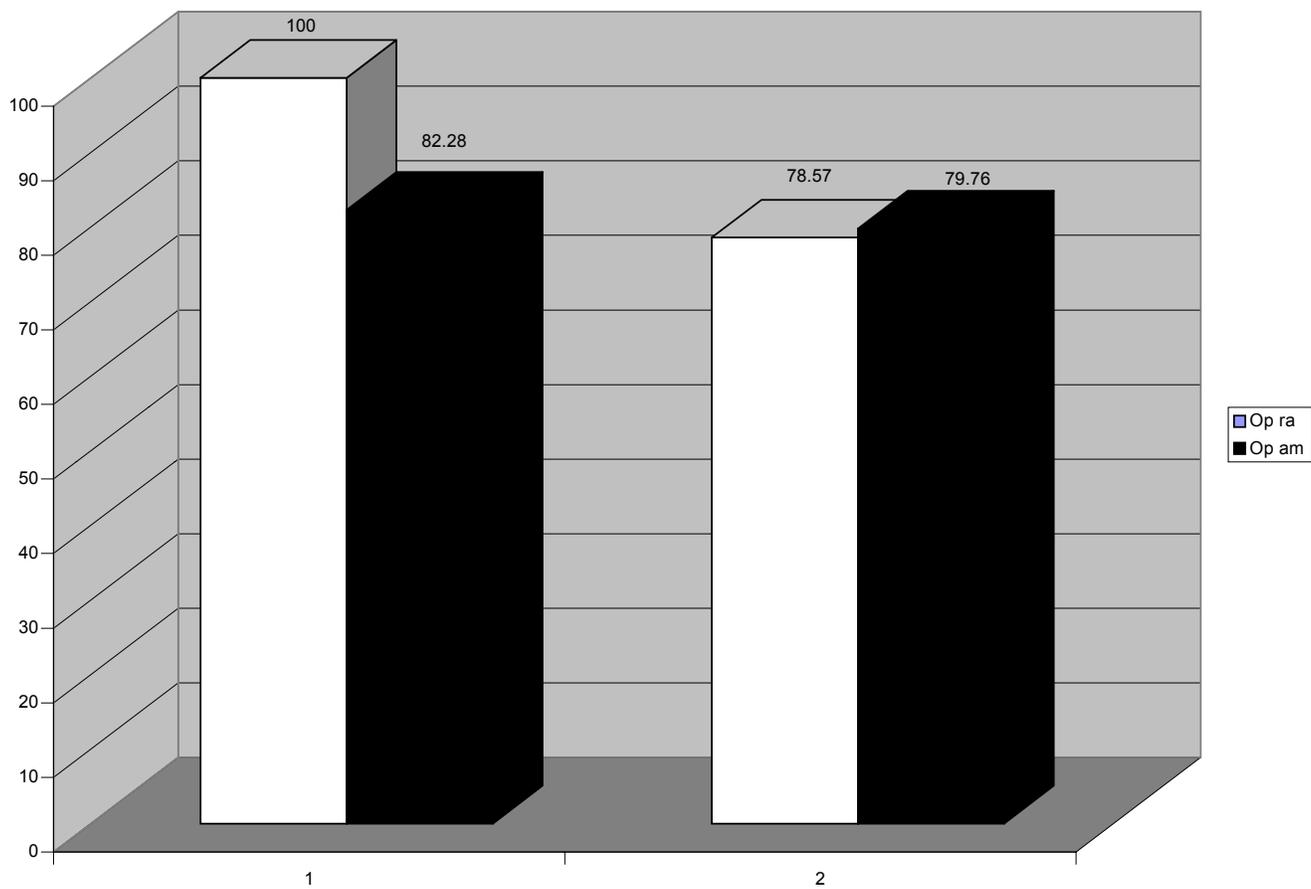
En el método de plantación de una penca sobre la especie de Op am se observó una sobrevivencia del 82.28 %, a diferencia de cuando se hizo la plantación para dos pencas ya que se muestra una sobrevivencia del 79.76 % (fig. 1).

Análisis de varianza (AnVa).

Cuadro 1. El AnVa se realizó en base a las plantas vivas existentes

FV	GL	SC	CM	FC	F t	
					0.05	0.01
Tratamiento	3	1535.05	511.68	49.88 **	4.07	7.59
Herror	8	82.06	10.26			
Total	11	1617.11				

** Nota: Debido a que FC resultó ser mayor que la Ft (0.05 y 0.01) se rechaza la hipótesis Ho, las diferencias son significativas. Esto quiere decir que hay diferencias entre tratamiento.



Prom. Op ra= 89.28

Prom. Op am= 81.02

Fig. 2 Existencia de plantas vivas

***Efecto de desecación ***

El análisis de varianza muestra que la desecación tiene un efecto altamente significativo sobre la vivencia de plantas a una probabilidad del $p > 0.01$ en las especies del nopal (Cuadro 2) esto indica que el método de plantación se vió afectado como sigue:

La respuesta de Op am tiende a mostrar una desecación de hasta 4.76 % mientras que Op ra no muestra este efecto, cuando se hace con una plantación de una penca. Con el método de dos pencas Op am experimenta una desecación de hasta 5.96 %, por el contrario este efecto es mayor para Op ra con 16.67 % (Fig. 2)

Estos resultados se obtuvieron de las plantas muestras.

Cuadro 2. Desecación

					f t	
F.V.	gl	sc	cm	FC	0.05	0.01
Tratami-ento	3	1198.33	399.44	10.29**	4.07	7.59
Error	8	278.63	38.83			
total	11	1476.96				

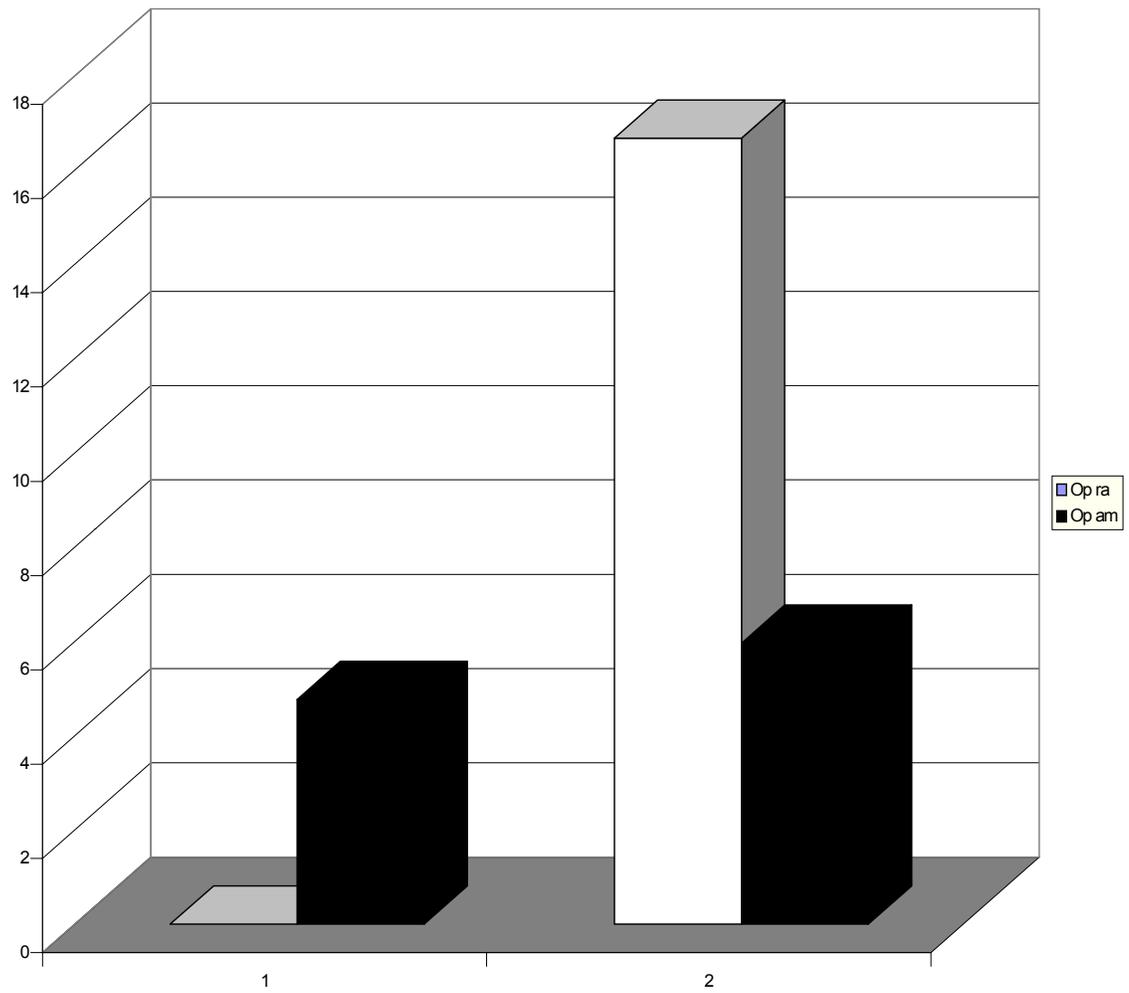


Fig. 3. Comparación de plantas muertas (desechadas) influenciado por el número de pencas y especie

Daño por plagas, roedores y lagomorfos

En este trabajo de establecimiento no se encontró daño por roedores o lagomorfos ya que se esperaba que hubiera un alto porcentaje de daño en la plantación por lo antes mencionado, donde solo se vieron afectadas las plantas por otro factor que fue la helada presentándose esta en varias ocasiones en bajas temperaturas de hasta 0° C en el mes de diciembre.

Efecto de pudrición

Este efecto no fue notorio en el establecimiento ya que se tomaron todas las debidas precauciones en cuanto a los días que las plantas tuvieron que permanecer en la sombra y así traspasarlas al lugar donde se realizó el establecimiento el día marcado para su plantación, y así cubriendo también que las plantas se encontraban en buen estado para evitar este efecto de pudrición y así tener éxito en el establecimiento.

Efecto de Helada

El cuadro 3 nos muestra que hubo efectos diferentes sobre el número de plantas dañadas por la helada que se dio 4 y 5 días durante el mes de diciembre, esto muestra que el método de plantación se vio afectado como a continuación se hace mención; para Op am muestra 9 plantas con un 25 % helado y una planta con un 50 % mientras que para Op ra no tuvo daño alguno, cuando se hace con una plantación de una penca. Con el método de dos

pencas Op am tuvo un daño de 9 plantas con un 25 % helado y 3 plantas con un 50 %, por lo que en Op ra no mostró este daño

Cuadro 3. Evaluación de los daños causados por las heladas de Diciembre de 1997

	Método de plantación			
	Con 1 penca		Con 2 pencas	
	Op am	Op ra	Op am	Op ra
Con un 25%	9	0	9	0
Con un 50%	1	0	3	0
Con un 100%	0	0	0	0

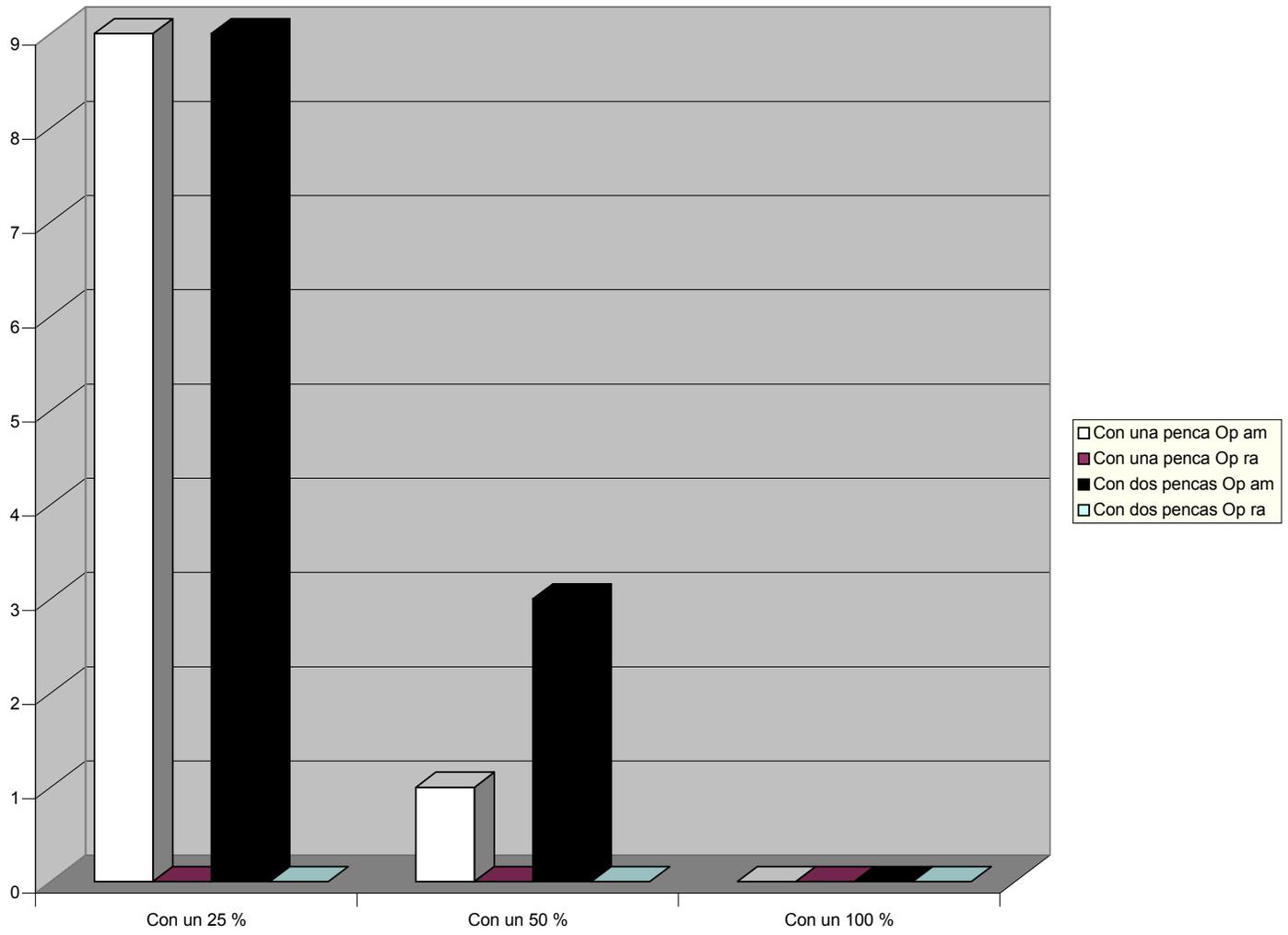


Fig. 4 Número de plantas dañadas por helada.

Producción de brotes vegetativos

El análisis de varianza muestra que tiene un efecto significativo sobre la producción de brotes a una probabilidad del $p > 0.01$ en las especies de nopal (Cuadro 4).

Esto indica que el método de plantación se vio afectado como sigue; la respuesta de Op am tiende a mostrar una producción de brotes vegetativos hasta 11.90 mientras que Op ra no muestra este efecto, cuando se hace con una plantación de una penca. Con el método de dos pencas Op am experimenta una producción de hasta 11.90%, por el contrario éste efecto no se dio para Op ra (Fig. 4)

Cuadro 4. Producción de brotes vegetativos

F.V.	gl	sc	Cm	Fc	0.05	7.59
Tratamiento	3	1019.55	339.85	5.94*	4.07	7.59
Error	8	457.41	57.18			
Total	11	1476.26				

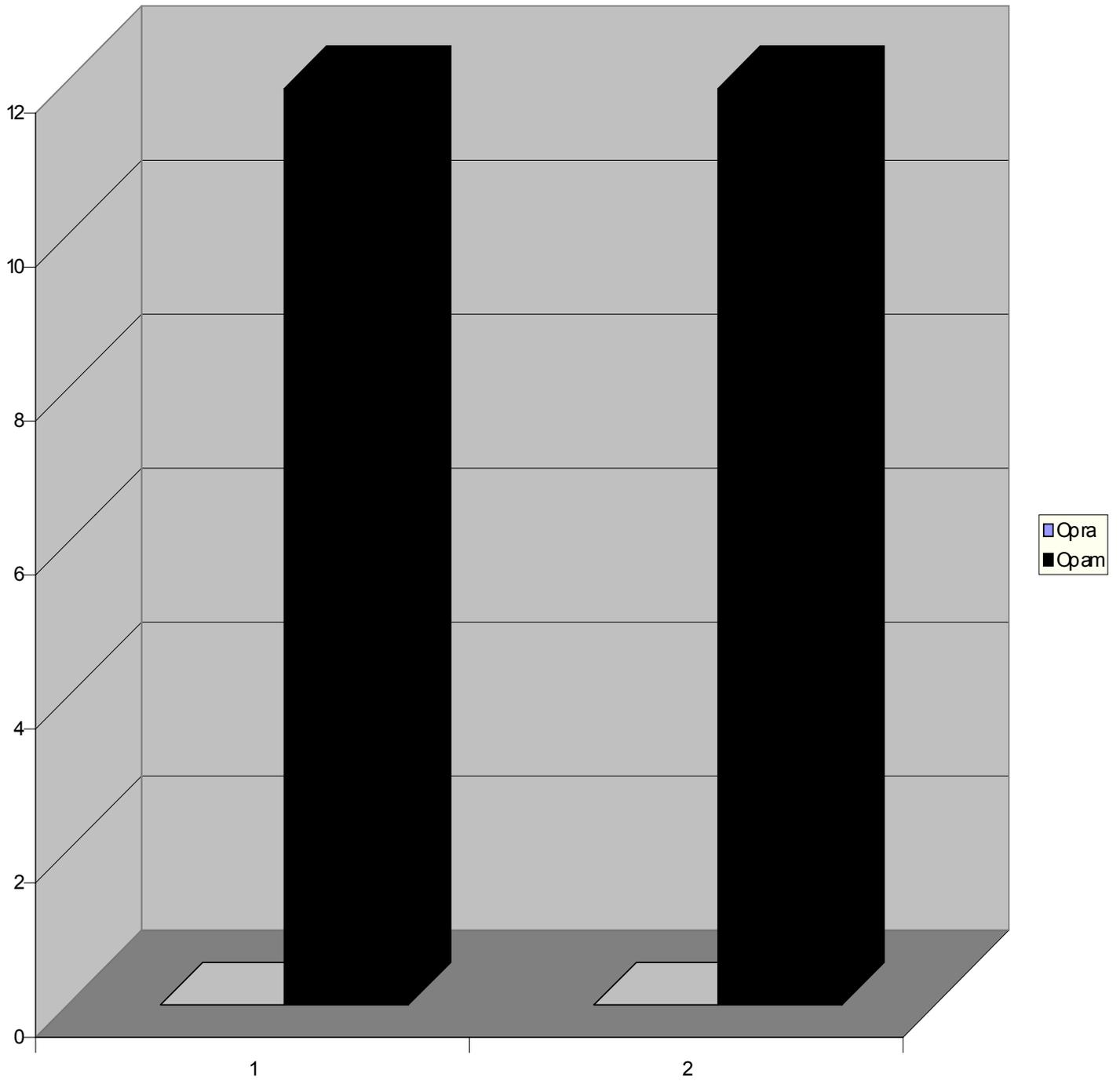


Figura 5. Efecto de número de pencas y especie de nopal sobre la producción de brotes.

5. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos de este trabajo, se llegó a la conclusión de que existe mayor producción establecimiento para Op am del método de una y dos pencas que para Op ra mostrando así un mayor porcentaje en brotación, ya que para Op ra no hubo ningún brote.

Así mismo en cuanto a desecación (plantas muertas) para el método de una penca para Op am fue mayor que el de Op ra encontrándose así en el método de dos pencas para Op am no fue muy alto el daño en comparación con Op ra ya que éste muestra un porcentaje mas alto.

El método de una penca plantada y con microcuenca con la orientación de sus caras de norte a sur es el mas apropiado para su establecimiento, ya que así no permita su total deshidratación.

El nopal Op am muestra un alto porcentaje de establecimiento, lo cual demuestra su adaptación a las condiciones ambientales presentes en ésta región. Así mismo se reafirma su propuesta como una alternativa viable para ser considerado como forraje. Se presentó un alto porcentaje de establecimiento en forma indistinta del sistema de plantación.

En cuanto al ataque por plagas se concluyó a través de las observaciones que fue bajo el daño.

6. RECOMENDACIONES

Establecer comunicación permanente para difundir los puntos básicos de un convenio entre la escuela secundaria técnica No. 34 de Ocampo Coahuila con la “UAAAN” para que les sean donados diferentes tipos de material como maguey, nopal, maíz, etc.

En base a esto se recomienda que la plantación se realice en épocas de lluvia y con la orientación de Norte a Sur ya que así se obtienen mejores resultados en su establecimiento.

Los efectos de los diferentes métodos de establecimiento mostraron diferencias en cuanto a incremento en desecación y brotes vegetativos, resultando mejor el de una penca.

Es de mucha importancia recomendar que se realice un establecimiento de nopal ya que se ayudaría a mantener sus pastizales o praderas en buenas condiciones evitando la erosión de los suelos.

Así mismo hablando de costos con el consumo del nopal baja considerablemente el consumo de agua y forraje por animal debido al contenido de humedad.

También recomendar que la plantación del nopal sea un factor de desarrollo económico para los productores, así como enlazarla con otras actividades industriales y ganaderas principalmente y como una estrategia nacional para la recuperación de suelos.

*** BIOGRAFÍA ***

El autor N. Alonso Varela Martínez, nació el 27 de enero de 1971, en el municipio de Ocampo, Coahuila.

La institución primaria la recibió en la escuela primaria federal Emiliano Zapata, en Ocampo, Coahuila, México; la secundaria en la escuela secundaria Técnica No. 34 en Ocampo, Coahuila, México. Dos capacitaciones de un año en Sabinas, Coahuila: la primera como mecánico, la segunda de Máquinas y Herramientas ingresando posteriormente a la preparatoria Bachilleres de Sabinas, en Sabinas, Coahuila, México; habiendo terminado sus estudios en 1991.

Después en junio de 1992 realizó unos cursos de capacitación en Monclova Coahuila; para ser instructor de CONAFE (comisión nacional de fomento educativo).

Los estudios profesionales los realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, desde 1993, obteniendo su carta de pasante de Ing. Agrónomo Zootecnista el 19 de diciembre de 1997.

*** BIBLIOGRAFÍA ***

- Acuña M., M. E. 1989. Evaluación agroecológica de sistemas de plantación de nopal forrajero (*Opuntia spp*). En zonas áridas. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 147 p.
- Blanco M., G. 1957. El nopal como forraje para el ganado de zonas áridas. Aprovechamiento de la tuna. El campo. 23 (788) 34-35. México.
- Borrego E., F.; N. Burgos V. 1986. El nopal. Ed. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Bravo H., E. 1978. Las cactáceas de México. Universidad Autónoma de México, vol 1. pp 328-329. México.
- Canales C., R. 1983. Etiología, evaluación de daños y control de la pudrición negra del nopal *Opuntia ficus-indica* en la sierra de Arteaga, Tesis profesional. Universidad Agraria Antonio Narro. Coahuila, Saltillo, México.
- Codagem. 1979. Cultivo, explotación y aprovechamiento del nopal. Folleto informativo No. 158. México.
- Coronado. P., R.; A. Morales G. 1968. La mosca del nopal *Dasiops benneti* Mc alpine diptero de la familia *Lonchaenidae*; una nueva plaga en México. No. 59:5-11 p.

Esteva B., M. 1963. Estudio de la deshidratación del nopal *Opuntia sp* con el propósito de usarlo como forraje seco. Tesis Profesional ITESM. Monterrey, N. L.. México.

Flores H. A. 1981. Industrialización integral del fruto de *Opuntia streptacantha* (Lemaire) y *Opuntia robusta* (Wendland in Pfeiffer) en dos periodos de maduración. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.

García, A. M. 1979. Patología vegetal práctica. De Limusa 5a. reimpresión. México, D.F. 156 p.

Rodríguez G., A. 1990. Amplitud ecológica de *Opuntia lindheimeri* Engelman en el estado de Coahuila. Tesis Profesional, Maestría en Ciencias en Manejo de Pastizales. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 152 p.

Hoffman, G. D. and R. A. Darrow. 1964. Prickly pear, good or bad. Texas Agricultural Extension Service, College Station, Texas Bull. 8-806 U.S.A.

Janzen, D.H. 1986. Chihuahua desert nopales, defaunated big vegetation. Ann. Rev. Exol. Syst. 17: 595-636. USA.

López G., J.J.; J. Gasto C.; R. Nava C. 1981. Análisis cuantitativo de la arquitectura de

Opuntia streptacantha, en poblaciones naturales. Monografía Técnico Científica vol. 7 No. 3. U.A.A.A.N.. Saltillo, Coahuila, México.

López G., J.J.; J. Elizondo E. 1988. El conocimiento y aprovechamiento del nopal en México. En: López G., J.J. y M. J. Ayala O. (Ed) El nopal. Programa y resúmenes de 1ª a 3ª Reunión Nacional y 1ª Internacional. UAAAN. Saltillo, Coah. México. 128 p.

Lozano G., M. 1958. Contribución al estudio e industrialización del nopal *Opuntia spp.*

Tesis Profesional. E.S.A.A.N. Saltillo, Coahuila, México.

Madrigal S., X.; J. Mass P.; F. González H. 1978. La importancia del conocimiento del ecosistema para el establecimiento de plantaciones forestales. Memoria de

la reunión nacional de plantaciones forestales. publicación especial No. 13 INIF. México.

Maldonado J. L.; M. Zapien B. 1977. El nopal en México. Ciencia forestal. 2 (5): 36-53. México.

Marroquin S., J.; G. Borja L.; R. Velásquez C.; J. A. de la Cruz C. 1964. Estudio ecológico dasonómico de las zonas áridas del norte de México. Pub Esp. 2. INIF-SAG. México, D.F. 166p.

Palomo G., D. 1962. Datos sobre los nopales *Opuntia spp* utilizados como forraje en el sureste de México. Tesis Profesional. ITESM. Monterrey, N.L.. México. 83p.

- Rojas M., P. 1961. Aprovechemos las zonas áridas, cultive el nopal tunero. *Agronomía* No. 79. ITESM. México. 5 p.
- Rossoun C. de W. 1961. The prickly pear nature's fodder bank and silo farming in South Africa. *37 (5): 23-26. South Africa.*
- Reyna T., E. 1943. Estudio fitotécnico en San Luis Potosí. Tesis Profesional E.N.A.CH.. Chapingo Edo. de México, México.
- Starker L., A. 1990. Fauna Silvestre de México. Ed. Editorial pax México. 608 p. México.
- Suarez. S., J. M. 1991. Historia y Geografía del Edo. de Coahuila. Ed. del valle de Cándamo. Monclova, Coahuila, México. 93 p.
- Tamez C., E. 1991. Principales insectos asociados al nopal forrajero (*Opuntia spp*) en el sureste de Coahuila. Tesis profesional. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.
- Torres A., E. 1990. Evaluación de dos sistemas de plantación en nopal forrajero (*Opuntia rastrera* Weber) y (*Opuntia lindheimeri var lindheimeri Engelman*) , Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 70 p.
- Vásquez, A., R. E., R.Canalez Z. 1997. Efecto de la orientación del cladodio madre del nopal al momento de la siembra, con respecto a la brotación y el rendimiento. En Vázquez Albarado . R. E., C, Gallegos-Vázquez, N. Treviño-Hernández y Y. Díaz-Torres (Comp.). Conocimiento y aprovechamiento del nopal VII Congreso Nacional y V Congreso Internacional, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, N.L., México p. 300-306.
- Villarreal, A. 1958. El nopal como forraje para el ganado. Primer Simposio de

Investigación Agrícola en México. E.N.A. Chapingo, México. pp. 210-220