

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA



“Comportamiento del establecimiento de nopal forrajero *Opuntia lindheimeri* en Rincón de los Venados, Parras de la Fuente, Coahuila”

Por:

CRISTIAN ALEXANDER GARCÍA PÉREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Saltillo Coahuila, México

Noviembre 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Comportamiento del establecimiento de nopal forrajero "*Opuntia lindheimeri*" en
Rincón de los Venados, Parras de la Fuente, Coahuila.

TESIS


Por:


CRISTIAN ALEXANDER GARCÍA PÉREZ

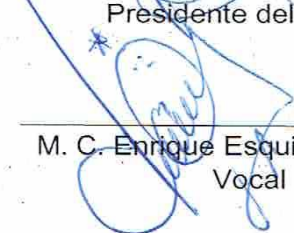
QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN EL JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA


M.C. Myrna J. Ayala Ortega
Presidente del Jurado


Dr. Jesús Alberto Mellado Bosque
Vocal


M. C. Enrique Esquivel Gutiérrez
Vocal


Dr. José Dueñez Alanis
Suplente


Dr. José Dueñez Alanis
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila

Noviembre 2017.

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Padre mío y querido que me has dado la vida que es el regalo más hermoso y por darme una hermosa familia, que siempre estuviste y éstas conmigo en todo lugar y en todo momento sea de alegría, tristeza y momentos difíciles, gracias por permitirme concluir mis estudios profesionales y esté presente trabajo. Mil gracias padre.

A mi ALMA TERRA MATER:

Por los conocimientos que me brindaron en el campo agronómico, por acobijarme con su generosidad educativa y por formarme profesionalmente de una manera en que solo la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro sabe hacerlo, gracias.

A mis amigos, que de una u otra forma influyeron en gran parte de mi vida, que fueron más que mi segunda familia, Jorge Iván Gómez Pacheco (el puchis), Raúl Raya (el mono), Rogelio Reyes (el ruski), Nemias García, (la osa), Ramón Avilés, Edgar Cruz, gracias.

A todos los colaboradores, por brindarme un espacio de su tiempo para llevar a cabo la culminación de este trabajo de tesis en forma profesional.

Mis más sinceros agradecimientos a la **M.C. Myrna Julieta Ayala Ortega**, por asesorarme y guiarme, por la información brindada y por dirigir este trabajo de inicio a fin de manera acertada.

Al **M.C. Jesús Alberto Mellado Bosque**, por formar parte del comité y por el apoyo incondicional en la asesoría de este trabajo de tesis.

Al **M.C. Enrique Esquivel Gutiérrez**, por formar parte del comité y por su incondicional apoyo en la presentación de este trabajo.

Al **M.C. José Dueñez Alanis**, por formar parte del comité, por su disposición y apoyo en la presentación de este trabajo.

A todos mis maestros de producción animal, nutrición animal y recursos naturales que contribuyeron en mi formación profesional a través de los conocimientos adquiridos en cada una de sus materias.

Al departamento de Recursos Naturales, que me brindaron apoyo personal para poder estructurar este trabajo de tesis.

A Jesús Cabrera Hernández, Agustín Flores y Everardo Reyes Lucio, por el apoyo laboral en las salidas a campo.

DEDICATORIA

A mis padres, Elías García Pérez y Trinidad Pérez Ochoa, primeramente por darme la vida y el amor que han sido motor fundamental en mi superación profesional, como también por el apoyo moral y los consejos que en su momento me dieron para ser una mejor persona día a día, los amo papas, gracias por todo.

A mi madre, por ser una persona extraordinaria que ha sabido educarme de la mejor manera posible, por ella, que aunque la situación estuviera difícil siempre supo alentarme para seguir adelante siempre, gracias mamá.

A mi padre, un ser increíble y bondadoso, que siempre estuvo y está conmigo en las buenas y en las malas, por su apoyo incondicional y moral, un ejemplo a seguir que con lo poco pudo ir día a día cosechando lo que hoy profesionalmente es su hijo, gracias papá.

A mi hermana, Doyma Estefani, gracias por quererme de la forma en que solo tú sabes hacerlo, por brindarme tú cariño y apoyo incondicional desde el inicio de esta etapa, por hacer de nuestra familia una unión única llena de felicidad y alegría, por ser mi chaparra consentida, gracias.

A Diana Laura Galván Carrillo, por su comprensión y compañía, por haber compartido mis éxitos y fracasos, por quererme tal como soy. Por su apoyo incondicional en mi estancia en la universidad. Por todo, Te quiero.

A mis abuelos, Silvia, Amador y Concepción que aun estando lejos de mí siempre estuvieron al pendiente de mi persona, brindándome sus consejos desde el inicio de esta etapa de mi vida, gracias abuelitos, los amo.

A mis amigos, que son como mis hermanos José Eliver Hernández Pérez y José Roney Hernández Pérez, que siempre estuvieron y están allí apoyándome moralmente y al pendiente de mi persona.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	3
DEDICATORIA	4
INTRODUCCIÓN.....	9
Objetivo general.	11
Hipótesis.	11
Palabras Clave.	11
REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
Descripción	11
Origen	13
Taxonomía del nopal forrajero	13
Distribución	13
Distribución de las principales especies forrajeras	15
Nopaleras silvestres	17
Nopaleras cultivadas	17
Opuntia como forraje	17
Tipos de cosechas.	18
• Cosecha por el animal.....	18
• Cosecha intensiva.....	18
• Cosecha en ganadería extensiva.	19
• Despunte del nopal.	19
• Chamuscar en pie.....	19
• Quema en pie.....	19
• Corte y chamusque <i>in situ</i>	20
Ventajas y desventajas del nopal como forraje.	20
Ventajas	20
Desventajas.....	20
Consumo por los animales	21
Aportación nutrimental del Nopal	21
Relación entre consumo de agua por ganado y consumo de nopal.	22
Análisis bromatológico del nopal	22
Composición química del nopal	23
Contenido de minerales	24

Implicaciones del nopal en las características químicas de la carne y la leche en rumiantes.....	24
Concentración de AGV.....	25
Efecto laxante.....	25
Usos del nopal en la producción animal.....	26
• Ganado bovino productor de leche.....	26
• Ganado productor de carne.....	26
• Ganado caprino.....	27
• Ganado ovino.....	27
Comportamiento del nopal de acuerdo a la disponibilidad del agua y nutrimentos.....	27
Importancia socioeconómica del nopal.....	29
Nopal como un recurso.....	30
▪ Como cerco.....	30
▪ En la conservación del suelo.....	30
▪ Con fines de reforestación.....	30
▪ Alimentación de fauna silvestre.....	31
Plagas y enfermedades del nopal.....	31
Daños por roedores.....	33
MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
Clima.....	34
Geología.....	35
Edafología.....	35
Hidrología.....	35
Vegetación y uso del suelo.....	36
Nopal Cacanapo (Opuntia lindheimeri).....	36
Metodología.....	37
Orientación de plantación.....	38
Distancia de plantación.....	38
Labores de cultivo.....	38
Control de maleza.....	39
Plantación original.....	39
Material y equipo utilizado.....	40
EVALUACIÓN ESTADÍSTICA.....	41

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
CONCLUSIONES.....	49
BIBLIOGRAFÍA.....	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Clasificación taxonómica del nopal (<i>Opuntia spp.</i>).....	13
Cuadro 2 Contenido natural de agua en el nopal (gr).....	22
Cuadro 3 Análisis bromatológico de géneros, especies y variedades de nopal (expresado en % en base a materia seca)	23
Cuadro 4 <i>Opuntia ficus-indica</i>	24
Cuadro 5 Composición mineral del nopal <i>Opuntia ficus-indica</i>	24
Cuadro 6 Superficie cultivada con nopal en países productores y sus diferentes usos.....	29
Cuadro 7 Algunas plagas que más frecuentemente atacan al nopal.....	32
Cuadro 8 Comportamiento de las variables evaluadas.....	43
Cuadro 9 Análisis de regresión para la variable Crecimiento.....	44
Cuadro 10 Análisis de regresión para la variable Cobertura.....	44
Cuadro 11 Análisis de regresión para la variable Rebrotos.....	45
Cuadro 12 Análisis de regresión para la variable Pencas nuevas.....	45
Cuadro 13 Análisis de correlación.....	46

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Comportamiento del crecimiento durante los meses de junio 2016; enero y abril 2017.....	41
Gráfica 2. Evaluación de cobertura en los meses de junio 2016; enero y abril 2017.....	42
Gráfica 3. Número de pencas registradas en los meses de junio 2016; enero y abril 2017.....	42
Gráfica 4. Número de rebrotes registrados en los meses de junio 2016; enero y abril 2017.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la plantación.....	34
Figura 2. Plantación del nopal forrajero.....	37

INTRODUCCIÓN

El nopal ha sido compañero de los pobladores de México a través de un largo tiempo y está asociado a la idiosincrasia de los mexicanos, desde la fundación de la gran Tenochtitlan, el cual significa “nopal sobre piedra” (**Velázquez, 1998**), desde antes de que ocurriera la conquista el nopal ha estado muy relacionado a la vida de los mexicanos, su cultivo en México data desde la época prehispánica, como lo establece Bernardino de Sahagún en el Códice Florentino (**Buenrostro y Barros, 2004; Bravo, 2002**), durante la sedentarización e México las nopaleras están consideradas como uno de los recursos naturales trascendentales, como también forma parte del paisaje y más que nada es uno de los símbolos que identifica a los mexicanos (**Anaya, 2011**).

Anaya-Pérez y Bautista-Zane (2008), reportan que el nopal (*Opuntia spp*) junto con el maíz (*Zea mays, L.*), el frijol (*Phaseolus vulgaris, L.*) y el maguey (*Agave americana*), fueron alimento fundamental de grupos chichimecas del centro y del norte del país.

Como también trasciende su utilización como planta medicinal, bebida, tinte, en prácticas mágico-religiosas entre otros usos.

En construcción el nopal se ha empleado como parte de la mezcla para la edificación (**Hernández-Zaragoza et al., 2008**).

Como ventaja principal en esta planta se tiene su alta resistencia a condiciones de aridez, la capacidad de producción de biomasa en condiciones de escasa precipitación, como también constituye a las reservas forrajeras de la fauna silvestre y principalmente el ganado, las especies del genero *Opuntia* son las que más se han utilizado para controlar la erosión, ya que por la presencia de sus raíces y de la parte aérea de la planta tienden a cambiar el microclima del área que ocupan (**Mulas y Mulas, 2004**).

En México se tiene una gran variación de especies de nopal adaptados a diferentes condiciones ambientales y distribuidos en su totalidad en las regiones áridas, en la actualidad se reportan 258 especies de nopal en el mundo, de los cuales según la literatura en nuestro país se encuentran 100 especies del género *Opuntia*, por lo que los botánicos catalogan a México como el centro de origen de los nopales (**Ríos y Quintana, 2004**).

El pastoreo errático y estacional es muy común en zonas áridas, donde también tiene lugar la ganadería extensiva, por lo que es más exigente el consumo de alimento con disponibilidad de agua, en este caso la alimentación está condicionada a disponibilidad de forrajes en la que tiene variación respecto a las condiciones del clima y de la región teniendo con ello contar con alternativas que cubran la necesidad de alimentación por parte del ganado; mediante esto surge como necesidad la incorporación de especies forrajeras que sean eficientes en el uso del agua de tal manera que sobrevivan, se tenga un manejo apropiado de la misma y especialmente puedan preservar los recursos como el agua y el suelo en ese ambiente. Las especies nativas han sido mejor alternativa en cuanto a la alimentación del ganado en estas regiones, debido especialmente a su alta capacidad de adaptación a condiciones adversas de humedad (**Dubrovsky, North Y Nobel. 1988; Nobel, 1997 y Flores-Valdez, 2004**), el nopal es considerado por muchos años como alternativa en la alimentación del ganado en diferentes regiones áridas del mundo (**Fuentes, 1997; Flores, 2001**), lo que ha llevado a hacer más eficiente su uso.

Algunas investigaciones hechas en Baja California Sur demostraron que en ranchos ganaderos de la misma región existen especies como lo es el nopal forrajero, que han sido empleados como alimento para bovinos, caprinos, ovinos, cerdos, conejos y aves de corral, teniéndose una respuesta positiva en base a su consumo (**Murillo-Amador et al., 2006**).

En zonas áridas del mundo el nopal ha constituido una fuente esencial de alimento, tanto para el ser humano con los frutos que este mismo brinda, y sobre todo al ganado bovino, ya que además se adapta a condiciones de humedad críticas, soportando bajas temperaturas (**Snyman, 2007**).

Objetivo general.

Observar el comportamiento de la planta de nopal *lindheimeri* en base a su crecimiento y desarrollo en un medio semi-árido.

Hipótesis.

La forma de plantación afecta el crecimiento y buen desarrollo de la planta.

Daños ocasionados por roedores y liebres afectan al desarrollo del nopal en una plantación nueva.

Palabras Clave.

Arbustivo, cactácea, cladodio, chamusque, crecimiento, daños por roedores, desarrollo, forraje, glóquidas, nopal, pencas, zonas áridas.

REVISIÓN DE LITERATURA

Descripción

El nopal tiene importancia tanto alimenticia, como forrajera; en el siglo XX fue tomado como parte de la alimentación del ganado en zonas áridas, en las cuales esta planta se desarrollaba muy bien pese a las condiciones climáticas debido a los periodos largos de sequias, constituyendo así una fuente de alimento esencial para el ganado (**Flores y Aguirre, 1979; Vázquez y Gallegos, 1997; Aranda, 2006**).

Esta planta es del tipo arborescente, en algunos casos arbustivas o rastreras, simples o cepstíferas, tiene un tronco bien definido, algunas veces con ramas en la

base, éstas están erectas extendidas o postradas. Los cladodios son cilíndricos o aplanados, muy carnosos y leñosos, el limbo en las hojas es pequeño y cilíndrico, las areolas contienen espinas, pelos, gloquidas y a veces glandulas, las productoras de flor son generalmente las que se ubican en la parte superior de la planta. El fruto es en forma de baya, los hay secos o jugosos, espinoso o desnudos, como también ovoide, generalmente es comestible. La semilla está provista de un arilo grueso, duro, blanco el cual rodea a la semilla. **Bravo (1978)**

Mauseth (2000) califica a estas plantas, como una familia de plantas suculentas, que principalmente se caracterizan por tener areolas (estos son puntos en los tallos de la planta que se puede identificar como la reducción de ramas), en lugar de hojas contiene espinas, que a su vez le brindan protección, su tallo le proporciona un microclima la cual es sombra y humedad que le favorecen a la planta cuidando con ello la disponibilidad de agua en ella. Estas características reflejan el hábito que estas plantas tienen en zonas áridas, donde la disponibilidad de agua es escasa para su desarrollo y mantenimiento, por lo cual la planta ha desarrollado este metabolismo para resistir al ambiente en el que se encuentra como también a los cambios que el medio pueda llegar a presentar.

Ballester (1978) por su parte, describe a esta planta como plantas de diferentes dimensiones, ya que existen variedad en especies de este género, habiendo pequeñas y cespitosas, como también amatorraladas o con el aspecto arbustivo y en ocasiones arbóreas habiendo también con ello la variación en el tronco y en la copa.

Ríos y Quintana (2004) describen al nopal como una planta con tallos en forma de raquetas; que se conocen como cladodios o pencas, las cuales están llenas de agua que se encuentran depositadas o almacenadas en un entramado de carbohidratos llamados mucílagos. Como también es característico las espinas que en las pencas se encuentran, esto varía dependiendo de la zona en la cual está la planta, es decir, el medio en el que se desarrolle. La planta del nopal tiene una estructura en la cual pueden desarrollarse más pencas, raíces o flores llamado areolas, que si bien es característico de las cactáceas, su fruto es conocido como tuna.

Origen

El nopal es originario de América Tropical y Subtropical, y en la actualidad se pueden encontrar en gran variedad de condiciones agroclimáticas, como también en forma silvestre y cultivada, en todo el continente americano. Además esta planta se ha esparcido en África, Asia, Europa y Oceanía, donde también suelen encontrarse de forma silvestre o cultivada **(Sáenz, 2006)**.

Taxonomía del nopal forrajero

Cuadro 1 Clasificación taxonómica del nopal (*Opuntia spp.*) **(Bravo, 1978)**

Reino	Vegetal
Subreino	<i>Hembriophyta</i>
División	<i>Hembriophyta</i>
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Caryophyllidae
Orden	<i>Opuntiales</i>
Familia	<i>Cactácea</i>
Subfamilia	<i>Opuntioideae</i>
Tribu	<i>Opuntiaea</i>
Genero	<i>Opuntia</i> y Nopalera
Subgénero	<i>Opuntia</i> (antes <i>Plantyopuntia</i>)
Especie	<i>spp</i>

Distribución

El nopal pertenece a la familia de las cactáceas, los cuales comprenden más de cien géneros y mil especies, de los cuales la gran mayoría está situada en el continente americano, específicamente en México **(Maldonado y Zápien, 1977)**.

Mauseth (2000) indica que la familia de las cactáceas comprende aproximadamente 1,500 especies de las cuales se distribuyen en todo el continente americano, teniendo desde Canadá, hasta la Patagonia, tomando en cuenta la ubicación geográfica que tiene esta planta, soporta los más fríos inviernos de las planicies norteamericanas, como también las grandes sequías y las elevadas temperaturas de los desiertos en Sudamérica. La variación que tiene esta planta, tanto en tamaño como en forma y la adaptación a diferentes medios se ha dado con el paso del tiempo y la evolución que ella misma ha tenido.

Las condiciones ambientales y las variables fisiológicas están asociadas a un alto rango de ecosistemas semiáridos con flora y fauna diversas principalmente en el Norte de México, donde el género *Opuntia* es abundante y está ampliamente distribuido en comunidades específicas denominadas nopaleras. *Opuntia* está representado por 104 especies, en el que el sesenta por ciento están localizadas en el desierto chihuahuense. Las especies más importantes son de uso forrajero son: *Opuntia leucotricha*, *O. streptacantha*, *O. robusta*, *O. cantabrigiensis*, *O. rastrera*, *O. lindheimeri* y *O. phaeacantha* (**Bravo, 1978; Elizondo, et al., 1987**).

Marroquín et al. (1964) reconocieron tres grandes regiones en el Norte de México donde el género *Opuntia* está presente, por otra parte (**López y Elizondo, 1990**) consideraron un enfoque más amplio en todo el país, en el que señalaron cuatro regiones nopaleras explotadas como forraje.

- a) Zona centro-sur: incluye partes de los estados de Puebla, Querétaro y Oaxaca, aquí resaltan tres tipos de nopaleras, cultivadas para cladodios tiernos (nopalitos), fruta (tunas) y forraje. Las principales especies son *O. ficus-indica* (nopal de castilla), *O. amychlaea* (nopal Alfajayucan), (Barrientos, 1972), *O. megacantha* (tuna amarilla) y *O. tomentosa*.
- b) Zona del Altiplano. Se ubican en los principales estados de Zacatecas y San Luis Potosí, como también comprende parte de Aguascalientes, Durango, Guanajuato y Jalisco. En ella se encuentra vegetación arbórea de *O. leucotricha* (nopal duraznillo), *O. streptacantha* (nopal cardon), así como plantas arbustivas de *O. robusta* (nopal tapón), *O. cantabrigiensis* (nopal

cuijo), *O. rastrera* (nopal rastrero), *O. lindheimeri* (nopal cacanapo), y *O. leptocaulis* (nopal tasajillo).

- c) Zona Norte: Esta se ubica en el desierto chihuahuense, incluye los estados de Chihuahua, Durango, Zacatecas y Coahuila, siendo la región de mayor tamaño. Lo representan vegetación arbustiva de *O. cantabrigiensis*, *O. phaeacanta* (nopal rastrero), y *O. rastrera*, *O. lindheimeri*.
- d) Zona costera del Golfo de México: Comprende los estados de Coahuila, norte de Nuevo León y Tamaulipas. Resaltan plantas arbustivas de *O. lindheimeri*, que se asocian con otras especies forrajeras.

Distribución de las principales especies forrajeras

O. leucotricha: especie más ampliamente distribuida en la zona del altiplano, se encuentra a altitudes de entre 1500 y 2500 m.s.n.m. con la presencia de una lluvia anual que varía de 220 a 450 mm. El crecimiento continuo de cultivos como el maíz y el frijol han afectado severamente a las poblaciones silvestres.

O. streptacantha: presente en grande extensiones de los estados de Zacatecas y San Luís Potosí, y en menor extensión se encuentra en Aguascalientes, Durango, Jalisco y Guanajuato. La principal amenaza en esta área es la desertificación.

O. robusta: Se desarrolla en asociación con las especies de *O. leucotricha* y *O. streptacantha*. Esta distribuido en los estados de Zacatecas y San Luís Potosí, Guanajuato, Jalisco y Aguascalientes. Abundan los nopalitos en gran tamaño y suculentos, se aprecian por su consumo en fresco y en vinagre.

O. cantabrigiensis: arbusto de tronco bien definido, con abundantes espinas, se usa principalmente para alimentar a caprinos. Se encuentran a altitudes de 1500 a 2200 m, a densidades relativamente bajas, estos en suelos calcáreos en los estados de Nuevo León, Coahuila, Zacatecas, San Luís Potosí, Hidalgo, Aguascalientes, Durango, Jalisco, Querétaro y Guanajuato.

O. rastrera: Es un arbusto de hábito rastrero, menor a 1 m de altura, empleado usualmente como forraje para vacas lecheras en estados como Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, San Luís Potosí, Durango y Aguascalientes. Se desarrolla muy

bien en un amplio rango de tipos de suelos, desde delgados hasta profundos, rocosos y calcáreos.

O. lindheimeri: Este comprende los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas alrededor de 1 000 m de altitud, y en áreas con un promedio de lluvia anual de 400 mm. Esta especie se compone de cuatro variedades importantes, consideradas forraje; *aciculata*, *major*, *phaeacantha*, *lindheimeri*, *subarmata* y *tricolor*.

O. phaeacantha: planta silvestre, crece en gran parte de Coahuila y parte del sur de Chihuahua y Durango con solo 200 mm de lluvia anual a altitudes entre 1 500 y 1 700 m. Se tienen cinco variedades consideradas como forraje; *major*, *phaeacantha*, *discata*, *spinosibaca* and *nigricans*, todas ellas de buena calidad.

O. engelmannii: Planta que se puede encontrar al noreste de Zacatecas y suroeste de Coahuila, a altitudes entre 1 700 y 2 200 m sobre suelos delgados y calcáreos. Principalmente es usado para alimentar cabras y ovejas.

O. imbricata: conocido como (Nopal coyonoxtle, xoconostle, cardenche o choya) hay una variabilidad en esta planta, y se encuentra distribuido en los estados de Coahuila, Zacatecas, San Luís Potosí, Chihuahua, Aguascalientes, Durango, Jalisco y Guanajuato. Se desarrolla muy bien en suelos pobres, y es considerada como planta invasora típica de pastizales. Se usa como forraje para cabras y ovejas después de chamuscar las espinas in situ.

O. microdasys: Arbusto bajo y sin espinas verdaderas, pero con gloquidios pequeños (ahuates) y abundantes, los cuales el viento puede desprenderlos y provocar ceguera en el ganado. Crece en suelos calcáreos y se usa como forraje en condiciones de sequía extrema en el sur de Coahuila, norte de San Luís Potosí y Zacatecas.

O. violaceae: (nopal morado) es reconocido principalmente por sus cladodios de color morado. Es un arbusto bajo, crece en suelos arcillosos de Chihuahua, Noroeste de Coahuila y este de Durango, en área con solamente 200 mm de lluvia anual, veranos calientes (hasta 45°C) e inviernos fríos (-8°C). La calidad de esta planta como forraje es pobre.

O. rufida: (nopal cegador) arbusto que crece hasta 2 m en suelos calcáreos arcillosos, en suelos de pendiente o en valles profundos. Los cladodios que esta planta produce son más grandes que el de *O. microdasys*, y su calidad con respecto a forraje es también pobre. Su uso solo data como forraje de emergencia (**Elizondo et al., 1987**)

Nopaleras silvestres

La disponibilidad de *Opuntia* como forraje en el norte de México depende principalmente de poblaciones silvestres compuestas de las especies descritas anteriormente, de las cuales se distribuyen en 283 000 kilómetros cuadrados. Desafortunadamente estas áreas han sufrido y están sufriendo un uso indiscriminado en cuanto a su manejo (**Marroquín et al., 1964**). La sequía viene acompañada de escasa disponibilidad de forraje en la zona, lo que lleva a una alta demanda de esta planta para cubrir las necesidades de alimentación por parte del ganado.

El rendimiento varía de 25 a 125 ton/ha, tomando como referencia el tipo de especie, el vigor de la planta, el clima, la fertilidad del suelo y sobre todo el manejo que se le brinde. Como también el tiempo de recuperación es dependiente de la lluvia y la intensidad del uso que se le aplique.

Nopaleras cultivadas

Existen varios tipos de sistemas de producción, desde resiembra de nopaleras silvestres hasta producción intensiva basadas en altas densidades de plantación y riego. Las plantaciones de esta especie por lo general son en zonas marginadas y bajo manejo deficiente, pero aun así esta planta tiende a soportar y sobrevivir en áreas severamente afectadas (**López, 1977; Medina et al., 1990**).

Opuntia como forraje

Esta planta es particularmente muy atractiva como alimento por su alta eficiencia al convertir el agua en materia seca, y por tanto, en energía digestible (**Nobel, 1995**). Este cacto es muy útil no solo por su sobrevivencia a las sequías o altas temperaturas del ambiente, sino también por su conversión que es más eficiente a comparación de los pastizales y las plantas de hoja ancha. La generación de

biomasa requerida por unidad de agua es en promedio tres veces más alta que las de las plantas de hoja ancha y cinco veces más que en la de los pastizales. Los diferentes tipos de plantas tienen la capacidad de producir cantidades similares de materia seca por área de superficie, siempre y cuando estando en condiciones óptimas, pero bajo condiciones áridas y semiáridas los cactus son superiores.

Si bien esta planta ha constituido una fuente esencial de alimento para el ganado, debido a su aporte de vitaminas, también puede llegar a ser combinado con otros alimentos para complementar la dieta diaria que el animal requiera, esto debido a que tiene bajos contenidos de proteína, como también es rica en carbohidratos y calcio. Ya que su cultivo se da en tierras severamente degradadas, el uso de esta planta es importante por su abundancia en lugares donde otros cultivos forrajeros no logran desarrollarse.

Tipos de cosechas.

El uso del nopal en los estados de Coahuila, Nuevo León, Norte de Tamaulipas, Zacatecas y San Luis Potosí, está muy arraigado por los ganaderos (vacunos, caprinos, y ovinos), como también estableros (establos lecheros con bovinos y poco frecuente con caprinos), que usan diferentes métodos de cosecha para esta planta, entre los cuales resaltan los siguientes:

- **Cosecha por el animal.**

Esta práctica consta de que los animales (vacunos, caprinos, ovinos y fauna silvestre) hacen uso del nopal en pie, con espinas. Se considera que con este consumo la planta no recibe un daño significativo, ya que el animal generalmente cosecha los cladodios más tiernos de la parte superior, y de las pencas maduras y viejas casi intactas **(López et al., 1982)**.

- **Cosecha intensiva.**

Esta la utilizan los estableros que compran el forraje por camiones de 8 a 10 toneladas. La cosecha que aquí se maneja por lo general es en forma intensiva llevada a cabo en predios que les vende el nopal a intermediarios. Tomando en cuenta que el nopal se extrae siempre de poblaciones naturales **(Maldonado y Zapien, 1977)**.

- **Cosecha en ganadería extensiva.**

Esta práctica se refiere a la cosecha directa por los animales. En los grandes ranchos, es común la utilización de esta planta forrajera como alimento, para bovinos, caprinos, ovinos y la fauna silvestre, ya que es consumida en su totalidad junto con las espinas, sin embargo, este tipo de consumo genera serias consecuencias principalmente en el hocico del animal, e incluso en algunas ocasiones la muerte por inanición, al no poder tragar el alimento.

- **Despunte del nopal.**

Es un sistema de cosecha utilizado por el vaquero y los pastores en el campo, el cual consiste en despuntar las pencas (corte del ápice, en el que se encuentra la mayor parte de las espinas), con un cuchillo, permitiendo con ello facilitar la ingestión de la planta con todo y espinas. Pero una desventaja de esta práctica es el desperdicio de planta, por lo que no es recomendable **(López et al., 1982)**.

- **Chamuscar en pie.**

Sistema de utilización del nopal forrajero *in situ* por los bovinos, que consiste en chamuscar en pie a la planta que es cosechada por los mismos animales, estos son consumidos al ras del suelo, lo cual provoca frecuentemente la muerte. En cuestión de los pastores de ganado caprino y ovino, llevan a sus animales a consumir gramíneas y arbustos, y cuando se encuentran con una población de nopales, los chamuscan con un chamuscador de gas o petróleo, esto para quemar las espinas que por ende van a ser consumidas por los animales y podrían causarles serias consecuencias. Estos sistemas de cosecha son destructivos debido a que al ser quemados, los restos tienden a pudrirse, hasta morir **(López et al., 1982)**.

- **Quema en pie.**

En este sistema, el ganadero coloca leña alrededor de las plantas de nopal que va a utilizar y las quema. Con este método los animales cosechan la planta en su totalidad, ya que mediante el calor generado al momento de la quema los tallos macizos se ablandan. Ésta práctica también provoca muerte en la planta.

- Corte y chamusque *in situ*.

Consiste en cortar las pencas y chamuscarlas *in situ*, quemando las espinas con leña. Las pencas son cortadas con un machete y se les ofrece a los animales en pequeños trozos.

En el caso de las nopaleras silvestres que son utilizadas para proveer forraje a los establos su manejo por lo general es destructivo, ya que su cosecha implica el ser cortadas con un azadón o con un talache en que generalmente se extrae toda la planta incluyendo la raíz, por lo que se propicia la deforestación en estas áreas e incrementan el proceso de desertificación (Flores y Aguirre, 1992).

Ventajas y desventajas del nopal como forraje.

Lozano (1958) respalda las ventajas y desventajas de esta planta

Ventajas

- Se considera una fuente de alimento en época de sequía, cuando otros forrajes no están disponibles.
- Alto contenido de agua, que reemplaza al agua de bebida
- Se puede aprovechar en cualquier época del año.
- Posee gran capacidad de adaptación a climas áridos y semiáridos.
- Altos rendimientos por hectárea.
- Su propagación es fácil.
- Tolerante a podas frecuentes.
- Conserva su calidad en pie por un largo tiempo.
- Mantiene alta digestibilidad en sus pencas maduras.

Desventajas

- Para poder llenar los requerimientos de un animal se necesita de grandes cantidades de materia verde.
- Para ser consumido por los animales necesita un previo chamusque debido a sus espinas, lo cual limita al animal consumirlo de manera natural.
- Es necesario complementar el nopal con alimentos proteicos, heno y zacates o forrajes secos, debido a su carencia de proteína.

- El consumo directo del nopal espinoso causa heridas internas como externas a ovinos y bovinos.

Consumo por los animales

Se tiene una aproximación de que el ganado vacuno puede consumir de 15 a 40 kg de cladodios frescos/día/cabeza, pero en condiciones de sequía extrema el consumo puede llegar hasta los 90 kg si los cladodios están en disposición en este caso, mientras que las ovejas y las cabras consumen entre 3 y 9 kg/día.

En cuestiones del ganado estabulado, el consumo puede variar de 15 a 95 Kg/día dependiendo de la disponibilidad de otros forrajes que en su momento son más importantes en la dieta como ejemplo la alfalfa (fresca o henificada), rastrojo de sorgo, harina de maíz o semilla de algodón. Fuentes de heno más comunes son los rastrojos de maíz o frijol, trigo o avena, que a comparación de opuntia posee bajo valor nutricional.

Aportación nutrimental del Nopal

Las características nutrimentales del nopal varían dependiendo de la edad de las pencas, elemento que se debe de tomar muy en cuenta al momento de utilizarlos en la alimentación del ganado, (**Guzmán y Chávez, 2007**) desarrollaron un análisis de composición química de cladodios de nopal (*Opuntia ficus-indica*), en el que encontraron que el cladodio de un mes de edad es más rico en vitamina C, carbohidratos y proteínas, a comparación del cladodio de un año de edad presenta contenidos mayores de calcio, sodio, potasio y hierro, así como de fibra.

La utilización del nopal ha recaído más en la disminución de costos de producción de carne en ganado ovino en un 48 a 65% obteniendo resultados exitosos cuando se incluye en proporciones que varían desde 15 al 30% (en base a peso seco) de la dieta como lo expresan los resultados obtenidos por (**Aranda-Osorio et al., 2008**) al usar dietas en las que este incluyó nopal fresco picado.

El contenido de nutrientes para el ganado va a depender de la especie que se le sea suministrado, la variedad, así como también del manejo que se le dé a la planta cultivada, aunque si bien su contenido de proteínas ni es alto, el nopal constituye una gran fuente de alimento para el ganado a bajo costo. Además de ser una fuente

de nutrientes, también es un reservorio de agua por los altos contenidos que tiene este en las pencas de la planta ya que el contenido de materia seca llega a constituir poco menos del 15%, dejando así el contenido de agua en un 85 al 90%.

Relación entre consumo de agua por ganado y consumo de nopal.

López y Elizondo (1998), mencionan que el proporcionar agua al ganado en épocas de sequía es un problema ya muy serio en zonas áridas, esto porque los animales gastan mucha energía para poder llegar a los aguajes, consecuentemente se produce una degradación de los pastizales que en esa área se encuentran. Respecto a lo anterior **Nefzaoui y Ben Salem (1998)** en Túnez, demostraron que los animales no necesariamente beben agua cuando el consumo de nopal es diario cercano a 300 g de materia seca por día. El volumen de agua que consumen los animales se reduce de 2.4 litros para la dieta del testigo, a 0.1 litros cuando el nivel de nopal sin espinas es superior a 300 g de materia seca, inclusive cuando el consumo de nopal es más alto dejan de beber. (Cuadro 2)

Cuadro 2 Contenido natural de agua en el nopal (gr)

Especie	Contenido de agua	
	Máxima	mínima
<i>O. ficus indica</i> (Nopal de castilla)	93	88
<i>O. cantabrigiensis</i> (Nopal cuijo)	84	68
<i>O. lindheimeri</i> var. <i>tricolor</i> (Nopal cacanapo)	86	72
<i>O. lindheimeri</i> var. <i>subarmata</i> (Nopal cacanapo)	87	76
<i>O. imbricata</i>	84	70

Análisis bromatológico del nopal

A continuación en el cuadro 3 se muestran resultados de análisis bromatológico en diferentes especies de especies, en el cual se espera una variación significativa teniendo así a *O. rastrera* con un nivel más alto de materia seca, y es importante especialmente para el cálculo de las dosis o raciones para el ganado, y *O. cantabrigiensis* como *O. lindheimeri* mostraron niveles más altos en proteína cruda. Los factores principales que influyen en la variación del análisis bromatológico de estas especies se deben a factores fisiológicos, factores endógenos (especie, genotipo y variedad) y ambientales, tales como el suelo, fertilidad del suelo, clima y

estación del año. Para el análisis de minerales se tiene poca información en México respecto a *Opuntia*. Los principales componentes minerales de las cenizas de *Opuntia* son: calcio, potasio, magnesio y sodio, por lo general encontrados como sales y silicio. Hierro y aluminio son encontrados como trazas. **(Hernández, 2006)**.

Cuadro 3 Análisis bromatológico de géneros, especies y variedades de nopal (expresado en % en base a materia seca) **(Vázquez et al., 2008)**

Especie	MS	MO	PC	GC	Fibra	Ceniza	ELN	autor
<i>O. rastrera</i>	14.41	59.89	2.78	0.76	6.18	40.11	43.23	Palomo, 1963
<i>O. cantabrigiensis</i>	11.86	68.46	4.78	1.09	3.71	31.54	58.87	Palomo, 1963
<i>O. lindheimeri</i>	11.57	74.51	4.15	1.03	3.02	25.5	66.25	Palomo, 1963
<i>O. robusta</i>	10.38	81.41	4.43	1.73	17.63	18.59	57.61	Palomo, 1963
<i>O. ficus-indica var amarillo oro</i>	11.29	86.93	3.81	1.38	7.62	13.07	74.13	Bauer y Flores, 1969
<i>Nopalea spp</i>	10.69	73.79	8.98	1.51	17.21	26.21	50.7	Griffiths y Hare, 1906

MS=materia seca; MO=materia orgánica; PC=proteína cruda; GC=grasa cruda; ELN=extracto libre de nitrógeno.

Composición química del nopal

La composición química del nopal es muy variable en función de la especie, edad de las pencas y consecuentemente la época del año. Por las características adaptativas que presenta en ambientes áridos el nopal tiene bajos niveles de materia seca, proteína cruda y valores medianos de FDN (Fibra detergente neutro) y FDA (Fibra detergente ácido). La gran riqueza que posee el nopal lo contiene en sus altos niveles de carbohidratos no estructurales y materia mineral.

El nopal también presenta altos niveles de agua en su composición, lo cual la hace muy atractiva en zonas desérticas debido a la humedad que contiene que por ende cubre las necesidades de agua que los animales requieren en ese ambiente principalmente en el periodo seco **(Santos y Santos, 2001)**. Por las características presentadas el nopal no puede ser ofrecido a los animales como único alimento, ya que contiene limitaciones de proteína y fibra dejando así incompleta las necesidades del ganado, por lo tanto se recurre a la asociación con alimentos ricos en proteínas y fibra. (Cuadro 4)

Cuadro 4 Opuntia ficus-indica

Estación	MST	C	PC	EE	FC	ELN	M O	Autor
Primavera	93.43	31.15	6.89	2.1	17.89	41.97	62.28	Gopar, 2001
Verano	91.05	27.92	8.71	1.98	14.59	46.80	65.62	Salas, 2004
Otoño	90.94	21.04	9.14	1.48	14.47	54.69	69.90	Sánchez, 2001
Invierno	94.45	28.55	8.48	2.58	16.58	56.19	65.8	Montes, 2003

MST=Materia Seca Total. C=cenizas. PC=Proteína Cruda. EE=Extracto eterio. ELN=Extracto libre de nitrógeno. MO=Materia orgánica (%)

Contenido de minerales

En el caso de las cactáceas, su composición de cenizas varía en las distintas especies, como también dentro de la misma especie. Sus componentes principales son: calcio, potasio, también se encuentran algo de magnesio, sodio y pequeñas cantidades de hierro, aluminio y manganeso, los cuales predominan en forma de carbonatos, aunque también suelen encontrarse en forma de cloruros, sulfatos y en pequeñas cantidades de fosfatos (**Granados y Castañeda, 1996**). (Cuadro 5)

Cuadro 5 Composición mineral del nopal *Opuntia ficus-indica*

MINERAL	VALOR
Calcio (ms/kg MS)	42.0-52.1
Fósforo (ms/kg MS)	1.0-18.0
Sodio (ms/kg MS)	0.6
Potasio (ms/kg MS)	12.0-26.0
Magnesio (ms/kg MS)	11.0-14.0
Cobre (ms/kg MS)	6.5
Hierro (ms/kg MS)	170.8
Manganeso (ms/kg MS)	170.0-248.0
Zinc (ms/kg MS)	10.0-31.0

Fuente: **Luna y Urrutia (2008)**

Implicaciones del nopal en las características químicas de la carne y la leche en rumiantes.

Analizando el efecto del consumo de nopal en las características de la leche de cabra, se encontró que el nopal no afecta en ningún aspecto a la misma, por lo tanto su uso y empleo en la alimentación de cabras lecheras no tiene defecto alguno en cuanto al sabor como muchos consumidores piensan. Con relación a la carne de animales que también son alimentados con nopal, estudios demuestran que el nopal cambia la composición de ácidos grasos en la carne, es decir, en las grasas benéficas para la salud. **Salen (2007)** Indica que la carne de animales alimentados con nopal posee más 20% de ácidos linoleicos conjugados a comparación de la

carne de animales alimentados a base de cebada. Con esto se demuestra el potencial que tiene la producción de carne de animales que son alimentados con esta planta que es benéfica para la salud.

Concentración de AGV.

El suministrar nopal en la alimentación para rumiantes aumenta también significativamente ($P > 0.001$) las concentraciones de ácidos grasos volátiles (AGV). Se consiguieron concentraciones más altas de AGV mediante el empleo de 300g de MS de nopal en la dieta. Como también las proporciones de propionato y butirato aumentaron en los animales que se les suministro nopal sin espinas. El suministro de nopal ocasionó una ligera reducción de la proporción de acetato en el fluido del rumen y un incremento en las concentraciones de propionato y butirato. Por lo que parece ser que el nopal tiene el mismo efecto que los carbohidratos solubles en la digestión de los rumiantes **(Nefzaoui y Ben Salem, 2003)**.

Efecto laxante.

Gutiérrez (2007) menciona que un problema común que se tiene cuando los cladodios o pencas del nopal son empleados como alimentos a las ovejas y al ganado es su severa acción laxante. Esto no se puede considerar como un problema o síntoma de enfermedad y no tiene efectos negativos en la salud del animal. Aclarando lo anterior es más bien el paso rápido por el sistema digestivo del animal, por su alto contenido de agua y fibra. El efecto producido puede ser detenido mediante la alimentación con forraje que contenga cal (aproximadamente el 3% de la ingesta total) para disminuir la acidez derivada del metabolismo del ácido crasuceláceo de la planta, como también se puede limitar el acceso de los animales al agua potable. Lo recomendable es combinar los cladodios con heno, ya que esto retarda el efecto laxante.

El efecto laxante se manifiesta cuando el volumen del nopal en la dieta es muy alto (más del 50 o 60 % del consumo de materia seca). Este problema no es complicado para resolverse, se considera el empleo de porciones pequeñas de heno o paja antes de distribuir el nopal, es suficiente para tener un tránsito normal **(Nefzaoui y Ben Salem, 2003)**.

Usos del nopal en la producción animal.

La información encontrada respecto a la utilización del nopal forrajero en la alimentación y producción animal es muy variada, ya que mediante la experiencia que han tenido algunos productores e investigadores en relación a ello demuestran la importancia del nopal en diferentes sistemas de producción, como en explotaciones extensivas, así como la producción de carne y leche en explotaciones extensivas. Se tienen referencias de Texas, U.S.A. y Australia que los ovinos tienen la capacidad de sobrevivir de 400 a 525 días sin beber agua, esto en épocas de sequías prolongadas, donde su única fuente de alimento es el nopal, aun sin tener incremento de peso logran salvarse.

- **Ganado bovino productor de leche.**

Por lo general en la alimentación del bovino productor de carne se suele usar el nopal como fuente de alimento picado en pequeños trozos directamente en el comedero, sin embargo en algunas otras explotaciones utilizan el pastoreo del nopal y emplean algunas variedades que carecen de espinas por lo que no hay la necesidad de chamuscarlas. **(Wanderley, 2001)** utilizó una dieta con 36% de nopal, 64% ensilado de maíz y un kg de concentrado para cada 3 litros de leche en vacas Holstein en condiciones semiárida, obteniendo una producción con promedio de 26.5 kg/leche/día con pérdidas de peso vivo de 100 gramos diarios. Por otra parte **(Santos et al., 1997)** alimentando vacas con 75% de nopal y 25% de ensilado de maíz y un kg de concentrado obtuvo una producción de leche con promedio de 9.5 kg en una lactación corregida para 305 días.

Frecuentemente en algunas explotaciones lecheras el nopal es empleado en asociación con otros forrajes de bajo costo como alimento.

- **Ganado productor de carne.**

La región semiárida de Brasil emplea la planta del nopal como fuente de alimento en la engorda de bovinos, asociado a un concentrado proteico, debido a que el nopal carece de proteína, melaza, harina de yuca, y mezcla mineral en engorda de bovinos Holstein, resultando ganancias de peso de 925 gramos al día. Con lo que se demuestra que el nopal es una fuente barata de alimento y adaptada a trópicos

secos. Por otra parte utilizando nopal enriquecido con ensilado de sorgo, se tienen ganancias superiores a 1, 100 gr al día en ganado Angus.

- **Ganado caprino.**

El nopal es utilizado también en la dieta de caprinos, generalmente en la alimentación de caprinos lecheros. Así como en bovinos, en caprinos el nopal es ofrecido en pequeños trozos, sin embargo estos tienen que estar picados en menor tamaño, aunque esto signifique más trabajo por ser pequeño rumiantes y estos requieren porciones menores.

- **Ganado ovino**

Veras et al. (2005) Observó, que sustituyendo maíz por nopal en la dieta de borregos, promueve la disminución de los costos generales de producción.

Bajo el sistema de libre pastoreo en el campo, las ovejas consumen menos *Opuntia* que las cabras, dicho consumo alcanza aproximadamente 3-5 kg/día.

El consumo de *opuntia* que hacen las ovejas, está relacionado con la calidad de lana que producen, atribuido al incremento del contenido de lanolina. Este efecto se observó con un consumo diario de 7 kg/animal en Tamaulipas y Nuevo León y hasta 7-9 kilos en otras regiones (**De Klerk, 1960**).

Empleando un modelo de regresión lineal, (**Flores, 1977**), predijo un incremento de 2 a 3 veces en peso corporal de ovejas que fueron alimentadas con *Opuntia* y al mismo tiempo suplementadas con heno de alfalfa, remolacha, y maíz ensilado para ovejas de 32 kilos de peso.

Comportamiento del nopal de acuerdo a la disponibilidad del agua y nutrimentos

Un estudio en cuanto a la eficiencia del agua se llevó a cabo en *Opuntia ellisiana* en condiciones de campo en el estado de Texas, Estados Unidos De América, principalmente se observó que se necesitan de 162 litros de agua para poder producir un kilogramo de materia seca, lo cual hace de esta especie superior a otras plantas, en cuanto a eficiencia en el uso del agua (**Han and Felker, 1997**). **De Kock (2001)** recalca que la eficiencia en el nopal de 267 litros para producir un kilogramo

de materia seca y al compararla con el sorgo, el trigo y la alfalfa, se obtiene que *Opuntia* es más eficiente que los anteriores que necesitan 666,750 y 1000 litros de agua para poder producir un kilogramo de materia seca.

El nopal ha demostrado que puede mantenerse en condiciones extremas de aridez, la planta cuenta con un gran almacenamiento de reservas y agua en sus tejidos que le permiten sobrevivir a los periodos de sequias prolongados, y al tener la disposición de la humedad en el suelo, se inicia la absorción de agua y consecuentemente el crecimiento.

Por otra parte **Nobel (1995)** reporta que los principales nutrimentos que influyen en el crecimiento de *Opuntia* con el Nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S), como también se encuentran presente el boro (B) y el sodio (Na) en el suelo.

Algunos trabajos de investigación hechos en diferentes países reflejan la respuesta favorable en cuanto el fertilizante aplicado a estas plantas, por ejemplo en *Opuntia engelmanni* demostró que aplicaciones altas de nitrógeno, hasta 160 kilogramos por hectárea, incrementan el número de brotes vegetativos **(Mulas y Mulas, 2004)**.

Al aplicar fertilizante no solo se consigue el incremento en el rendimiento, también contribuye a mejorar la calidad nutritiva del forraje, haciendo que el sistema de producción sea más eficiente al aumentar la calidad y producción. Uno de los indicadores que nos demuestra el incremento en la calidad de *Opuntia* es el contenido de proteína como se obtuvo en *O. lindheimeri* en el que se aplicó 67, 124 y 135 kg de nitrógeno por hectárea se obtuvieron incrementos en el contenido de proteínas de 3.1, 4.2 y 4.4 puntos porcentuales **(Mulas y Mulas, 2004)**, siempre hay que considerar que el contenido de proteínas está ligado a la especie y la edad de la penca **(Ramírez et al., 2007)**.

Algunas de las características que han hecho de esta planta un alimento importante para el ganado bovino, caprino, equino, asnal y animales silvestres de las zonas áridas y semiáridas del país son su alta digestibilidad y palatabilidad, que ofrece

facilidades como su manejo, resistencia al ser transportados, abundancia principalmente, tasa de recuperación de la cosecha y productividad.

Otra característica es, su fácil establecimiento, mecanismo de sobrevivencia en base a sus espinas, siempre verde lo cual la hace ver atractiva como alimento para el ganado. Se puede considerar como una planta de doble propósito, ya que no solo es alimento, también influye en el equilibrio ecológico, evitando que los suelos se erosionen.

Importancia socioeconómica del nopal

El nopal es una especie nativa del continente americano y por ende actualmente tiene una distribución mundial. Es reconocida como la cactácea de mayor importancia económica con 3.5 millones de ha. De nopaleras silvestres y como también más de 1.5 millones de ha. De nopaleras cultivadas, de las cuales el 88.39% están destinadas a la producción de forraje, mientras que el 6.25% está destinado a la producción de tuna, el 4.64% a la producción de grana de cochinilla y el 0.72% a la producción de nopalitos. Hoy en día esta planta se cultiva en más de 20 países entre los que destacan Brasil, México y Perú. (Cuadro 6)

Cuadro 6 Superficie cultivada con nopal en países productores y sus diferentes usos.

País	Superficie (ha)			
	Forraje	Tuna	Nopalitos	Obtención de cochinilla
Brasil	500, 000	-	-	-
Sudáfrica	350, 000	4, 500	-	100
Norte de África	250, 000	20, 000	-	-
Italia	-	3, 000	-	-
México	10, 048	72, 500	10, 930	10
Estados Unidos	10, 000	200	200	-
Perú	-	2, 974	-	70, 000
Bolivia	-	-	-	1, 000
Chile	2, 000	1, 100	-	395

Fuente: Flores (2004), SIAP (2005) y Sáenz, (2006).

Nopal como un recurso

El cultivo y aprovechamiento de los nopales que pertenecen a la familia de las cactáceas, las cuales son remontadas a las antiguas culturas mesoamericanas y la importancia que tienen en la vida social, económica y religiosa ha alcanzado niveles altos.

Estas plantas tienen un variado potencial de aprovechamiento, de ellos destacan; nopal de verdura, que si bien constituye fuente de alimento para el ser humano, por otro lado el nopal forrajero de ser un alimento para los animales en tiempos de sequía también son considerados como cercos. Considerada también como planta medicinal, y como materia prima en cosméticos por los tintes que proporciona. Y principalmente en la conservación del suelo, y por ende del medio ambiente para combatir la contaminación atmosférica.

- **Como cerco**

Si bien se sabe que el nopal funge principalmente como alimento al ganado, también cumple con otras funciones que ayudan tanto económicamente como sustentablemente, prueba de ello son los cercos en predios familiares a base de estas plantas, y a su vez también son empleados como cercos ganaderos teniendo una menor inversión en la infraestructura (**Flores y Ramírez, 1995**).

- **En la conservación del suelo**

Una de las plantas más utilizadas para proteger el suelo es la planta del nopal, con ella evitamos la desertificación en áreas donde la erosión del suelo es significativa; esta puede formar “setos” en curvas de nivel que ayudan a controlar la erosión del suelo, además de que el nopal soporta los ambientes desfavorables del desierto, que se caracterizan principalmente por una pobre precipitación y errática, como una alta oscilación térmica diaria y anual (**Flores y Ramírez, 1995**).

- **Con fines de reforestación**

En las regiones áridas y semiáridas del norte de México el nopal se ha utilizado como un sustituto de forraje en ausencia de alimento para el ganado debido a la sequía, por lo cual sufre una explotación comercial alta en la que se tiene que considerar su manejo y los cuidados que esta requiere para su posterior

regeneración. Por las características que presenta se puede cultivar con éxito, tomando en cuenta las especies a plantar, así como el establecimiento de medidas de protección al plantío, para posteriormente hacer uso de ellas de una manera racional evitando con ello la erosión y recuperando los terrenos accidentados para que en un futuro halla espacio para otras nopaleras y así conservar el área en buen estado, ya que el nopal como planta CAM, por la noche consume CO₂ en grandes cantidades, por lo que es recomendable su uso en lugares como ciudades en la que la contaminación está presente (**Borrego, 1984**).

- **Alimentación de fauna silvestre.**

Esta planta también ha servido como forraje para la fauna silvestre de México, desde la aparición de la misma, pero fue a raíz de la conquista y colonización del norte de México en el que fueron introducidos los bovinos, ovinos, caprinos y equinos domésticos, dando lugar así a las grandes haciendas ganaderas de esa época colonial, independiente y porfirista. Por lo general el ganado en este tiempo basaba su alimentación en gramíneas y leguminosas arbustivas que se encontraban en el agostadero, pero en épocas y tiempos de sequía era necesaria la utilización de otros forrajes disponibles como el nopal y el maguey (**Starker, 1990**).

El reparto de las tierras y la creación de los ejidos, provocaron el incremento de las poblaciones ganaderas, sin mejorar los sistemas de producción y manejo de ganado, consecuentemente resultando un sobrepastoreo que ha provocado la degradación de la vegetación y la erosión del suelo.

En la actualidad existen ranchos ganaderos que cuentan con la disponibilidad de esta planta, es decir, que ellos mismos asentaron esas plantas cuidando su manejo, por lo cual no han sufrido la misma pérdida de ganado que otras regiones que carecen de este recurso extra.

Plagas y enfermedades del nopal

Al igual que en todos los cultivos, en el nopal también se presentan varias amenazas, siendo estas plagas o enfermedades que causan un serio daño a la planta, por lo que es necesario la implementación de programas adecuados de

control, para que el cultivo tenga buen desarrollo, crecimiento y posteriormente buena producción.

Guevara (1977) realizó un estudio sobre *Cheniladea tabulata* (chinche gris del nopal), como también una evaluación preliminar de insecticidas para su control. Las plagas que se llegan a presentar en el nopal pueden ser controladas mediante la poda, que se realiza al momento de la cosecha de forraje, ya que por lo general y periódicamente se elimina la parte más succulenta, quedando en el campo la parte más fibrosa de la planta y por consecuencia la menos apetecida por las plagas.

Cuadro 7 Algunas plagas que más frecuentemente atacan al nopal son:

Nombre común	Nombre científico
• Picudo barrenador	<i>Cactophagus spinolae</i>
• Picudo de las espinas	<i>Cylindrocopturuds 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 Muller</i>
• Nematodos	<i>Heterodera cacti</i>
• Gusano de alambre	<i>Melanotus spp.</i>
• Gallina ciega	<i>Phyllophaga spp.</i>

Con respecto a las enfermedades, las más comunes que atacan al nopal son:

Nombre común	Nombre científico
• Pudrición negra	Maerophomina spp.
• Gomosis	Dothiorella Ribis
• Mancha de oro	Alternaria sp.ascochitasp.
• Pudrición de la epidermis	Xantomonas
• Engrosamiento de cladodios	por virus o micoplasmas
• Pudrición suave	Erwinia Carotovora

Daños por roedores

Otra de las amenazas para el nopal, es la presencia de roedores en la zona o región de plantación, en este caso el plantío se hizo a campo abierto sin tener control de la radiación solar y mucho menos de los roedores. Siendo una zona árida y con poca disponibilidad de forraje verde, los roedores se ven la necesidad de consumir el nopal debido a la cantidad de agua que les proporciona, consumiendo aproximadamente el 50% de las pencas, y al mismo tiempo dejando vulnerable la supervivencia de dicha planta.

Por lo general las liebres prefieren los cladodios exteriores de la planta, y estos no se ven la necesidad de consumir el nopal por su calidad nutrimental, sino por la menor cantidad de espinas y glóquidas que contiene el tipo de *Opuntia ficus-indica* lo cual facilitan su consumo, como también por su disponibilidad en esta zona como forraje verde sobre otros forrajes que en esta región no proliferan en épocas de sequía.

MATERIALES Y MÉTODOS

La ubicación de dicho establecimiento de nopal forrajero se encuentra entre los $101^{\circ} 53' 54''$ y $101^{\circ} 49' 18''$ de longitud oeste y entre los $27^{\circ} 58' 34''$ de latitud norte. Su localización esta aproximadamente a 36 kilómetros con rumbo norte, situado en camino de terracería a partir de la localidad denominada como “Estación Marte”.

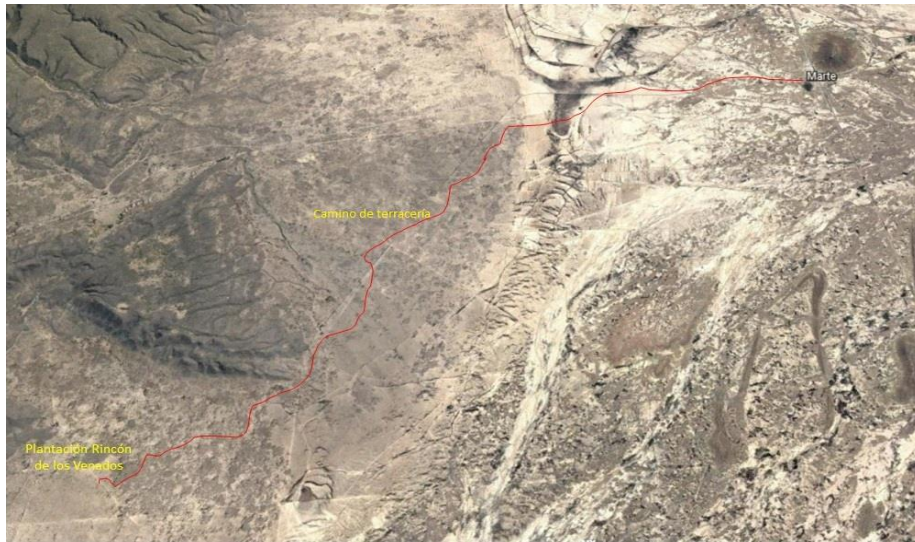


Figura 1. Ubicación de la plantación.

Clima.

El predio se encuentra dentro de la subprovincia fisiográfica sierra de la Paila y otra pequeña porción de la misma en la provincia fisiográfica de la laguna del Mayran, en ellas podemos identificar diferentes tipos de climas, más sin embargo, predominan las de clima de tipo seco debido a la zona árida. El que más sobresale en el área es el Bsokw (59.89%) que corresponde a un clima seco templado, cuya localización está situada en altitudes que superan los 1,500 msnm, en la sierra de la paila y la sierra Alamos, como también se encuentra presente el Bsohw (39.52%) el cual representa un tipo de clima seco semicalido que se extiende en gran parte de las sierras, llanuras y bajadas. También se encuentra el clima BW hw que principalmente se caracteriza por su clima de tipo muy seco hasta desértico el cual ocupa el 0.58% del total que tiene el área del predio.

El predio denominado como “Rincón de los Venados” se encuentra dominado por la presencia de una bajada llamada “el muerto” la cual está asociada con lomeríos de

pendientes suaves que se distribuyen con rumbos suroeste-noroeste y que representa el 70.83% del total del área que cubre el predio. También se localizan las topo-formas que se clasifican como mesetas y llanuras cubriendo 18.69% y 10.47% que se caracterizan principalmente por presentar pendientes suaves.

Geología

En esta área predominan las rocas calizas que provienen por lo regular del cretácico inferior; esta se localiza sobre el sistema de sierras.

Sim embargo, en superficies que tiene pendientes menos pronunciadas, donde dominan los sistemas de topo-formas de llanuras y bajadas predominan los suelos de tipo aluviales, con periodo que según los datos datan del cuaternario.

Edafología

El área de la plantación se caracteriza por presentar en más de la mitad de la superficie, suelos someros denominados litosoles, que generalmente carecen de fase química o física, estos están localizados principalmente en las sierras y con menor presencia en bajadas y llanuras; los cuales están asociados a las Rendzinas.

Aquí también existe una gran variación en la formación de suelos, por lo que podemos mencionar que un tipo de suelo más representativo es el Xerosol háplico, el cual cubre una superficie equivalente al 30.78%, como también presenta fase física petrocalcica y carece de fase química.

Como también puede observarse la presencia de algunos suelos Xerosoles cálcicos (23.99%) en las bajadas del área de cultivo, esta se caracteriza por no presentar fase física, pero si presenta fase química acompañado de sales.

Hidrología

De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua (CNA) está ubicado en la región administrativa de las “Cuencas Centrales del Norte” dentro de la región hidrológica 36 Nazas-Aguanaval (RH-36), en la cuenca RH-36E (Laguna de Mayran-Viesca), Subcuenca RH-36E-b y finalmente dentro de la cuenca aportante RH-36E-b5 denominado microcuenca “El Alamito” esta última según la propuesta por parte de **SFA-UAAAN (2003)** para el estado de Coahuila.

Debido a que las corrientes superficiales en la región son por lo general de tipo intermitente, los valores de escurrimiento medio anual son menores al 10% de la precipitación.

Vegetación y uso del suelo

Los diferentes tipos de vegetación que en esta región existen, son por lo general los mismos que se presentan en la sierras transversales y los pliegues de saltillo-parras: Matorral desértico micrófilo y rosetófilo, estos son los tipos de vegetación más comunes en el área, el cual cubre el lugar de la plantación, mismo que los tipos de vegetación ocupan un 50.85% (Matorral Rosetofilo crasirrosulifolio) de la superficie total del predio, como también del matorral Micrófilo Subinorme, el cual ocupa un 48.36% y por último el Matorral Micrófilo inorme, que también ocupa una pequeña porción e 0.77% del total del área.

Nopal Cacanapo (*Opuntia lindheimeri*)

Planta arbustiva, sub erecta a postrada, de 1 a 3 m de altura, de artículos obovados o en algunos casos alargados, generalmente de 15 a 25 cm de longitud, normalmente de 12 a 20 cm de ancho, de coloración verde y que tiende a verde azulado, más intenso conforme aumenta la latitud hacia el oeste. De hojas angostamente cónicas, de 3 a 9 cm de largo. Espinas presentes en la mayoría de las areolas del artículo, excepto en las más basales, amarillas o a veces blanco amarillentas, en ocasiones la base negra, morena o roja, de unas seis por areola, en algunos casos una de ellas extendidas, tubulada, de 12 a 38 o hasta 50 mm de longitud, base de 0.7 cm de ancho. Flores de 5 a 8 de diámetro, segmentos exteriores del perianto obovados de 0.6 a 3.5 cm de largo, mucronatos de color amarillo a verde rojizo, estilo de 1.2 a 2 cm de longitud, de color amarillo verdoso, lóbulo del estigma de 6 a 8 y de 4.5 a 6 mm de longitud. Fruto carnoso, obovado o alargado de 3 a 7 cm de longitud por 2.5 a 3 y hasta 3.8 cm de diámetro. Sus semillas son de color bayo claro. Asimétricamente elípticas de 3 a 4 mm de largo, 2.5 a 3 mm de ancho y 1.5 mm de espesor. La distribución de esta especie es muy variable y está ampliamente extendida con sus diferentes formas en algunos estados de EE.UU.: al suroeste de Luisiana, al noreste de Nuevo México, al suroeste de Arizona, al sureste y suroeste de Texas. En la república mexicana se encuentran

distribuidas en los estados de Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, Durango, Chihuahua (**Britton y Rose, 1973; Lamb y Lamb, 1983**).

Metodología

El área de estudio se basa en el establecimiento de una plantación de nopal *Opuntia*, en la región conocida como rincón de los venados ubicada a 36 kilómetros del ejido “Estación Marte”.



Figura 2. Plantación de nopal forrajero

La plantación consta de la variedad *Opuntia lindheimeri*, la cual se llevó a cabo de la siguiente manera:

El material vegetativo que se utilizó en la plantación se extrajo de un plantío que se encuentra ya asentada en el mismo predio, **Borrego y Burgos (1986)** señalan que la reproducción asexual se puede dar por medio de las pencas o cladodios o fracciones de la mismas para generar otro ser vivo de la misma especie. Por lo cual estas pencas fueron trasladadas a otro espacio en el que posteriormente se iban a plantar.

Para la plantación se seleccionaron pencas de 1 a 2 años de edad que estuvieran en buen estado físico, que no presentaran daño, que estuvieran sanas, especialmente libres de pudrición negra o alguna otra plaga o virus que la afectara en su posible desarrollo, daños por insectos, roedores, malformaciones u otras

enfermedades, como también se extrajeron de nopaleras que reflejaban buen crecimiento y número de pencas con el fin de no dañar a la planta madre.

El material vegetativo seleccionado fue de 1 a 2 pencas por planta, estos se cortaron con un machete dejando que las pencas reposaran en un lugar asombrado por dos días. Esto para evitar que la planta sufra algún daño que provoque su deshidratación en las heridas echas por su corte, o el mismo traslado al área de plantación.

Orientación de plantación.

Las pencas fueron plantadas con orientación Norte-sur (**De la Rosa; Santana, 1992**) esto para evitar que la radiación solar no afecte las caras de la penca al amanecer y atardecer, lugar en el que la radiación afecta directamente y así evitar pudrición o calcinación en la planta. **Becerra, (1975) citado por Borrego y Burgos, (1986)** mencionan que dicha orientación Norte-sur propicia a que la planta tenga una mayor captación de luz solar directa y por ende se acelera la síntesis de carbohidratos y auxinas.

Distancia de plantación.

La plantación se realizó a una distancia de metro y medio entre planta y planta, como también metro y medio entre hileras, para facilitar el manejo que posteriormente se le puede dar.

Labores de cultivo.

Si bien se sabe que el nopal es una planta rustica que prolifera sin necesidad de un gran número de labores culturales, más sin embargo es necesario realizar una secuencia de labores que garanticen la supervivencia y buen desarrollo de estas plantas para obtener mayor rendimiento por unidad de superficie.

De inicio la plantación contaba con nueve surcos, con 25 plantas por surco. Posteriormente se plantaron cinco surcos más arriesgando a que éstas últimas alcanzaran las mismas condiciones en crecimiento y cobertura que las plantas primerizas.

Se hicieron nueve surcos con 25 plantas por surco, con ayuda de una cuerda se extendió del inicio del surco al final para trazar la línea en la que las pencas irían

plantadas, con ayuda del talache se hicieron pequeñas excavaciones en suelo de aproximadamente 10 cm de profundidad con una distancia de metro y medio entre planta, con las pinzas se fueron colocando las pencas de nopal en las zonas excavadas enterrando el 50 % de la penca una tras otra y posteriormente con la misma materia escarbada se cubrió la base de la planta en su totalidad compactándola a su alrededor. El mismo proceso se llevó a cabo con los surcos extra que se plantaron, en algunos casos la planta quedó muy por encima del área escarbada. Con ello la plantación contaba con 14 surcos de 25 plantas por surco tomando en cuenta los surcos que posteriormente se plantaron.

Control de maleza.

En este aspecto no se hizo control de maleza, debido a que la plantación se hizo a campo abierto, es decir, sin control de roedores en cuestión de consumo o daños, como también de la radiación solar. Tomando en cuenta que posteriormente se pueden observar, analizar y estudiar aspectos como la competencia de plantas asentadas en el área de plantación contra las pencas de nopal recién plantadas en cuanto a nutrimentos, luminosidad, agua y suelo.

La siembra del nopal se llevó a cabo en el mes de septiembre del 2011, donde la época de lluvia estaba presente, para así garantizar la supervivencia de las plantas sembradas. Obteniendo una parcela compuesta de 350 plantas, divididas en 14 surcos de los cuales cada surco consta de 25 plantas.

Plantación original

La plantación ya se encontraba asentada en el lugar; con ayuda de una hoja de campo en el que se registraron los datos a recabar se midieron cuatro variables (crecimiento, cobertura, no. de pencas y no. de rebrotes) por planta de cada surco, los cuales fueron recolectados en diferentes fechas y estaciones del año, teniendo una variación significativa en los datos obtenidos. El primer muestreo se hizo en junio 9 del 2016 teniendo datos precisos en cuanto al desarrollo de la planta debido a la presencia de lluvia que se había citado en la región y en la que aún no se presentaba problemas de ningún tipo.

El segundo muestreo se hizo en enero 20 del 2017 tomando de igual forma datos en cuanto a crecimiento, cobertura, no. de pencas y no. de rebrotes de cada planta que conforma cada surco de la plantación, teniendo también aun presencia de agua en la zona por la temporada invernal, por ende el buen crecimiento y cobertura de la planta. Aunque la presencia de roedores se hacía ya más frecuente, dañando las pencas en un 40%, provocando en algunos casos que la planta dejara de crecer y comenzará a expandir su cobertura o viceversa incrementando su altura pero con menor cobertura.

El tercer muestreo se llevó a cabo en Abril 5 del 2017, tomando las mismas mediciones de crecimiento, cobertura, no. de pencas y no. de rebrotes, pero debido a la amenaza de daños por roedores se incluyó la variable daño, en la cual se analizaría si el daño es por roedor como ya se venía presentando, por plaga o por algún virus o enfermedad. En esta recolección de datos, la temporada de calor había comenzado, por lo que la disponibilidad de forraje verde para los animales silvestres estaba escaso y por consecuencia se hizo aún más grave el consumo de nopal (forraje verde) por los roedores principalmente liebres, lo que generó una variación significativa en los datos obtenidos.

Material y equipo utilizado.

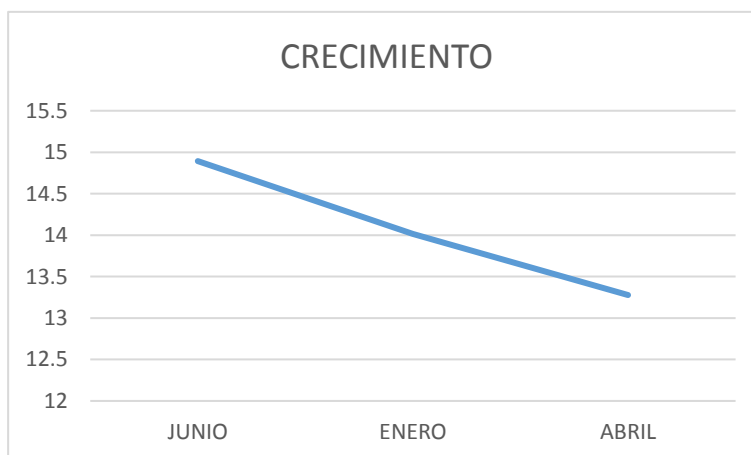
- 2 Palas
- Pinzas
- Guantes
- Talache
- Machete
- Carretilla
- Hilo
- Cinta métrica
- Azadón
- Estacas
- Lápiz
- Hoja de campo

EVALUACIÓN ESTADÍSTICA

Para conocer el comportamiento de la planta de nopal *lindheimeri* respecto al medio en el que se desarrolla y la incidencia que tuvo el consumo de las pencas por parte de los roedores, se realizó una evaluación descriptiva de los datos resultantes en tres muestreos de campo considerando las cuatro variables tomadas (crecimiento, cobertura, no. de pencas y no. de rebrotes). Con ello se observaría principalmente la respuesta de la planta, su desarrollo y supervivencia en la región, como también de su esparcimiento e incorporación a ese medio en el que fue plantada. Se hicieron gráficas basadas en el porcentaje de las medias que proporcionan cada uno de los surcos y que a su vez reflejan los cambios en cada una de las variables tomadas por muestreo, con el fin de observar con precisión el desarrollo de cada una de las variables, comparándolas una con otra. Además se realizó un análisis de regresión para indicar el comportamiento lineal de las variables, y una correlación conjunta de todas ellas. El Paquete que se usó es el SAS versión 9,0

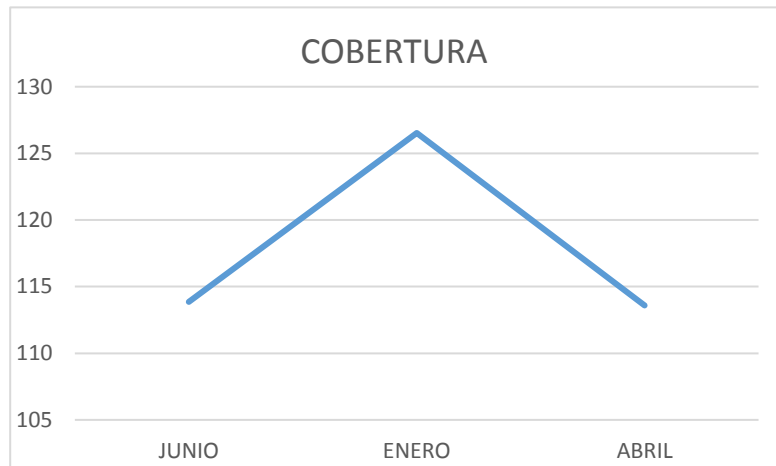
Gráfica 1. Comportamiento del crecimiento durante los meses de junio 2016; enero y abril 2017.

CRECIMIENTO		
JUNIO	ENERO	ABRIL
14.8928	14.0142	13.2771



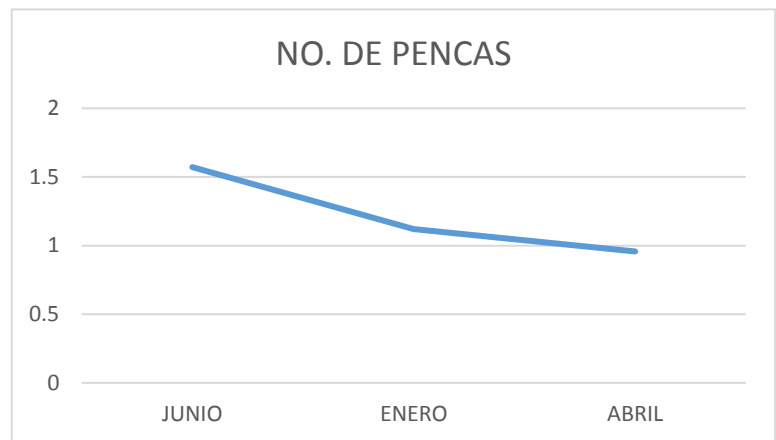
Gráfica 2. Evaluación de cobertura en los meses de junio 2016; enero y abril 2017.

COBERTURA		
JUNIO	ENERO	ABRIL
113.8521	126.5307	113.5871



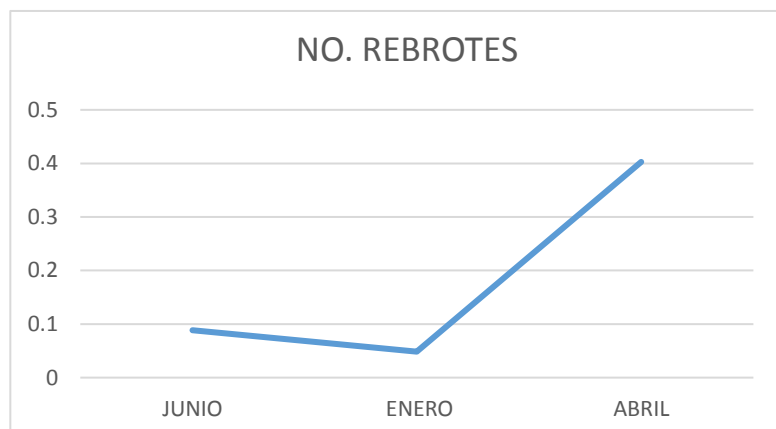
Gráfica 3. Número de pencas registradas en los meses de junio 2016; enero y abril 2017.

NO. PENCAS		
JUNIO	ENERO	ABRIL
1.5714	1.12	0.9571



Gráfica 4. Número de rebrotes registrados en los meses de junio 2016; enero y abril 2017.

NO. REBROTOS		
JUNIO	ENERO	ABRIL
0.0885	0.0485	0.4028



Mediante análisis de regresión se observa el comportamiento lineal de las variables evaluadas y se realizó una correlación conjunta de todas las variables, resultando lo siguiente (Cuadro 8).

Cuadro 8 Comportamiento de las variables evaluadas.

Variable	Número de Observaciones	Media	Desviación estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
Crec	780	18.9160256	10.5649619	55.8519117	0	51.0000000
Cober	780	158.8326923	177.8880408	111.99712	0	1235.00
Rebrot	780	0.2387436	0.5779073	241.052236	0	3.0000000
Pencas	780	1.6141026	1.0681795	66.1779225	0	6.0000000

Respecto al crecimiento se encontró un coeficiente de variación muy alto de 55.85, debido principalmente al consumo que hizo el roedor directamente a la planta, provocando que en algunos casos la planta no creciera en volumen, sino aumentando su altura.

De la misma forma resultó un coeficiente de variación alto en la cobertura de 111.99, asumiendo un consumo uniforme que se dio en la planta, ya que si bien la planta incrementó en altura también en ciertas plantas lo hizo en volumen. Teniendo una planta propagada alrededor de la planta original.

En cuanto al número de rebrotes se observa un coeficiente de variación aún más alto, esto debido principalmente a las lluvias que se suscitaron en la región antes del período de la evaluación provocando la proliferación de los mismos, como también de la modificación que sufrieron las pencas en cuanto al consumo de los roedores, induciendo en algunas ocasiones a la presencia de nuevos rebrotes.

Con respecto al número de pencas, se tiene un coeficiente de variación bajo. Esto al igual que el crecimiento, ocurrió como consecuencia del consumo directo que sufrió la planta, provocando un daño tan severo que en algunas plantas llegó a registrarse un consumo del 80% en la penca, y que al mismo tiempo ocasionara la disminución de su volumen y por ende en algunos casos su supervivencia.

Cuadro 9 Análisis de regresión para la variable Crecimiento

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F - Valor	Pr > F
Modelo	1	559.03331	559.03331	5.03	0.0251
Error	778	86392	111.04334		
Total corregido	779	86951			
Root MSE		10.53771	R - cuadrado	0.0064	
Media dependiente		18.91603	Adj R - Sq	0.0052	
Coefficiente de Var		55.70785			
Parámetros estimados					
Variable	DF	Parámetros estimados	Error estándar	Valor t	Pr > t
Término i	1	20.12857	0.65910	30.54	<.0001
Fechandie	1	-0.04850	0.02162	-2.24	0.0251

Cuadro 10 Análisis de regresión para la variable Cobertura

Fuente	DF	Suma de cuadrados	cuadrados medios	F - Valor	Pr > F
Modelo	1	3658.51478	3658.51478	0.12	0.7341
Error	778	24647138	31680		
Total corregido	779	24650797			
Root MSE		177.98912	R - cuadrado	0.0001	
Media dependiente		158.83269	Adj R - Sq	-0.0011	
Coefficiente de Var		112.06076			
Parámetros estimados					
Variable	DF	Parámetros estimados	Error estándar	Valor t	Pr > t
Término i	1	155.73076	11.13262	13.99	<.0001
Fechandie	1	0.12408	0.36512	0.34	0.7341

Cuadro 11 Análisis de regresión para la variable Rebrotos

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F - Valor	Pr > F
Modelo	1	13.93873	13.93873	44.04	<.0001
Error	778	246.22922	0.31649		
Total corregido	779	260.16795			
	Root MSE	0.56257	R - cuadrado	0.0536	
	Media dependiente	0.23974	Adj R - Sq	0.0524	
	Coficiente de Var	234.65672			
Parámetros estimados					
Variable	DF	Parámetros estimados	Error estándar	Valor t	Pr > t
Término i	1	0.04828	0.03519	1.37	0.1705
Fechandie	1	0.00766	0.00115	6.64	<.0001

Cuadro 12 Análisis de regresión para la variable Pencas nuevas

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F - Valor	Pr > F
Modelo	1	108.50902	108.50902	108.18	<.0001
Error	778	780.33585	1.00300		
Total corregido	779	888.84487			
	Root MSE	1.00150	R - cuadrado	0.1221	
	Media dependiente	1.61410	Adj R - Sq	0.1210	
	Coficiente de Var	62.04687			
Parámetros estimados					
Variable	DF	Parámetros estimados	Error estándar	Valor t	Pr > t
Término i	1	2.14831	0.06264	34.30	<.0001
Fechandie	1	-0.02137	0.00205	-10.40	<.0001

Cuadro 13 Análisis de correlación

Variable	N	Media	típica	Suma	Mínimo	Máximo
Crec	780	18.91603	10.56496	14755	0	51.00000
Cober	780	158.83269	177.88804	123890	0	1235
Rebrot	780	0.23874	0.57791	187.00000	0	3.00000
Pencas	780	1.61410	1.06818	1259	0	6.00000

Coeficiente de correlación Pearson, N = 780				
Prob > r suponiendo H0: Rho=0				
	Crec	Cober	Rebrot	Pencas
Crec	1.00000	0.45190 <.0001	0.06007 0.0936	0.59829 <.0001
Cober	0.45190 <.0001	1.00000	0.08179 0.0224	0.51599 <.0001
Rebrot	0.06007 0.0936	0.08179 0.0224	1.00000	-0.01422 0.6918
Pencas	0.59829 <.0001	0.51599 <.0001	-0.01422 0.6918	1.00000

Respecto a las correlaciones que se efectuaron (Cuadro 13), se encontró que entre crecimiento y número de pencas existe correlación, esto debido a que la morfología de la planta supone un crecimiento positivo mediante el desarrollo y número de pencas. Así mismo, el consumo que el roedor hacía en la planta pudo favorecer un crecimiento vertical de la planta evitando su crecimiento horizontal (cobertura) en algunos casos, como también la proliferación de nuevas pencas, recuperándose del daño poco a poco o mediante el rebrote de nuevas pencas en la planta.

Se observó que existe correlación entre pencas y cobertura, a diferencia del crecimiento vertical que en algunas plantas hubo, también lo presentaron algunas otras creciendo de manera horizontal ya que el consumo fue tan grande que la planta no tuvo capacidad para crecer en altura incrementando su volumen y por ende incrementando el número de pencas por medio de sus rebrotes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de crecimiento se encontró que tiene una pendiente de crecimiento de -0.048, lo que indica que en tiempo transcurrido entre muestreos, las plantas perdieron el 4% de su altura (Cuadro 8). Se comprueba este comportamiento con un nivel de significancia de -0.01 (99% de seguridad). Esta variable se vio afectada principalmente por los roedores que habitan en esa región, consumiendo gran parte de las pencas de nopal y afectando directamente a los cladodios, y a su vez haciendo que la planta pierda la capacidad de regenerar la parte dañada y por ende su crecimiento vertical (cuadro 9).

En cuanto a la variable de cobertura, se tiene un crecimiento del 12% (Cuadro 10), con un nivel de significancia de 0.01 teniendo un comportamiento errático, ya que a las 32 semanas hubo un aumento y a las 42 semanas una disminución, esto a consecuencia del daño en la planta por consumo de roedor. La recolección de datos se efectuó en diferentes estaciones del año, principalmente en temporadas de sequía, lo que representa una mayor demanda en consumo de la planta por parte de los animales silvestres, debido a la disponibilidad de materia verde, y la oportunidad de una fuente de agua que ofrece el forraje. En este caso la planta no tuvo la capacidad de crecer verticalmente, pero en algunos casos lo hizo en forma horizontal, aumentando su volumen.

Respecto a los rebrotes, se tiene un comportamiento casi estable con un variación mínima de 0.007% de crecimiento y de igual manera el comportamiento fue errático con una disminución en el segundo muestreo, debido al daño que sufrieron las pencas directamente en el brote de los cladodios, dejando a la planta incapacitada en su regeneración (cuadro 11).

En la evaluación de pencas nuevas, se encontró una disminución del 2% (Cuadro 12), con un nivel de significancia de -0.01% como contraste de la disminución en el transcurso del tiempo, lo que indica que no depende de las condiciones meteorológicas. (O bien que la época en la toma de datos en un principio el mes de

junio favorecía la emisión de rebrotes y los siguientes muestreos fueron desfavorables por tratarse de una época de sequía).

Méndez-Gallegos et al. 2009, mencionan que el nopal al igual que otras especies, están bajo amenaza de muchos factores que pueden ocasionar daños en los su órganos, tales como: sistema radical, tallo, cladodios y frutos. Esto ocasiona problemas de anclaje de la planta, impidiendo la absorción, transformación y translocación de diferentes elementos nutritivos, lo que en un futuro podría generar daños severos y significativos. Si bien, esto fue lo que más se observó y presentó en la plantación respecto al daño ocasionado por roedores que afectó a algunas plantas en cuanto a su buen desarrollo y crecimiento.

Barrientos (1969); Flores (1977); Rojas et al., (1966); Mencionan que la plantación de *Opuntia* spp con fines forrajeros son comercialmente costeables, según trabajos que se han realizado en México, por lo que si la plantación tuviera un fin específico (alimento para establos lecheros, caprinos, ovinos, entre otros) se tendría que hacer una inversión en cuanto a sistemas de riego, labores culturales, y principalmente el cercado de la misma. Con el fin de asegurar una buena producción de forraje, sin embargo, lo que se pretendía era observar el comportamiento de la planta en un medio árido en el que tendría que competir con otras plantas para sobrevivir, por ende no se le brindo las herramientas que garantizaran su buen desarrollo.

CONCLUSIONES

Los cambios que se presentaron a lo largo del proceso de muestreo en la plantación se ven mayormente reflejados en las graficados de los datos. Se pueden apreciar con facilidad los cambios drásticos que ocurrieron. Observándose al inicio una estabilidad en el crecimiento y cobertura de la planta, sin embargo con el transcurrir del tiempo, hubo un cambio repentino en el desarrollo de las plantas pudiéndose notar en el comportamiento descendente entre los tres muestreos.

La planta se vio afectada por el daño causado por roedores, también se puede resaltar la competencia del nopal en respecto a las demás plantas en que en esa región y respectivamente en el área de plantación están presentes, (lechuguilla, plantas de nopal de otras variedades, gobernadora, etc.), por lo cual en algunos casos estas plantas no permitieron que el nopal se desarrollara, si bien la gobernadora es una planta tóxica que teniendo a esta como planta vecina no permitió su desarrollo.

También se asume una gran influencia del método de siembra que se utilizó, si bien antes se mencionó que fueron extraídas de plantas madres que están asentadas en la misma región y estos debían de ser plantados con los mejores métodos de siembra, ya que en algunas plantas esto originó su pobre desarrollo, claro ejemplo está en los surcos 12, 13 y 14, los cuales no fueron plantados adecuadamente (Orientación, pencas superficiales, pendiente, profundidad de siembra, competencia por nutrimentos con otras plantas, estancamiento de agua en el área de siembra).

Otro factor considerado en el desarrollo de la planta de nopal fue el daño directo por los roedores ya antes mencionado, si bien se caracteriza por una región seca y con poca disponibilidad de forraje verde, esta planta se vuelve vulnerable ante la depredación. El nopal es el principal forraje que aparte de estar disponible en temporadas de sequías aporta una gran fuente de agua, teniendo con ello una mayor demanda en su consumo, en este caso los roedores consumieron las plantas afectando sus raquetas hasta en un 80%, dejando algunas plantas sin la capacidad de regenerarse, y en otras con un crecimiento más horizontal que vertical.

Es importante mencionar que los resultados del presente trabajo reflejan una incidencia de amenazas en la región para futuros trabajos de investigación, es decir, se tendría que hacer un estudio general de la zona. Principalmente de los roedores que habitan en el alrededor, de las plantas invasoras o tóxicas que en algún momento podrían afectar o modificar los datos de muestreo en el trabajo que se esté llevando a cabo. Y sobre todo de la variedad o especie del que se esté interesado asentar en esa región ya que tendrá que competir con las plantas nativas del lugar, en este caso se sugiere una labor de limpieza en el área a trabajar, como también de un cercado para evitar la entrada de animales silvestres.

Si la plantación está destinada a abastecer de alimento a una explotación, se concluye que una buena alternativa para los ganaderos de las zonas áridas y semiáridas es la plantación del nopal en lugares libres de plantas tóxicas y con monitoreo constante en cuanto a la presencia de roedores, como también de un sistema de riego que garantice la motivación de la planta a seguirse reproduciendo, y principalmente hacer un buen uso de ella sin afectar a la planta madre y al mismo tiempo el suelo, al contrario colaborar a la no erosión de la misma sembrando plantas de nopal en lugares secos y erosionados.

Respecto a las hipótesis, se concluye que a pesar de que la planta estuvo amenazada por varios factores (roedores) y el no tener el método de siembra correcto, el 60% de ella presentó buen desarrollo y por ende se acepta.

BIBLIOGRAFÍA

Anaya, G. M., (2011). Sistemas de captación y aprovechamiento del agua de lluvia para consumo humano y animal, producción en traspatio, ambientes controlados, agricultura de temporal y recarga de acuíferos. XV Diplomado Internacional, Texcoco, México: CIDECALLI – CP.

Anaya-Pérez M. A. y R. Bautista-Zane. 2008. El nopal forrajero en México: del siglo XVI al siglo XX. Agricultura, Sociedad y Desarrollo. pp. 167-183.

Aranda, O. G. 2006. Enriquecimiento del nopal para el ganado. V Simposium Taller sobre Producción y Aprovechamiento del Nopal en el Noreste de México. Marín Nuevo León, México.

Aranda-Osorio, G., C. A. Flores-Valdez and F. M. Cruz-Miranda. 2008. Inclusion of Cactus Pear Cladodes in Diets for Finishing Lambs in México. J. PACD Vol. 10:49-55.

Ballester Olmos. J.F. 1978. Los Cactus. Ediciones Floraprint, España S.A. Valencia España. Págs. 5-11

Barrientos P., F. 1969. El nopal y su utilización en Mexico. Rev. Soc. Méx. Hist. Nat. 26; México. Pp. 87-94.

Becerra, R. S. 1975. Eficiencia fotosintética del nopal opuntia spp. En relación con su orientación con sus cladodios. Tesis de maestría de Chapingo, México. Colegio de posgraduados de Chapingo

Borrego E., F. y Burgos V., N. 1986. El nopal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 62-63 y 69.

Borrego Escalante F. y Burgos Vázquez N. 1986. "El Nopal" Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.

Buenrostro M, y C. Barros. 2004. Recetario del nopal de milpa alta; D. F., y Colima. Serie Cocina Indígena y Popular Núm. 48. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México. 244 p.

Bravo, H. 1978. "Las Cactáceas de México" Vol. 1 CIESTAAM-ASERCA 1995. "Mercado Mundial del Nopalito".

Bravo H., H. 1978. Las Cactáceas de México. Universidad Autónoma de México. Segunda edición. Vol. 1. México. p. 131-256.

Bravo H. H. 2002. Pencas de antaño. El Nopal. Artes México Núm. 59: 8-15.

Britton, N. L. y J. N. Rose. 1973. The Cactaceae. (Reimpresión 1963), pag. 318. Dover Publ., Inc. New York.

De Klerk, J. C. 1960. Spineless Cactus a Succulent Supplementary Feed. Farming in South Africa. South Africa. pp. 36-37.

De Kock G.C. 2001. The use of opuntia as a fodder source in arid areas of Southern Sudáfrica 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. J. P y Santana A. 1992. El cultivo del nopal (opuntia spp), diferentes usos agronómicos y costos de producción. Memoria. Chapingo, México pp. 153.

Dubrovsky, J. G., North G.B. and P. S. Nobel. 1988. Root growth, developmental changes in apex, and hydraulic conductivity for Opuntia ficus-indica during drought. New Phytol. 138, 75-82.

Elizondo, E. J., J. López y G. J. Dueñez A. 1987. El género opuntia (Thurnerfort) Miller y su distribución en el estado de Coahuila. 2ª. Reunión Nacional sobre el conocimiento y aprovechamiento del nopal. Instituto de biología. UNAM. México, D.F.

Fuentes R., J. M. 1997. El nopal. Alternativa forrajera en las zonas áridas del norte de México. En: Vázquez A. R., C. Gallegos V. y N. E. Treviño H. y Y. Días T. VII Nacional, V Internacional congreso sobre conocimiento y aprovechamiento del nopal. Monterrey, N.L. México. p.82.

Flores V. C., El nopal como forraje, Tesis Licenciatura. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México, 1977.

Flores V., C. A.; J. R. Aguirre R. 1992. El Nopal Como Forraje. (ed). Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco. México. 77 p.

Flores V., C. A.; J. R. Aguirre R. 1992. El nopal como forraje. Dirección de Patronato Universitario. Segunda reimpresión. Chapingo, México, Pág. 54.

Flores V., C.A.; J.M. De Luna E. y P.P. Ramírez M. 1995. Mercado mundial de la tuna. Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. México. 117 p.

Flores V., C. A. 2001. El uso del nopal como forraje en el mundo. En Flores V. C. A. Memorias del curso-taller El nopal forrajero, una alternativa alimentaria para el ganado. Guadalupe, N.L. 19 de abril de 2001.

Flores, V. C. A. 2004. Producción, industrialización y comercialización de nopalitos, reporte de investigación. Memoria del X congreso nacional y VIII congreso

internacional sobre el conocimiento y aprovechamiento del nopal y otras cactáceas de valor económico. 2 al 7 de agosto de 2004. UACH. Chapingo, México 28 pp.

Flores V., C.A., & Aguirre R., J.R. 1979. El nopal como forraje. UACH-CIESTAAM, Chapingo, México. 91 p.

Flores-Valdez, C. A. 2004. Los nopales y la lucha contra la desertificación. En Esparza-Frausto, G., Valdez-Cepeda y Méndez-Gallegos, S. (Editores). El nopal: tópicos de actualidad. pp.167-182.

Guevara, F. E. 1977. Dinámica de poblaciones de semillas de *Cordia alliodora* (DC), en una selva baja caducifolia. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 99 p.

Guevara, J. C., Candia, R. J., and Braun, R. H. (1977). Inventario de los recursos pastoriles de Mendoza. *IDIA. Supl.* 35, 330-336.

Gutiérrez, C.M. de L., E. Acedo F., A. Valenzuela Q. 2007. La naciente industria del bacanora en Sonora. Alfa Editores Técnicos. Pp. 12-15.

Guzmán L., D. y J. Chávez. 2007 Estudio bromatológico del cladodio del nopal. (*Opuntia ficus-indica*) para el consumo humano. *Rev. Soc. Quím. Perú.* 73 (1):41-45

Granados S. D., y A.D. Castañeda. 1996. El nopal: historia, fisiología, genética e importancia. E. Trillas-UACH. México, D.F. p. 227.

Han H. and P. Felker. 1997. Field validation of water-use efficiency of the CAM plant *Opuntia ellisiana* in south Texas. *Journal of Arid Environments.* 36(1):133-148

Hernández del C., T. del C. 2006. Efecto de la altura de corte del cultivar de nopal Liso Forrajero en su rendimiento y recuperación. Tesis de Licenciatura, Fac. Agronomía UANL.

Hernández-Zaragoza J. B., Coronado-Márquez A. y López-Lara T., Horta-Rangel J. 2008. Mejoramiento de Morteros a Través de Nopal. *J. PACD Vol.* 10:126-132.

Lamb, E. and B. Lamb (1974). *Colorful Cacti of American Deserts.* Masmillan Publishing Co. Inc. New York, USA. Págs. 195-196.

López, G. J.J. 1977. Descripción y transformación del ecosistema *Opuntia streptacantha* Lemaire. Tesis Maestro en Ciencias Esp. Ciencia Animal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. 148 p.

López G., J.J. 1998. Importancia del nopal forrajero en el norte de México; su distribución y manejo en el estado de Coahuila. Departamento de Recursos Naturales Renovables U. A. A. N. VI seminario de actualización en nutrición animal. Buenavista, Saltillo, Coah., México. p. 5-6.

López G., J.J. y J. L. Elizondo E. 1988. El conocimiento y aprovechamiento del nopal en México. Depto. de Recursos Naturales Renovables. U.A.A.A.N. En: López G., J.J. y M. J. Ayala O. 1990 (Ed) El Nopal Memorias de la tercera reunión Nacional y la primera internacional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. , México. p. 1-3.

López G., J. J. y J. L. Elizondo E. 1990. Conocimiento y aprovechamiento del nopal en México. En: tercera reunión nacional y primera internacional. EL NOPAL, su conocimiento y aprovechamiento. Eds. Juan José López González y Myrna Julieta Ayala Ortega. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

López G., J.J., & Elizondo, J.L. 1990. El conocimiento y aprovechamiento del nopal en México. *In:* J.J. López G., and M.J. Ayala O. Memorias de la 3a Reunión Nacional y 1a Reunión Internacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. UAAAN, Saltillo, Coah., México.

López G., J. J.; A. Rodríguez G. 1982. The Industrialization of Prickly Pear in The Mexican Highlands. In: Summary The 22 nd. Congress Desert Botanical Garden. Phonix, Arizona. U.S.A. 52 p.

Lozano G. M. 1958. Contribución al estudio de industrialización del nopal. Mundo científico. J. P. N-COFAA SEDICT NO.4, 10-14. México.

Luna Vázquez, Javier y Jorge Urrutia Morales, 2008. NOPAL PARA FORRAJE EN EL ANTIPLANO POTOSINO. INIFAP-CIRNE-Campo Experimental San Luis. Folleto para Productores No. 49. San Luis Potosí, S. L. P. México. 31 p.

Maldonado, J. L.; M. Zapien B. 1977. El Nopal en México. Ciencias Forestales. Vol. 2(5). México. Pp. 36-53.

Maldonado, J. L.; M. Zapien B. 1977. El Nopal en México. Ciencias Forestales. Vol. 2(5). México. pp. 36-53.

Marroquín S. j., Borja L., Velázquez .C., De la Cruz C. 1964. Estudio Ecológico Dasonomico de las Zonas Áridas del Norte de México. Publicación especial 2 INIF.S.A.G. México. D.F. p. 166.

Mauseth J. D. 2000. Theoretical aspects of surface-to-volume ratios and water-storage capacities of succulent shoots. *American Journal of Botany* 87: 1107-1115.

Medina T., J. G.; M. E. Acuña M.; J. J. López G.; O. E. Cavazos C. 1990. Variables Criticas Ambientales para el Establecimiento de Nopal Forrajero en el Árido del Norte de México. Coahuila. México. Memorias de la 3ra. Reunión Nacional y la 1a. Internacional Sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 359 p.

Méndez-Gallegos SJ, Talavera-Magaña D y García-Herrera EJ. 2009. Identificación y control de las principales enfermedades del nopal. *Revista Salud Pública y Nutrición* 2:2-13

Mulas M. and Mulas G. 2004. the strategic use of atriplex and opuntia to combat desertification. Short and Medium- Term Priority Environmental Action Programme (SMAP). Desertification Research Group. University of Sassari. Italy. 101

Murillo-Amador B., N. Y. Ávila-Serrano y A. Flores-Hernández. 2006. Producción agroecológica de forrajes en zonas áridas. Congreso Mexicano de Ecología. Morelia Mich. México. Sociedad Científica Mexicana de Ecología A. C. Resúmenes de las ponencias presentadas en los simposia. p. 37.

Nefzaoui, A., & Ben Salem, H.. 1998. Spineless cacti: a strategic fodder for West Asia and North Africa arid zones. p.58-76, *in*: Proc. Int. Symp. Cactus Pear and Nopalitos Processing and Use. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales/FAO, Santiago, Chile.

Nefzaoui, A. Y Ben Salem H. 2003. Opuntia forraje estratégico y herramienta eficiente para combatir la desertificación en la región de Wana. En Mondragón-Jacobo C Y S. Pérez Gonzales (Eds). Estudios FAO producción y protección vegetal 169. El Nopal (Opuntia SPP) como forraje. Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y la alimentación. Roma, Italia. PP 99-101

Nobel P. S. 1995. Environmental Biology *In*: Barbera, G.; Inglese, P.; PimientaBarrios, E. (Ed.). Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear. Rome. FAO, p. 36-48.

Nobel, P. S. 1997. Recientes descubrimientos ecofisiológicos en Opuntia ficusindica. VII Congreso Nacional y V Congreso Internacional: Conocimiento y aprovechamiento del nopal. Monterrey N.L. 15-19 de septiembre.

Ramírez R. R.. 2007. La representación popular del maguey y el pulque en las artes. Cuicuilco, Enero-Abril, 115-149.

Ríos R. J. y V. Quintana M. 2004. Manejo general del cultivo del nopal. Colegio de Postgraduados, Secretaria de la Reforma Agraria. Manual del participante. México. 81 p.

Rojas M., T.; Malo C., F. J. y Palomo, G. O. 1966. El nopal forrajero en Nuevo León. *Agronomía* No. 108 (sept). Esc. Agric. Gan; Ins. Tec. Monterrey. México.

Sáenz C. 2006. Estudios de caso sobre la utilización agroindustrial de los nopales en distintos países. *In*: Utilización agroindustrial del nopal. FAO. Boletín de Servicios Agrícolas 162. PP. 121-136

Salen, B. 2007. Abiddi. S. 2007 Recent advances on the potential use of *Opuntia* spp. In livestock feeding. In: VI international Congresso of Cactus and Cochineal. CDROM.

Santos, D. C. et al. 1997. A palma forrajera (*Opuntia ficus indica* Mill e *Napoleacohinilifera* SalmDyck) em Pernambuco, cultivo e utilizada. Recife, IPA, 1997. 23p.

SANTOS, D.C.; SANTOS, M.V.F.; FARIAS, I. et al. Desempenho produtivo de vacas 5/8 Holando/Zebu alimentadas com diferentes cultivares de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.12-17, 2001.

SIAP-SAGARPA. 2005. Anuario estadístico de la producción agrícola 2005

Snyman H. A. 2007. Frost Sensitivity of *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta* in a Semiarid Climate of South Africa. *J. PACD*. Vol. 9:1-21.

Starker L., A. 1990. Fauna Silvestre de México. Ed. Editorial pax México. 608 p. México.

UAAAN, FIRCO, SFAC. 2003. Sistema de Información Geográfica para el Manejo y Planeación por Microcuencas (SIGMAPLAN-Coahuila Sureste). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - FIRCO – Secretaría de Fomento Agropecuario, Coahuila, México. Valiente-Banuet, A., H.N. Flores, M. Verdú, P. Dávila. 1998. The Chaparral vegetation in Mexico under nonmediterranean climate: the convergence and Madrean-Tethyan hypotheses reconsidered. *Amer. J. Bot.* 85(9): 1398-1408.

Vázquez A., R. E. y C. Gallegos V. 1997. Banco de Germoplasma de Nopal para las condiciones ambientales del estado de Nuevo León. VII Congreso Nacional y V Congreso Internacional sobre el Conocimiento y Uso del Nopal (Memorias). Marín, N.L.

Vázquez A., R. E.; R. Valdez C.; D. E. Gutiérrez O. y F. Blanco M. 2008. Caracterización e identificación de nopal forrajero en el noreste de México. *Revista Salud Pública y Nutrición*. Num. 14: 21-36.

Velázquez E. 1998. El nopal y su historia. Ed. Clío. México. 100 p

Velázquez E. 1998. El nopal y su historia. Ed. Clío. México. 100 p.

Verás, R. M. L. Ferrerira, M. de A. Cavalcanti, C. V. de A. Vérás, A. S. C. Carvalho, F. F. R. de Santos, G. R. A. dos. Alves, K. S. y MaiorJúnior, R. J. 2005. Substituição do milho por farelo de palma forrageira em dietas de ovinos em crescimento. Desempenho. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 34 (1): 249-256.

Wanderley, W. L. 2001. Palma forrajera (*Opuntia ficus-indica* Mill) en substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) naração de vaca holandesas em lactação. Recife: UFRPE. Tese Mestrado. 41 p.

<http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1348/781.pdf?sequence=1>

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/7934>