

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

UTILIZACIÓN DEL NOPAL RASTRERO (*Opuntia rastrera* Weber) POR  
CABRAS EN UN MATORRAL PARVIFOLIO INERME

T E S I S

POR

HEBER PONCE MARAÑON

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA

\_\_\_\_\_  
M.C. JUAN JOSÉ LÓPEZ GONZÁLEZ  
P r e s i d e n t e

\_\_\_\_\_  
M.C. LUIS PÉREZ ROMERO  
V o c a l

\_\_\_\_\_  
M.C. VÍCTOR M. RODRÍGUEZ C.  
V o c a l

\_\_\_\_\_  
ING. JUAN CARLOS IBARRA F.  
V o c a l

\_\_\_\_\_  
DR. CARLOS DE LUNA VILLARREAL  
Coordinador de la división de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila  
Abril del 2000

## AGRADECIMIENTOS

### A Dios.

Padre nuestro que estas en todo lugar, gracias por permitirme concluir mis estudios profesionales y este trabajo.

### A mi **ALMA MATER**.

Por esto y por lo otro.  
Y por lo que se me olvide, gracias.

A todo el equipo de colaboradores, por brindarme un espacio de tiempo y poder llevar a la culminación este trabajo de tesis en forma profesional y científica de una manera acertada.

Mi más sincero agradecimiento a **M.C. Juan José López G.** Por la información profesional y por dirigir de principio a fin de manera inequívoca este trabajo.

Al **M.C. Luis Pérez Romero** agradezco su buena disposición, consejos y sugerencias que enriquecieron de una manera profesional este proyecto. Por ser un excelente maestro.

El conocer y su experiencia fortalecieron este humilde trabajo, gracias, **M.C. Víctor M. Rodríguez C.**

Por su amistad y su valioso apoyo, tiempo y dedicación, gracias, **Ing. Juan Carlos Ibarra F.**

Al Depto. de Recursos Naturales Renovables.

Al Depto. de Suelos

Al Depto. de Ciencias Básicas.

## DEDICATORIA.

### A mis **abuelos.**

† Pablo Ponce.

† Aduino Maraño.

† Rosalia Montes.

Piedad Melo.

Que son los pilares de nuestra familia, formando desde sus cimientos a hombres fuertes, responsables y con talento. Por bendecirme y darme los padres más acertados y amorosos.

### A mis **padres.**

Platon Ponce

Estefana Maraño.

Ser padre es complicado, pero educar a sus hijos y guiarlos por el camino del bien, es inteligencia. A ustedes con amor y respeto ya que jamás podré pagarles el sacrificio brindado, los días y noches gastados en mi.

### A mis **hermanos.**

Irlanda

Onofre

Elideth

Tayde

Argelia

Alejandro

Luz Rosalia

Mauricio

Irma Isabel

Miguel

Platon

Por la fraternidad siempre amorosa y el apoyo económico, para lograr ésta una más de mis metas.

### A mi **esposa.**

Erika Botho C.

Por ser siempre amiga y compañera pero sobre todo por su amor.

### A mi **hijo.**

Heber Ponce B.

Quien con sus risas y caricias, me da fuerza y motiva para seguir adelante.

A la familia **Marañon Melo**.

Por estar siempre atentos a mi cuidado, educación y superación.

A la familia **Botho Clemente**.

Por el cariño hacia mi hijo y su apoyo en la culminación de esta meta.

A mis **cuñados (as)**.

Quienes se han preocupado dando un aliento de motivación a lo largo de mi carrera.

A mis **sobrinos (as)**.

Esperando en un futuro optaren por escribir un libro y obtener un grado educativo profesional.

A mis **amigos**.

De hoy y del más allá.

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DEL APÉNDICE.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
HIPÓTESIS.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Taxonomía y descripción.....	4
Distribución de nopal forrajero en México.....	5
Distribución de especies y variedades de nopal forrajero en el Estado de Coahuila, México.....	7
Especies y variedades de nopal forrajero que se usan en el desierto Chihuahuense, México.....	8
Importancia como forraje.....	10
Importancia ecológica.....	10
Utilización del pastizal.....	11
Estrategias de cosecha y consumo.....	12
Métodos de cosecha en ganadería extensiva.....	13
Bromatología del nopal.....	14
MATERIALES Y MÉTODOS.....	18

Descripción del área de estudio.....	18
Localización geográfica.....	18
Altitud.....	18
Clima.....	19
Vegetación.....	19
Suelo.....	21
Descripción del hato.....	21
Alimentación.....	22
Evaluación de utilización.....	22
Evaluación estadística.....	25
Análisis bromatológico de <i>Opuntia rastrera</i> por etapa fisiológica con espina y chamuscado.....	25
Humedad.....	26
Grasa.....	26
Fibra cruda.....	27
Proteína.....	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
Utilización por etapa fisiológica en <i>Opuntia rastrera</i> con espina y chamuscado.....	30
Análisis bromatológico de <i>Opuntia rastrera</i> por etapa fisiológica con espina y chamuscado.....	37
CONCLUSIONES.....	40
LITERATURA CITADA.....	41
GLOSARIO.....	47

APÉNDICE.....	50
---------------	----

## ÍNDICE DE CUADROS

	PÁGINA
Cuadro 1. Especies y variedades de nopal forrajero que se usan en el desierto Chihuahuense, México.....	8
Cuadro 2. Análisis bromatológico de <i>Opuntia spp.</i> en base seca.....	15
Cuadro 3. Análisis Bromatológico de pencas de nopal con espina de diferentes etapas fisiológicas en <i>Opuntia cantabrigiensis...</i>	16
Cuadro 4. Análisis bromatológico de pencas de nopal con espina de diferentes etapas fisiológicas en <i>Opuntia engelmannii.....</i>	16
Cuadro 5. Análisis bromatológico de pencas de nopal chamuscado de diferentes etapas fisiológicas en <i>Opuntia cantabrigiensis..</i>	17
Cuadro 6. Análisis bromatológico de pencas de nopal chamuscado de diferentes etapas fisiológicas en <i>Opuntia engelmannii.....</i>	17
Cuadro 7. Resultados del análisis de varianza.....	30
Cuadro 8. Análisis bromatológico en base seca de <i>Opuntia rastrera</i> con espina por etapa fisiológica.....	39
Cuadro 9. Análisis bromatológico en base seca de <i>Opuntia rastrera</i>	

chamuscado por etapa fisiológica..... 39

## ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Arquitectura de la <i>Opuntia rastrera</i> por etapa fisiológica.....	23
Figura 2. Comparación de medias de la utilización de <i>Opuntia rastrera</i> con espina contra chamuscado.....	35
Figura 3. Comparación de medias de la utilización por etapa fisiológica en <i>Opuntia rastrera</i> con espina contra chamuscado.....	35
Figura 4. Utilización por etapa fisiológica en <i>Opuntia rastrera</i> con espina.....	36
Figura 5. Utilización por etapa fisiológica en <i>Opuntia rastrera</i> chamuscada.....	36
Figura 6. Utilización promedio por días y acumulada en nopal con espina.....	37



## ÍNDICE DEL APÉNDICE

PÀGINA

Apéndice A. Análisis de suelo para el lugar de estudio.....	50
Apéndice B. Gramos de <i>Opuntia rastrea</i> por etapa fisiológica ofrecidos.....	51
Apéndice C. Relación longitud – peso de la <i>Opuntia rastrea</i> .....	52
Apéndice D. Clasificación para estimar el peso con respecto a la longitud de pencas en <i>Opuntia rastrea</i> .....	54

## INTRODUCCIÓN

Las cabras son herbívoros que utilizan una gran diversidad de plantas en su dieta, muchas de ellas no consumidas por el bovino. Estos animales tienden a ramonear y están bien adaptados a lugares áridos con poca agua y vegetación, pudiendo subsistir en donde para otro tipo de ganado es difícil. En estas zonas con abundancia de caprinos, el suelo a menudo es demasiado pobre para soportar una economía agrícola, por lo que la explotación de la cabra en estos terrenos reviste una gran importancia para el campesino mediante la producción de cabrito, leche y pieles, además, por el trueque entre productores de las zonas desérticas.

En estas regiones de nuestro país donde las condiciones climáticas son en extremo difícil, la escasez de humedad limita considerablemente el desarrollo de las plantas en general, especialmente las de tipo forrajero, provocando en la cabra un gasto elevado de líquido que por fortuna se encuentra en las pencas de nopal, es por esta razón que esta planta llega a tener una importancia vital reuniendo las condiciones ideales para emplearse en la dieta de los animales en épocas críticas.

El porcentaje de forraje consumido y/o removido de nopal por la cabra es importante para el manejo del mismo, ya que el uso adecuado y la intensidad de apacentamiento mantiene y/o mejora su abundancia y por consiguiente la producción total de ganado.

Sin embargo, en lugares con un manejo inadecuado de la vegetación es común encontrar una sobreutilización de esta y otras especies más, es por eso que el presente trabajo se realiza con la finalidad de conocer la utilización del nopal rastrero y la preferencia que presentan las cabras por sus pencas o cladodios en su etapa fisiológica, contribuyendo con alternativas que permitan la cosecha optimizada del nopal y así poder preservar este valioso recurso en las zonas áridas y semiáridas del norte de México.

Para el presente estudio se plantearon los siguientes objetivos:

- 1.- Evaluar la utilización de las cabras sobre el nopal rastrero con espina contra el chamuscado
- 2.- Evaluar y comparar la utilización de las pencas o cladodios de nopal rastrero por etapa fisiológica preferidas por las cabras.
- 3.- Conocer las características bromatológicas del nopal rastrero con espina y chamuscado, por etapa fisiológica.

Hipótesis

- 1.- El nopal rastrero con espinas es menos utilizado por las cabras que el nopal chamuscado
- 2.- La etapa fisiológica del nopal rastrero influye en la utilización por las cabras.
- 3.- Existe diferencia bromatológica entre nopal rastrero con y sin chamuscar, y por etapa fisiológica

## REVISIÓN DE LITERATURA

Taxonomía y descripción.

Britton y Rose (1963) y Bravo (1978), describen el nopal rastrero (*Opuntia rastrera* Weber) de la siguiente manera:

REINO	Vegetal
SUB-REINO	Embryophyta
DIVISIÓN	Angiosperma
CLASE	Dicotyledonea
SUB-CLASE	Dialipétalas
ORDEN	Opuntiales
FAMILIA	Cactaceae
SUB-FAMILIA	Opuntioideae
TRIBU	Opuntieae
GÉNERO	Opuntia
SUB-GÉNERO	Opuntia (platyopuntia)
SERIE	Phaeacanthae Britton et Rose
ESPECIE	<i>Opuntia rastrera</i>

La *Opuntia rastrera* presenta diferentes formas en sus pencas que van desde artículos circulares hasta abovados con diferentes tamaños, los más grandes de unos 20 cm de diámetro, además de mostrar una arquitectura formando grandes cadenas. Los artículos presentan espinas de color blanco con la base oscura, las cuales varían en cada aréola con diferentes longitudes, la más larga de 4 cm, cuyas glóquidas son de color amarillo. Sus frutos son de color púrpura, sabor ácido, forma abovado y presenta flores de color amarillo.

Su distribución comprende el Estado de San Luis Potosí y zonas adyacentes de los Estados limítrofes. Su localidad tipo es la del Estado de San Luis Potosí. Esta planta crece en planicies y pie de monte.

Distribución de nopal forrajero en México.

De acuerdo a Marroquín *et al.* (1981), existen tres zonas nopaleras en el territorio centro-norte del país, que comprenden:

a.- Zona nopalera potosino - zacatecana. Con extensión que incluye partes territoriales de Aguascalientes, Jalisco, Durango y Guanajuato.

b.- Zona nopalera del noreste de México. Comprende la región norte de la planicie costera nororiental, o sea norte de Tamaulipas y norte y oriente de Nuevo León.

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

Esta última es considerada por su gran extensión a lo largo y ancho del desierto mexicano. Se mencionan como especies importantes al nopal cuijo *Opuntia cantabrigiensis* y el nopal rastrero de espina blanca *Opuntia rastrera*, éste último muy apreciado por el pequeño ganadero, utilizándolo en la alimentación para la cría de ganado caprino y algunas veces para el ganado lanar. La *O. rastrera* puede crecer en cerros y lomeríos calizos de suelo somero y bien drenado.

López y Elizondo (1988), a diferencia de Marroquín *et al.* (1981), reconocen cuatro grandes zonas nopaleras por su abundancia, características fisiológicas y diferentes tipos de suelo, que son:

a).- La zona centro – sur. Comprende los Estados de México, Puebla, Querétaro y Oaxaca, caracterizado por nopales de porte alto y productores de verdura y fruta, y forraje.

b).- La zona del altiplano. Que corresponde a los Estados de Zacatecas y San Luis Potosí, y en menor proporción Aguascalientes, Durango, Guanajuato y Jalisco, donde podemos encontrar las especies de porte rastrero como *O. rastrera* que se utiliza como forraje en alimentación para ganado.

c).- La zona norte (desierto Chihuahuense). Comprende la región más extensa donde solo se desarrolla en forma natural el nopal forrajero, de porte arbustivo y rastrero.

d).- La zona planicie costera del golfo. Comprende el noreste del Estado de Coahuila, parte de Nuevo León y Tamaulipas, encontrándose especies de porte arbustivo como *O. lindheimeri* y especies de porte rastrero como *O. rastrera*.

Distribución de especies y variedades de nopal forrajero en el Estado de Coahuila, México.

Enfocando la distribución del nopal forrajero para el estado de Coahuila, México, López *et al.* (1987 y 1997), mencionan que existen 25 especies y 12 variedades de nopal de las cuales solo 5 especies y 12 variedades se consideran para uso forrajero. *O. lindheimeri* presenta 4 variedades (lindheimeri, aciculata, subarmata y tricolor), *O. phaeacantha* con 5 variedades



(major, phaeacantha, discata, spinosibaca y nigricans), *O. cantabrigensis* (nopal cuijo), *O. engelmannii* (nopal rastrero) y *O. rastrera* (nopal rastrero).

La *O. rastrera* se distribuye del sureste al suroeste del Estado, restringiéndose en los municipios de Parras de la Fuente, Gral. Cepeda, Ramos Arizpe, Saltillo, Castaños y Ocampo. Prospera en una precipitación desde los 100 a los 400 mm por año y una altitud de 1000 y 2000 msnm.

Esta especie se encuentra formando parte del matorral subinerme, el cual está caracterizado principalmente por arbustos de hoja pequeña, donde predominan los géneros *Larrea*, *Flourensia* y *Fouquieria*.

Especies y variedades de nopal forrajero que se usan en el desierto Chihuahuense, México.

El desierto Chihuahuense de México presenta una gran diversidad de especies y variedades del género *Opuntia* dedicadas a la alimentación animal de las cuales podemos encontrar las siguientes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Especies y variedades de nopal forrajero que se usan en el desierto  
Chihuahuense, México.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Opuntia chrysacantha</i>	Nopal penca redonda
<i>Opuntia tenuispina</i> Engelman	
<i>Opuntia megacantha</i> Salm-Dick	Nopal de castilla
<i>Opuntia rastrera</i> Weber	Nopal rastrero
<i>Opuntia azurea</i> Rose	Nopal coyotillo
<i>Opuntia cantabrigiensis</i> Linch	Nopal cuijo en S. L. P.
<i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dick	Nopal
<i>Opuntia lucens</i> Griffiths	Nopal
<i>Opuntia lindheimeri</i> Engelman	Nopal cacanapo
<i>Opuntia streptacantha</i> Lemaire	Nopal cardón
<i>Opuntia leucotricha</i> De Candolle	Nopal duraznillo
<i>Opuntia microdasys</i> (L) Pfeiffer	Nopal cegador
<i>Opuntia pilifera</i> Weber	Nopal crinado
<i>Opuntia maxima</i>	Nopal pelón

---

<i>Opuntia robusta</i> Weber	Nopal camueso
<i>Opuntia imbricata</i>	Nopal cardenche
<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal castilla
<i>Opuntia macrocentra</i>	Nopal chivero
<i>Opuntia astrispina</i> Griffiths	Nopal rastrero
<i>Opuntia tenuispina</i>	Nopal
<i>Opuntia rufida</i>	Nopal cegador
<i>Opuntia leptocaulis</i>	Tasajillo
<i>Opuntia phaeacantha</i>	Nopal rastrero
<i>Opuntia violacea</i>	Nopal morado

---

Marroquín *et al.* (1981), Borrego y Burgos (1986), López (1998) y De la Rosa y Santamaría (1998).

Importancia como forraje.

Palomo (1963), Maldonado y Zapien (1977), aseveran que en el norte de México se considera al nopal como un forraje complementario o de emergencia, especialmente en épocas de intensa sequía cuando los pastos y en general las partes utilizables de la vegetación prácticamente desaparecen, sufriendo los animales de hambre y sed.

Según Blanco (1957), uno de los múltiples usos del nopal es cuando sus pencas son utilizadas como forraje en los agostaderos del norte del país, siendo el único forraje que produce efectos benéficos e inmediatos sobre todo cuando los animales han estado sujetos a una dieta prolongada de forrajes secos.

Rocha y Rivarola (1955) y Palomo (1963), aprueban que el nopal es primordial y capaz de salvar de la muerte a gran cantidad de animales cuando escasean o son antieconómicos otros alimentos, formando parte integral de la dieta usual del ganado.

Importancia ecológica.

Fuentes (1997), sugiere la utilización del nopal en zonas áridas y semiáridas con alto grado de desertificación, sobrepastoreadas y sobreutilizadas como una alternativa primordial en la reforestación de estas regiones altamente erosionadas del norte de México. Muñoz *et al.* (1997), ratifica que con el establecimiento de nopal se frena la erosión del suelo y Ponce *et al.* (1997), asegura que es una alternativa viable para recuperar y conservar el suelo, los pastos y la vegetación, así como la fauna silvestre, por lo tanto, se puede contribuir a un equilibrio con producción ecológica que permita un desarrollo productivo sustentable.

Utilización del pastizal.

La parte del forraje que puede ser consumida por animales y que puede ser cortada para fines de conservación, se define como el grado de utilización y puede expresarse como por ciento del peso de forraje consumido (S.E.P.,

1985). Huss y Aguirre (1976), la definen como el consumo anual del crecimiento del forraje expresado en peso y puede expresarse en por ciento o en términos de uso, definiendo el uso adecuado del pastizal como la intensidad de apacentamiento y/o uso, el cual mantiene y/o mejora la vegetación en una condición del pastizal consistente con la conservación de los recursos naturales. La producción total de ganado está directamente relacionada con el grado de utilización independiente de la condición del pastizal y la clase del pastizal.

Por otro lado Stoddart (1975) y Fierro (1985), definen la utilización como el porcentaje de la producción anual de forraje que ha sido removido por los animales a través de un período de pastoreo o estación de pastoreo.

Fierro (1985), asegura que las plantas puedan ser utilizadas más uniformemente evitando un sobrepastoreo y que el uso de los pastizales depende del conocimiento y entendimiento de sus características físicas y biológicas. La utilización correcta del forraje del pastizal es importante para el manejo del mismo.

Nava (1985), señala que para comprender el manejo y utilización de los recursos naturales es necesario trabajar con la unidad básica de la ecología que es el ecosistema, ya que según Medina (1985), estas unidades complejas en las cuales una serie de factores socio-políticos, económicos, físicos y

ecológicos afectan directa o indirectamente la planeación y el uso de los recursos disponibles.

Estrategias de cosecha y consumo.

Haciendo referencia a las distintas formas de utilizar el nopal, Marroquín *et al.* (1964), dicen que el ganado caprino consume nopal durante todo el año mediante la quema de sus espinas, las cuales son desprendidas previamente por el pastor y en ocasiones por el chamuscado directo en pie con bombas de mochila de petróleo diáfano. Mientras que López (1998), define dos métodos de cosecha de nopal:

A).- Método de cosecha por ganadería extensiva.

B).- Método de cosecha de ganadería intensiva (por estableros)

Solamente se hablará del primero ya que es de interés para el presente trabajo.

Método de cosecha en ganadería extensiva.

Cosecha directa por los animales. En los grandes ranchos ganaderos es común la utilización del nopal *in-situ* por los bovinos, caprinos, ovinos y la fauna silvestre, que la consumen con todo y espinas; lo cual les provoca serios daños en el hocico, e incluso la muerte por inanición, al no poder tragar alimentos.

Despunte. Este sistema de cosecha es utilizado por el vaquero y los pastores en el campo. Consiste en despuntar las pencas (corte del ápice donde se localizan la mayor parte de las espinas) con una cuchilla, facilitándole al animal consumir las pencas con todo y espinas. Esta práctica no es recomendable ya que se desperdicia mucha planta.

Chamuscar en pie. Este sistema de utilización de nopal forrajero *in-situ* los de pastores de ganado caprino y ovino, llevan sus animales a consumir gramíneas y arbustos, y donde localizan plantas de nopal, los chamuscan con un lanza llamas de gas o petróleo; para quitarles las espinas, pudiendo así ser consumidas por los animales. Estos sistemas de cosecha son destructivos, ya que las partes de la planta restantes, generalmente se pudren, lo cual les provoca la muerte.

Corte y chamusque *in-situ*. Esta práctica consiste en cortar las pencas y chamuscarlas *in-situ*, quemándoles las espinas con leña o con gas. Se cortan las pencas con machete y se ofrecen en pequeños trozos a los animales.

También dice que los sistemas utilizados del nopal forrajero son generalmente destructivos, ya que se corta hasta un 95% de la planta.

## Bromatología del nopal.

Las propiedades nutritivas del nopal son muy variables, sobre todo en contenido de humedad, pues están fuertemente ligadas a la humedad que la planta tenía disponible antes de cortarse, del género, especie y variedad de que se trate, además de influir la edad y posición de los artículos en la planta (Flores y Aguirre, 1989).

Posteriormente, García (1990), encontró que por cada 100 gr de nopal existe un 27 por ciento de kcal., 1.70 gr de proteína, 0.30 gr de grasas, 5.60 gr de carbohidratos, 9.30 gr de calcio, 1.60 miligramos de tiamina (B1), 0.30 miligramos de riboflavina, 8.0 miligramos de ácido ascórbico y 41.0 miligramos de retinol.

Cuadro 2. Análisis bromatológico de *Opuntia spp.* en base seca

Componente	López (1998)	Palomo (1963)
MATERIA SECA	14.41 %	
MATERIA ORGÁNICA	59.86 %	
PROTEÍNA CRUDA	2.78 %	2.81 %



GRASA CRUDA	0.76 %	0.79 %
FIBRA	6.18 %	6.15 %
CENIZAS	40.11 %	40.13 %

Martínez (1980), señala que en el análisis bromatológico de *Opuntia cantabrigiensis* y *Opuntia engelmannii* presentan valores muy variables entre las dos especies y también existe diferencia en los resultados obtenidos de pencas de diferentes edades, sin embargo, no encontró diferencia entre nopal con espina contra chamuscado ya que el fuego solo quema las espinas (Cuadro 3, 4, 5 y 6).

Cuadro 3. Análisis bromatológico de pencas de nopal con espina de diferentes etapas fisiológicas en *Opuntia cantabrigiensis* (Martínez, 1980).

Componente	Tallo suberificado	Cladodio medio	Renuevos
Materia seca (%)	27.40	23.10	19.00

Energía (kcal/gr)	2.76	2.22	3.10
Proteína (%)	1.39	2.28	4.44
Grasa (%)	4.42	2.06	6.40
Fibra cruda (%)	22.96	17.08	11.04
E. L. N. (%)	57.07	42.32	61.42
Cenizas (%)	23.30	20.90	16.70
Fósforo (%)	0.02	0.02	0.05
Calcio (%)	1.61	1.36	0.84

Cuadro 4. Análisis bromatológico de pencas de nopal con espina de diferentes etapas fisiológicas en *Opuntia engelmannii* (Martínez, 1980).

Componente	Tallo suberificado	Cladodio medio	Renuevos
Materia seca (%)	37.07	19.18	13.67
Energía (kcal/gr)	2.07	2.48	2.78
Proteína (%)	1.77	3.00	3.52
Grasa (%)	3.77	3.03	3.90
Fibra cruda (%)	19.50	11.33	12.10
E. L. N. (%)	44.46	61.70	62.48
Cenizas (%)	30.50	18.00	18.00
Fósforo (%)	0.01	0.04	0.04
Calcio (%)	1.29	1.32	1.04

Cuadro 5. Análisis bromatológico de pencas de nopal chamuscado de diferentes etapas fisiológicas en *Opuntia cantabrigiensis* (Martínez, 1980).

Componente	Tallo	Cladodio	Renuevos
------------	-------	----------	----------

	suberificado	medio	
Energía (kcal/gr)	2.66	2.98	2.56
Proteína (%)	1.39	2.14	4.66
Grasa(%)	4.30	4.66	2.01
Fibra cruda (%)	23.65	14.27	11.66
E. L. N. (%)	43.71	49.07	63.63
Cenizas (%)	18.00	28.00	18.10
Fósforo (%)	0.01	0.03	0.06
Calcio (%)	1.23	1.43	1.63

Cuadro 6. Análisis bromatológico de pencas de nopal chamuscado de diferentes etapas fisiológicas en *Opuntia engelmannii* (Martínez, 1980).

Componente	Tallo	Cladodio	Renuevos
	suberificado	medio	
Energía (kcal/gr)	2.91	2.34	2.36
Proteína (%)	1.48	2.28	3.03
Grasa (%)	3.83	4.60	1.68
Fibra cruda (%)	19.08	17.28	13.96
E. L. N. (%)	58.61	45.46	59.03
Cenizas (%)	17.00	21.30	22.30
Fósforo (%)	0.02	0.03	0.04
Calcio (%)	1.18	1.23	1.56

## MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio.

Localización geográfica.

El presente estudio se realizó en el ejido Rincón Colorado, municipio de General Cepeda, Coahuila, que se encuentra a 42 kms por la carretera libre Saltillo–Torreón y a 2 kms de terracería hacia el norte.

El ejido Rincón Colorado se ubica en la región comprendida entre los paralelos 25° y 26° y los meridianos 101° y 102°, con una localización geográfica aproximada de 101° 20' 42" longitud oeste y 25° 30' 17" latitud norte (INEGI, 1983). Se ubicó específicamente las coordenadas geográficas para el lugar de estudio con geoposicionador (GPS), siendo 101° 18' 19" de longitud oeste y 25° 30' 59" de latitud norte.

Altitud.

El ejido se encuentra a una altura de 1,270 msnm (INEGI, 1983). El estudio fue realizado en un valle que tiene una elevación aproximada medida con (GPS) de 1,384 msnm.

Clima.

De acuerdo a Mendoza (1983), la clasificación climática el ejido pertenece a la categoría BSoHW'(e') seco, semicálido con invierno fresco, muy extremo, con lluvias de verano y sequía corta en temporada lluviosa (canícula) y escasa precipitación invernal.

La temperatura media anual a sido evaluada dentro de la amplitud 18°- 21°C con aproximación para Rincón Colorado de 19.2°C como temperatura media anual; con heladas que se presentan desde los primeros días de noviembre hasta fines de marzo, y su frecuencia de heladas máxima durante los meses de diciembre - enero.

Su precipitación anual promedio es de 396.9 mm., con la aclaración que estas precipitaciones no suceden con la misma periodicidad definida sino que más bien son esporádicas y en cantidades variables (torrenciales), de manera que se presentan meses de escasa ó abundante pluviosidad con períodos breves o prolongados de intensa sequía, registrando una evaporación total anual de 128.809 cm.

#### Vegetación.

Existe una diversidad de especies muy amplia donde predominan las siguientes especies:

*Larrea tridentata*, *Flourensia cernua*, *Agave lechuguilla*; *Jatropha dioica*,  
*Opuntia leptocaulis*, *Opuntia imbricata*, *Acacia farneciana*, *Prosopis glandulosa*,  
*Yucca filifera*, *Dalea bicolor*, *Euphorbia antisiphylitica* y *Atriplex canescens*.

Para efectos del presente estudio se evaluó cobertura vegetal antes y después del apacentamiento, por el método de línea de Canfield, el cual consistió en trazar 4 líneas al azar con una longitud de 10 metros en las cuales se midió la vegetación que cruzó la línea, y se obtuvieron los siguientes resultados:

Cobertura absoluta total (antes del apacentamiento) 49.97 %.

Cobertura absoluta total (después del apacentamiento) 40.55 %.

Diferencia de cobertura total (4 días después) 9.42 %.

De la cual, la *O. rastrera* tiene una cobertura absoluta antes del apacentamiento de 9.85 por ciento, una cobertura absoluta después del apacentamiento de 9.55 por ciento y su diferencia de 0.30 por ciento a los 4 días.

El área de estudio tiene una densidad de plantas por hectárea de *O. rastrera* de 83 plantas, una arquitectura promedio de 41 pencas por planta, divididas por etapa fisiológica de renuevos por planta 4, maduras por planta 30 y suberificados por planta 7.

#### Suelo.

Sánchez y Figueroa (1990), mencionan que el sustrato de la *O. rastrera* se encuentra conformado por suelos de la unidad litosol eutricto, delgados

pedregosos, de textura media; con pendientes pronunciadas y afloramientos de la roca madre.

Para poder conocer el tipo de suelo donde prosperan la *Opuntia rastrera* se realizó una colecta de sustrato a una profundidad de 30 cm, en tres lugares escogidos al azar y posteriormente las muestras de suelo fueron secadas al sol para realizar el análisis de suelo.

Para el lugar de estudio se encontró que existe un suelo pobre en casi toda su composición, se puede decir que los suelos donde se encuentra *O. rastrera* prácticamente son suelos con poca materia orgánica y con un potencial de hidrógeno de alcalinidad media como se expresa en el apéndice A. Es importante agregar que el área de estudio cuenta con muy poca pendiente.

Descripción del hato.

El estudio se realizó con un hato de 30 cabras criollas cuyas características son:

	Número	Por ciento
Hembras lactantes	5 animales.	16.67 %
Hembras preñadas	16 animales.	53.33 %
Hembras jóvenes (sin preñar)	3 animales.	10.00 %
Hembras jorras	<u>6 animales.</u>	<u>20.00 %</u>
Total de hembras.	30 animales	100.00 %.
No se cuenta con semental (macho cabrío).		

Alimentación.

La cabra consume en su dieta una diversidad de especies tantas como puede existir en el pastizal, de las cuales las más utilizadas comprenden los géneros *Acacia* y *Opuntia*.

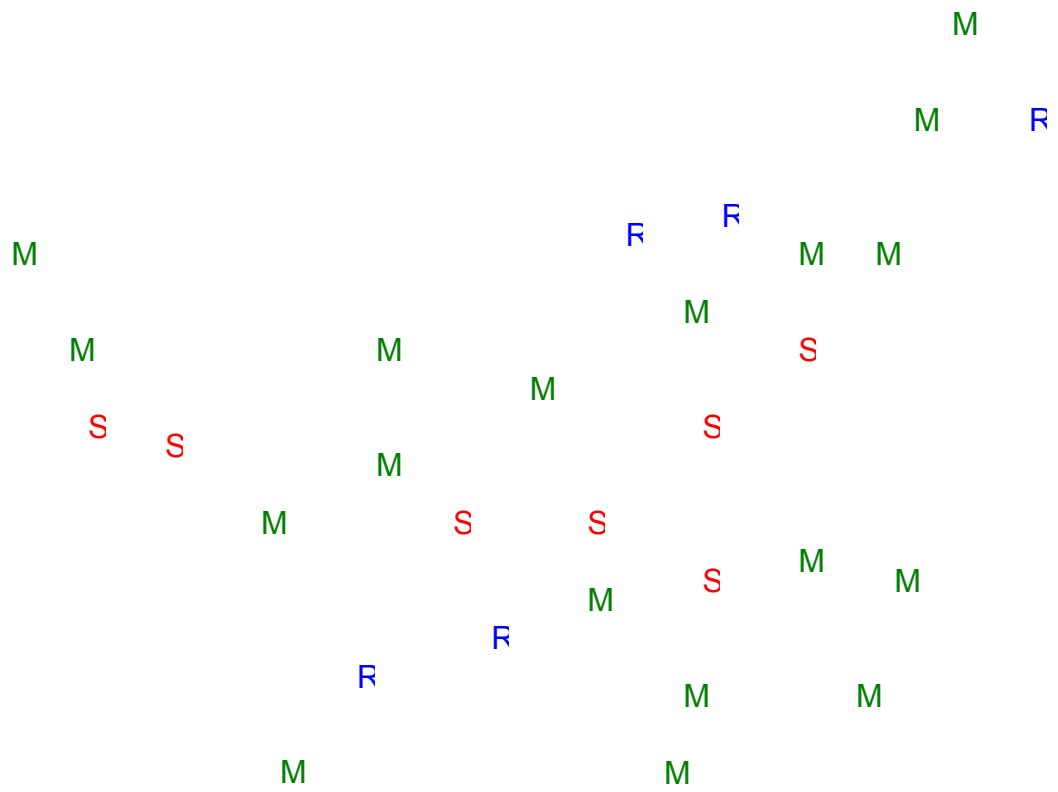
En el corral al final de cada jornada se les proporciona una dieta de nopal *Opuntia ficus-indica* de aproximadamente 45 kg picado en trozos de 3 – 5 cm de longitud por 2 cm de grosor, correspondiendo aproximadamente 1.5 kg de nopal picado por animal, la cual se ofrece en tinas rústicas de metal, acompañado de agua limpia.

Evaluación de la utilización.

Para poder conocer la utilización que sufre la *Opuntia rastrera* por las cabras, se escogió un hato de 30 cabras criollas del ejido, las cuales fueron apacentadas en el pastizal como se acostumbra tradicionalmente por el caprinocultor, que consiste en conducir la majada por el lugar de apacentamiento; previo a esto, se realizó una elección al azar de 6 plantas de *O. rastrera* con espina, las cuales fueron dibujadas en una hoja de campo, que nos muestra la arquitectura en forma detallada, describiendo la fisiología de la *O. rastrera* la cual fue caracterizada como renuevos, pencas maduras y tallos suberificados (figura 1).

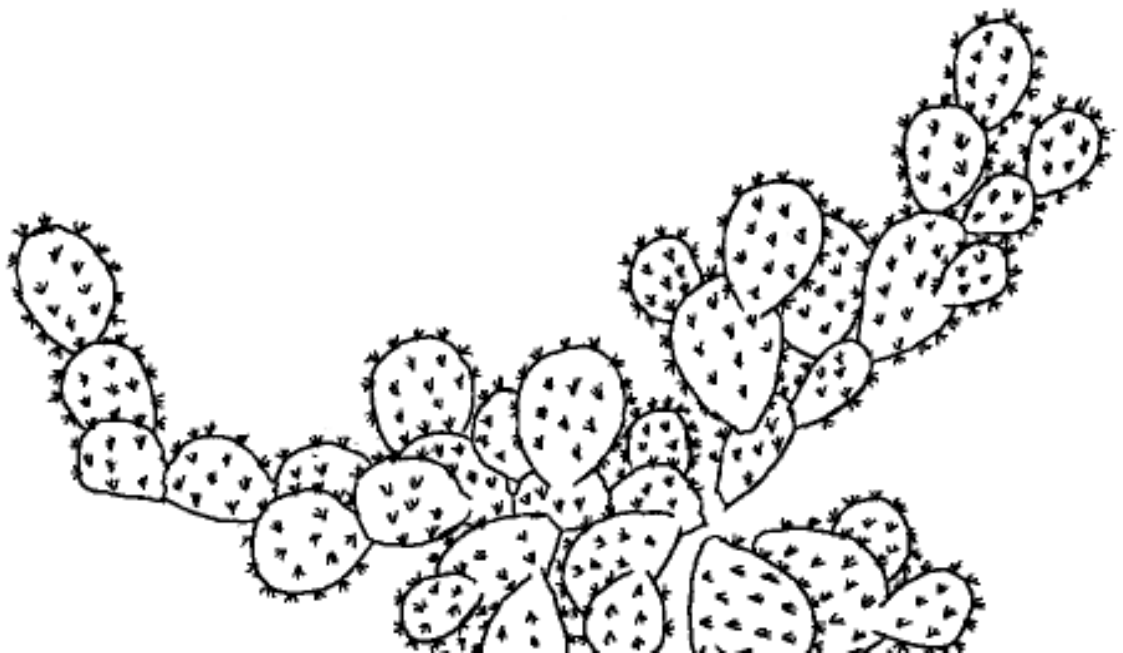






R ) Renuedo.  
 M ) Penca Madura.  
 S ) Talle suberificado

Figura 1. Arquitectura de la *Opuntia rastrera* por etapa fisiológica.



Con apoyo de un vernier se determinó su longitud por penca para poder estimar el peso total ofrecido a las cabras (apéndice B). Con los resultados obtenidos de un estudio de correlación longitud – peso, se proyectó a una prueba de regresión lineal simple, donde se considera  $r = 0.8171$  (apéndice C).

Después de levantar los datos correspondientes de las 6 plantas de *Opuntia rastrera* con espina, se procedió al pastoreo con el hato de 30 cabras criollas, el cual tuvo una duración de 4 días en los cuales se observó el comportamiento que las cabras presentan sobre la utilización de *Opuntia rastrera* para conocer la preferencia por tipo de penca.

Se registró el porcentaje de utilización por día por cada repetición (o planta). Al finalizar con los cuatro días, dado que se observó una disminución en el porcentaje de utilización, se procedió a realizar el estudio con plantas chamuscadas de *O. rastrera*, realizando el mismo procedimiento que se aplicó para la *O. rastrera* con espina.

El chamusque se realizó de manera tradicional por el pastor, consistiendo en acercar ramas secas en las plantas de *O. rastrera* y encenderles fuego, hasta que desaparezca el fuego y solo quede el nopal chamuscado sin espina.

Evaluación estadística.

Para conocer las comparaciones en la utilización del nopal rastrero con espina vs chamuscado y del tipo de penca se analizaron los datos de campo en un diseño completamente al azar con ordenamiento factorial 2X3 tratamientos, empleando 6 repeticiones. Los niveles del factor A son: A1 (*O. rastrera* con espina) vs A2 (*O. rastrera* chamuscado) y del factor B son: B1 (renuevos), B2 (pencas maduras) y B3 (tallos suberificados). Se realizó además una comparación de medias con la prueba de Tukey para poder dar validez científica a este trabajo.

Análisis bromatológico de *Opuntia rastrera* por etapa fisiológica con espina y chamuscado.

Con el propósito de conocer la bromatología del nopal por tipo de penca se realizó un análisis bromatológico en nopal con espinas y nopal chamuscado de la forma siguiente.

Se realizó una colecta del vegetal en el cual se picaron las pencas y se introdujeron a la estufa para secarse hasta deshidratarlas, poder molerlas

finamente y proceder a la realización de los análisis bromatológicos en el laboratorio.

Para el análisis se procedió basándose en los principios y fundamentos de las técnicas de Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (1980), con algunas modificaciones por Mendoza (1991), para algunas determinaciones de componentes.

Humedad.

- Se pusieron a peso constante los crisoles.
- Se pusieron a peso constante los crisoles + muestra.
- Los crisoles se dejaron en la estufa 12 hrs antes de iniciar los pesos constantes y se dejaron enfriar en el desecador por 20 min antes de proceder con los pesos.

$$\text{Humedad \%} = \frac{\text{Peso crisol + muestra húmeda} - \text{Peso crisol + Muestra seca}}{\text{gr de muestra (2 gr)}} \times 100$$

Grasa.

- Se pesaron 4 grs de muestra seca y se colocaron en papel filtro, los cuales se enrollaron y se introdujeron en los dedales previamente identificados, y estos a su vez en el sifón y refrigerante.
- En matraces de bola fondo plano se colocaron 4 perlas de vidrio y se agregó hexano (200 –220 ml).
- Se desgrasó la muestra por 16 hrs.
- Se retiró el dedal del sifón y se recuperó el hexano.
- Se introdujeron los matraces bola fondo plano a la estufa por 12 hrs.
- Y por último se puso a peso constante el matraz bola fondo plano + grasa.

$$\% \text{ de grasa} = \frac{\text{Peso matraz con grasa} - \text{Peso matraz vacío} \times 100}{\text{gr de muestra (4 gr)}}$$

Fibra cruda.

- Se pesaron 2 gr de muestra sin grasa del dedal.
- Se colocó la muestra en matraz Erlenmeyer (500 ml).
- Se agregó 100 ml de ácido sulfúrico (1.25 %) y 4 gotas de alcohol octílico (antiespumante).
- Se colocó en la parrilla por 30 min a partir de que comenzó a hervir.
- Se filtró el contenido del matraz Erlenmeyer en tela filtro con ayuda de un embudo de porcelana y extractor de aire, y se enjuagó con agua destilada caliente de 700 a 1000 ml.

- Se introdujo la tela filtro + muestra (residuo) en matraz Erlenmeyer (500 ml).
- Se agregó 100 ml de hidróxido de sodio (1.25%) y 4 gotas de alcohol octílico.
- Se colocó en parrilla por 30 min a partir de que comenzó a hervir.
- Se filtró el contenido del matraz Erlenmeyer en tela filtro con ayuda de un embudo de porcelana y extractor de aire, enjuagando con agua destilada caliente de 700 a 1000 ml y colocando la fibra en un crisol previamente identificado.
- Se introdujo el crisol a la estufa por 12 hrs, para después ponerlo a peso constante “peso A”, quemando la muestra en parrilla eléctrica e introduciéndolos a la mufla hasta que la ceniza presentara un color blanco (8 – 12 hrs). Se sacaron los crisoles y se introdujeron en el desecador por 30 min y se pesó “peso B”.

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{\text{Peso A} - \text{Peso B} \times 100}{\text{gr muestra ( 2 gr)}}$$

Proteína.

Digestión.

- Se pesó un gramo de muestra para nopal con espina (2 gr para chamuscado).
- Se colocó la muestra en un matraz Kjeldahl, se agregaron 6 perlas de vidrio, añadiendo 6 gr de mezcla de selenio más 30 ml de ácido sulfúrico.

- Se puso a digerir en el equipo Kjeldahl hasta que apareció un color verde claro o azul claro y se dejaron enfriar, sin retirarlos del equipo Kjeldahl.

#### Destilación.

- En un matraz Erlenmeyer de 500 ml, se agregaron 100 ml de ácido Bórico (4%) y 4 gotas de indicador mixto.
- Se agregó en el matraz Kjeldahl 200 ml de agua destilada agitando + 100 ml de hidróxido de sodio + 4 granallas de cinc, colocando en la parrilla del equipo Kjeldahl para su destilación.
- En el matraz Erlenmeyer se recibió el nitrógeno. Cuando este llega a tener 300 ml de solución se retira.
- Se tituló con ácido clorhídrico (N: 1101).

$$\% N = \frac{(\text{ml gtds de HCl X N de HCl}) - (\text{ml gtds blanco X N de HCl}) \times 0.014 \times 100}{\text{gr muestra (1 y 2 gr)}}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% N \times 6.25$$



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Utilización por etapa fisiológica en *Opuntia rastrera* con espina contra chamuscado

En el análisis de varianza se encuentra una diferencia altamente significativa ( $P > 0.01$ ) para los tratamientos del factor A y también una diferencia altamente significativa ( $P > 0.01$ ) para el factor B, sin embargo no se puede decir lo mismo para la interacción ( $P < 0.05$ ), la cual no es significativa como se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7. Resultados del análisis de varianza.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Factor A	1	2695.860596	2695.860596	1207.5507	0.0000 **
Factor B	2	41.035400	0.517700	9.1904	0.001 **
Interacción	2	13.764404	6.882202	3.0827	0.0590 NS
Error	30	66.975098	2.232503		
Total	35	2817.635498			

En la comparación de medias de la *O. rastrera* con espina contra chamuscado existe diferencia altamente significativa ( $P > 0.01$ ) como lo expresa la figura 2, donde encontramos una utilización de 92 por ciento para nopal chamuscado y un 2 por ciento de utilización para nopal con espina.

Esto quiere decir que la cabra prefiere en su utilización al nopal chamuscado, tal vez debido a la ausencia de espinas comparado al nopal con espinas que prácticamente le imposibilita la utilización a la cabra.

Por lo anterior se comprueba que la utilización del nopal por la cabra se mejora con el chamusque de sus espinas.

Los resultados obtenidos en la comparación de medias de utilización por etapa fisiológica en *Opuntia rastrera* con espina contra chamuscado nos expresan que se encuentran diferencias altamente significativas ( $P > 0.01$ ) entre pencas maduras y tallos suberificados, por el contrario, una diferencia no significativa ( $P < 0.05$ ) con una utilización de 50 por ciento para renuevos contra pencas maduras y tallos suberificados con 53 y 38 por ciento de utilización respectivamente (figura 3).

Es posible que los resultados anteriores se deban a que los renuevos y pencas maduras son más suculentas y le son más palatables a la cabra en comparación con los tallos suberificados.

En la comparación de medias en la utilización por etapa fisiológica en *O. rastrera* con espina se observa claramente que la utilización por tipo de pencas de nopal con espina es no significativa ( $P < 0.05$ ) para las pencas maduras que son las que fueron más utilizadas con un 6 por ciento, mientras que renuevos y tallos suberificados presentan cero por ciento de utilización (figura 4).

Sin embargo, se muestra una tendencia a utilizar pencas maduras, posiblemente debido a que tienen menos espinas comparados a los renuevos, siendo más suculentas comparadas a los tallos suberificados, además, por que la cabra encuentra en pencas maduras los mayores porcentajes de proteína cruda, grasa, cenizas y extracto libre de nitrógeno (E.L.N) que utiliza para

complementar sus requerimientos de mantenimiento, producción, reproducción, gestación y lactancia comparadas con los tallos suberificados.

En la comparación de la utilización por etapa fisiológica en *Opuntia rastrera* chamuscado se muestra una diferencia altamente significativa ( $P > 0.01$ ) entre los tratamientos renuevos y pencas maduras contra tallos suberificados con un porcentaje de utilización de 100 por ciento para renuevos y pencas maduras, y un 76.7 por ciento para tallos suberificados (figura 5).

Esto es posible debido a que los tallos suberificados son menos suculentos en comparación con los renuevos y pencas maduras que son mas suaves, además, los tallos suberificados presentan los menores porcentajes de proteína cruda, grasa y E.L.N.

En la comparación de medias por etapa fisiológica de *Opuntia rastrera* con espina y chamuscado en interacción de tratamientos, los resultados nos muestran que existe una diferencia no significativa ( $P < 0.05$ ). Por lo tanto, se considera que no existe interacción de factores A y B ya que estas son independientes.

La utilización promedio por día nos expresa como decae el consumo de la *Opuntia rastrera* con espina a partir del tercer día.

Se observa poco consumo en el día uno y dos, ya que la cabra prefiere algunas otras arbustivas (*Dalea bicolor*, *Atriplex canescens*, *Acacia sp.*, *Prosopis glandulosa* y *Parthenium sp.*) más accesibles (sin espina densa) y por otra parte en las nopaleras existían viejas pencas secas que estaban desprovistas de espina y la cabra las utiliza con mayor facilidad, cuyas partes fueron consumidas. En el del tercer día se merma la disposición y utilización de dichas arbustivas y pencas secas de nopal, por tal motivo la cabra está obligada a consumir pencas de nopal con espina, incrementando así el consumo de nopal en pie.

La cabra comienza a utilizar pencas maduras ya que tienen menos espina que los renuevos, aunque las pencas maduras tienen más espina que los tallos suberificados. En la mayoría de los casos las pencas maduras cubren a los tallos suberificados, por tal razón, la cabra no utiliza preferentemente estos últimos, además de ser menos palatables. Es aquí la respuesta al porqué se encontró mayor consumo en pencas de nopal maduro a diferencia del renuevo y suberificado.

Para el día cuatro la vegetación arbustiva preferida se ha escaseado y han sido consumidas las partes más deseables del nopal con espina, dificultando así la utilización del resto de la planta (figura 6). Por consiguiente, la cabra busca otros sitios más adecuados para apacentar o el pastor decide chamuscar nopal.

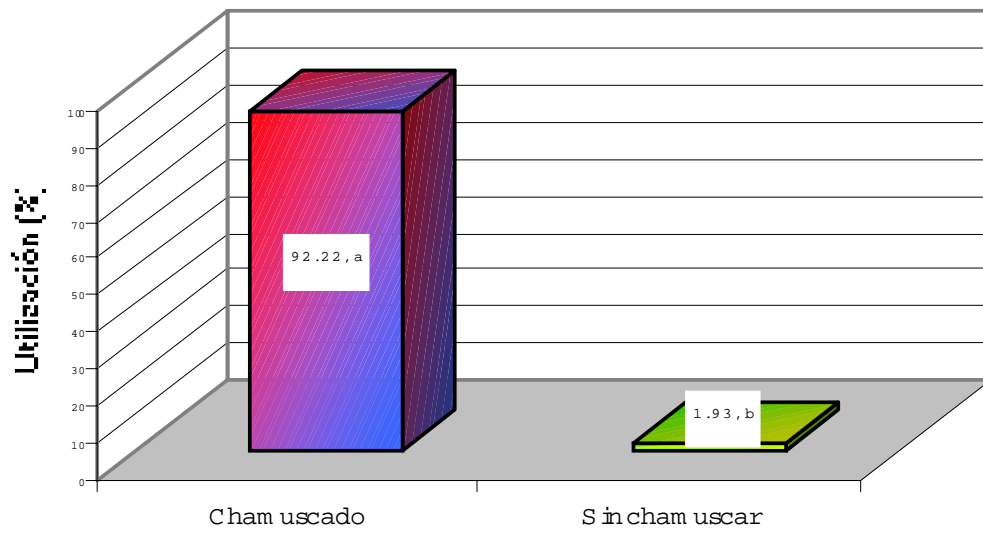


Figura 2. Comparación de medias de la utilización de *Opuntia rastrera* con espina contra chamuscado.

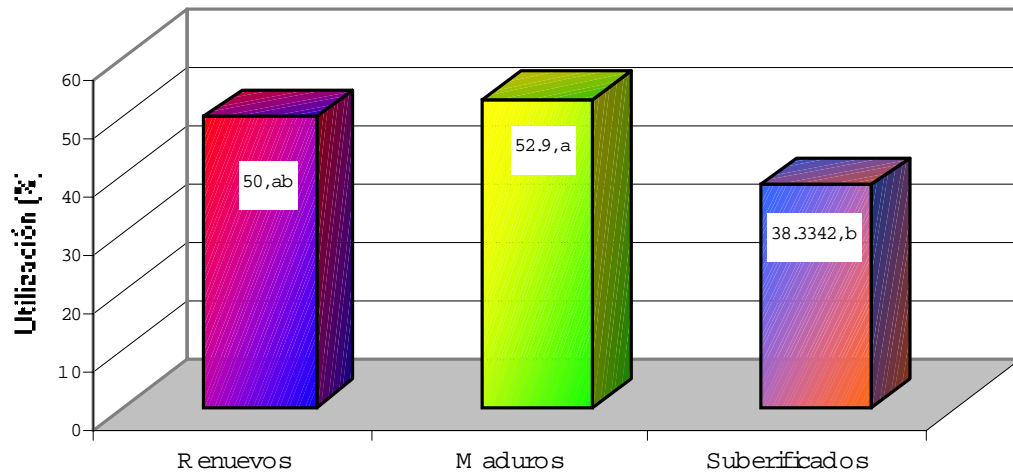


Figura 3. Comparación de medias de utilización por etapa fisiológica en *Opuntia rastrera* con espina contra chamuscado.

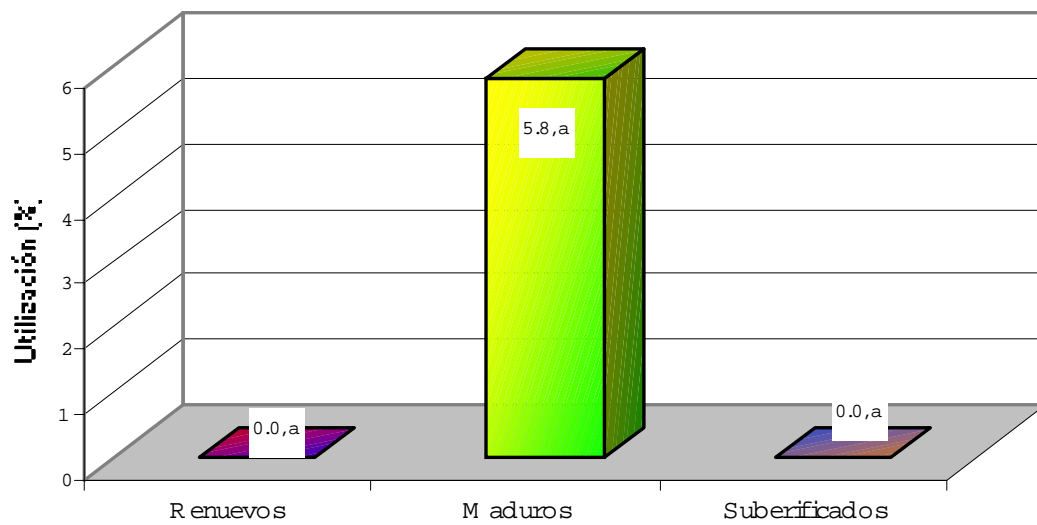


Figura 4. Utilización por etapa fisiológica en *Opuntia rastrera* con espina.

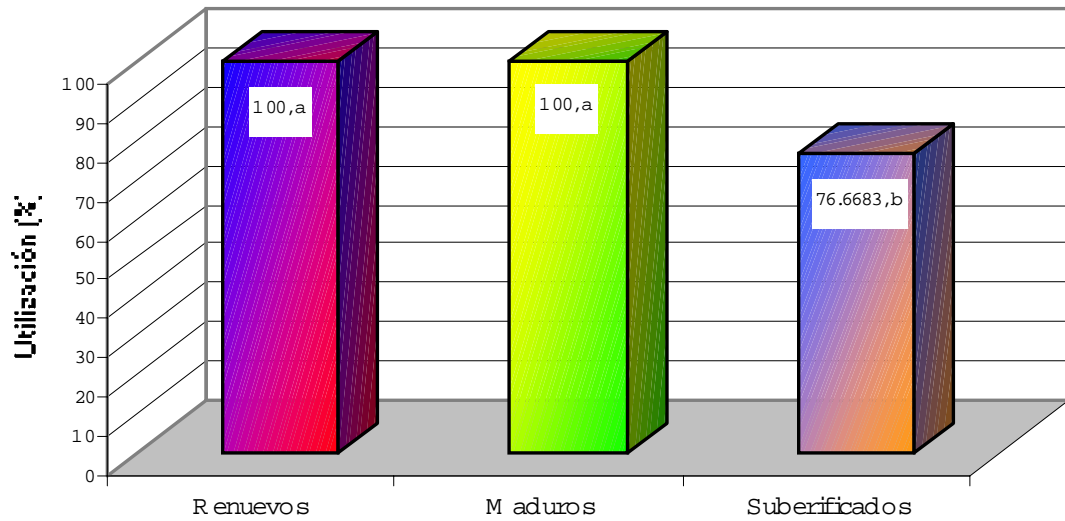


Figura 5. Utilización por etapa fisiológica en *Opuntia rastrera* chamuscado.

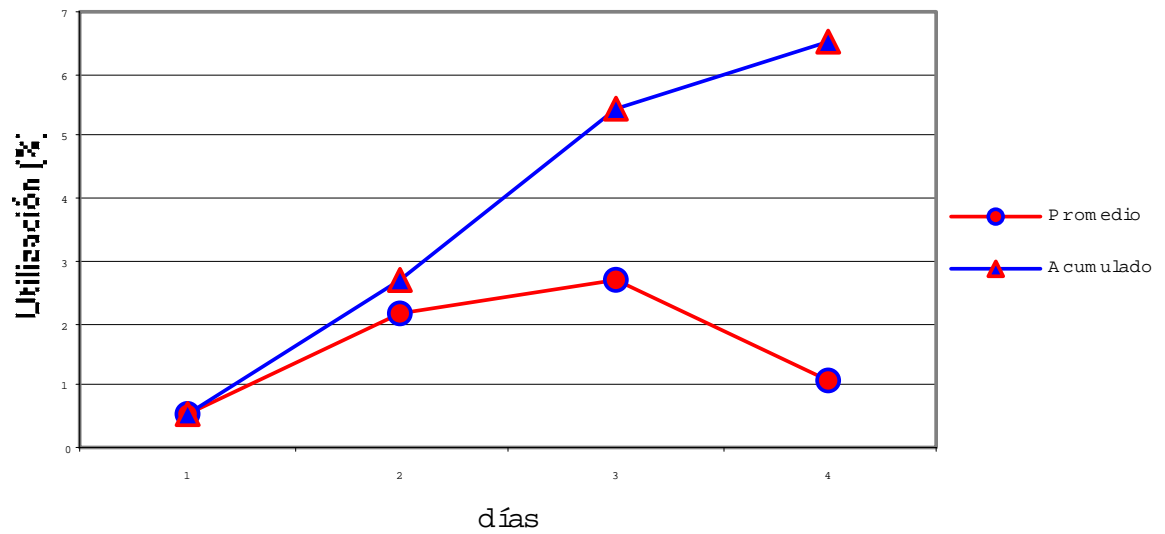




Figura 6. Utilización promedio por días y acumulada en nopal con espina.

Análisis bromatológico de *Opuntia rastrera* por etapa fisiológica con espina y chamuscado

En general, existe muy poca variación en los componentes nutritivos del nopal con espina por etapa fisiológica, sin embargo, se puede observar que el mayor porcentaje de proteína, E.L.N. y grasa se presenta en los renuevos, en comparación con las pencas maduras y tallos suberificados que son más parecidos entre sí como se muestra en el cuadro 8.

El más alto contenido de fibra cruda se presentó en pencas maduras, siendo una posible consecuencia su gran cantidad de espinas con respecto a los tallos suberificados y con mayor edad fisiológica que los renuevos

El componente cenizas es mayor en las pencas maduras y tallos suberificados en comparación con los renuevos.

Se observó en términos generales una diferencia entre los componentes nutricionales por etapa fisiológica, de igual forma a lo reportado por Martínez (1980), en *Opuntia cantabrigiensis* y *Opuntia engelmannii*.

En los nopales chamuscados por etapa fisiológica se presenta muy poca variación entre sus componentes nutritivos, sin embargo, se puede observar que el mayor porcentaje de proteína, E.L.N. y grasa se muestra en las pencas maduras en comparación con los tallos suberificados y ligeramente superior de los renuevos como se aprecia en el cuadro 9.

En la comparación de nopal con espina contra chamuscado se puede apreciar que no existe diferencia entre los componentes nutricionales, excepto la fibra cruda. Esto es posible debido a que el chamusque no es severo, el cual solo se utiliza para eliminar la espina, como da testimonio Martínez (1980). Sin embargo, en el presente estudio se observó que el componente fibra cruda disminuyó en una forma apreciable con el chamusque. Lo anterior se debe probablemente a que la presencia de espina aumenta o disminuye el porcentaje de fibra cruda en el nopal con espina o chamuscado respectivamente

Cuadro 8. Análisis bromatológico en base seca de *Opuntia rastrera* con espina por etapa fisiológica.

Componente	Tallo suberificado	Pencas maduras	Renuevos
Materia seca (%)	98.55	98.56	97.93
Proteína (%)	2.22	2.64	4.53
Grasa (%).	2.59	2.88	3.17
Cenizas (%)	25.44	26.51	12.72
E. L. N.(%)	45.39	52.13	64.31
Fibra (%)	13.69	14.40	13.20

Humedad (%)	1.45	1.44	2.07
-------------	------	------	------

Cuadro 9. Análisis bromatológico en base seca de *Opuntia rastrera* chamuscado por etapa fisiológica.

Componente	Tallo suberificado	Pencas maduras	Renuevos
Materia seca (%)	98.61	98.29	98.28
Proteína (%)	1.97	3.18	2.60
Grasa (%).	1.61	3.15	3.01
Cenizas (%)	20.86	19.23	23.11
E. L. N. (%)	64.07	68.10	61.13
Fibra (%)	12.07	7.81	11.03
Humedad (%)	1.39	1.71	1.72

## CONCLUSIONES

Podemos afirmar que se aceptan las hipótesis planteadas.

- 1.- Efectivamente el nopal con espina es menos utilizado por las cabras que el nopal chamuscado.

2.- En la comparación de los tratamientos de nopal con espina contra chamuscado y por etapa fisiológica se puede decir que, efectivamente, la utilización del nopal por las cabras esta influenciada por la etapa fisiológica del mismo, encontrándose una mayor utilización en el nopal chamuscado.

3.- Se encontró que si existe diferencia entre los componentes bromatológicos del nopal con espina contra el chamuscado, y por etapa fisiológica.

Las eliminación de espinas en el nopal no solamente disminuye la cantidad de fibra cruda sino sobre todo aumenta la utilización del nopal.

#### LITERATURA CITADA

Blanco, M. G. 1957. El Nopal como Forraje para ganado de las Zonas Aridas, Aprovechamiento de la Tuna. El campo. 23 (788) México p. 34-35.

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

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

Britton, N. L. y J. N. Rose. 1963. The cactaceae. (I) Dover Publ., Inc. New York. U.S.A. p. 8-149.

De la Rosa H., J. P. y A. D. Santamaría. 1998. El nopal sus usos, manejo agronómico y costos de producción en México. CONAZA-UACH.- CUESTAAM. México p. 132.

Fierro, L. C. 1985. Planeación del Uso de Pastizales. En: De Luna V., R., J. G. Medina T. y L. C. Fierro G. Manejo y Transformación de Pastizales. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. México. p. 241-260.

Flores V., C. A. y Aguirre R., J. R. 1989. El nopal como forraje. Universidad Autónoma Chapingo. Dirección del patronato universitario. Centro de investigaciones Económicas, Sociales y tecnológicas de la Agroindustria y la agricultura mundial. México. p. 45.

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.

García V. H..1990. La industria del nopal, en la peor crisis de su historia.

Revista el impacto No. 2096. p. 32-33.

Huss, D. L. y E. L. Aguirre. 1976. Fundamentos de Manejo de Pastizales.

División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas. ITESM Monterrey, N. L.  
México. 227p.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 1983. Nomenclator del

Estado de Coahuila. México. p.35.

López G., J. J., M. J. Ayala O. y A. Rodríguez G. 1987. Factibilidad

Agroecológica para la explotación económica del nopal forrajero

Opuntia spp. en el desierto Chihuahuense. 2º. Informe CONACYT-

UAAAN. Saltillo, Coah. México. 100p.

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., J. M. Fuentes R. y A. Rodríguez G. 1997. Nopal forage species

and its distribution in the Mexican State of Coahuila. The Green

Industrial Revolution an Internatinal conference of the association for the

advancement of industrial crops. U. A. A. A. N. Buenavista, Saltillo, Coah., México. p. 27.

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

López G., J.J., J. M. Fuentes R., V. Rodríguez G. y L. Pérez R. 1998. Establecimiento de Nopal en Ambientes Degradados de Coahuila, México. En: XIII Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales, Ags. México. 43p.

Maldonado, J. L. y Zapien B. 1977. El Nopal en México. Ciencia Forestal 2 (5) :36 57 México.

Martínez, D. M. 1980. Alternativas para el manejo y transformación de *Opuntia engelmannii* Salm-Dicky y *Opuntia cantabrigiensis* Linch en el norte de Zacatecas. Tesis Licenciatura. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. México. p. 44-47.

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

- Marroquín S. J., Borja L. G., Velázquez C., R. Y D e la Cruz C., J. A. 1981. Estudio ecológico dasonómico de las zonas áridas del norte de México. I. N. I. F.- S. A. R. H. Segunda edición. Publ. Esp. segunda. México. p. 87-90 y 133-137.
- Medina T., J. G. 1985. En: Luna V., R. de, J. G. Medina T. y L. C. Fierro G. Manejo y Transformación de Pastizales. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. México. p. 311-335.
- Mendoza H., J. M. 1983. Diagnóstico Climático para la Zona de Influencia Inmediata de la U.A.A.A.N. Agrometeorología . U.A.A.A.N. México. p. 72.
- Mendoza. V., R. 1991. Introducción a la química analítica y análisis proximal. Depto. de Ciencias Básicas U.A.A.A.N. México. p. 38 – 59.
- Muñoz G., V. A. Morales R. y H. Blanco G.1997. Experiencias de la compilación para el desarrollo agropecuario del Estado de Aguascalientes, en el establecimiento, manejo y producción de nopal forrajero en Aguascalientes En: Vázquez A. R., C. Gallegos V., N. E. Treviño H. y Y. Días T. VII Nacional, V Internacional congreso sobre conocimiento y aprovechamiento del nopal. Monterrey, N.L. México. p. 224.



Nava C., R. 1985. Los Recursos Naturales, su Entendimiento y Manejo. En: De Luna V., R. J. G. Medina T. y L. C. Fierro G. (Eds.). Manejo y Transformación de Pastizales. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Méx. p. 295-310.

Official Methods of analysis of the association of official analytical chemists. 1980. 13<sup>th</sup>. Washington, D.C. U.S.A.

Palomo, G. 1963. Opuntia spp Utilizadas como Forraje en Noreste de México. Tesis. Escuela de Agricultura y Ganadería. Instituto Tecnológico de Monterrey. No 108. Monterrey N.L. México. p 34.

Ponce J. P., C. A. Flores V. y P. P. Ramírez, M. 1997. Programa de conservación y recuperación del suelo, la vegetación y la fauna. Una contribución al desarrollo rural sustentable de la Mixteca Poblana, 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. 152.

Rocha J. y Rivarola. 1955. Los cactus como alimento para el ganado. Revista de agricultura. Costa Rica. p. 229-231.

Sánchez V. G. y Figueroa S., B. 1990. Estudio preliminar sobre distribución y variedad de *Opuntia joconostle* Weber, en el Estado de Zacatecas. En: López G., J. J. y M. J. Ayala O. III Reunión Nacional. I Internacional. Memoria. El nopal su conocimiento y aprovechamiento. U. A. A. A. N. Buenavista, Saltillo, Coah., México p. 68.

S.E.P. 1985. Manuales para Educación Agropecuaria. Pastizales Naturales. Ed. Trillas. México. p. 33-64.

Stoddart, L. A. 1975. ¿Que es el Manejo de Pastizales?. En: González, M. H. y Robert S. C. (Comps.). Rendimiento del Pastizal. Ed. Pax, Méx. p. 225-228.

## GLOSARIO

*Arbustivo*. De naturaleza o propiedad del arbusto. Plantas leñosas de poca altura (por lo general menos de tres metros) se distingue del árbol en que sus ramas crecen desde la base del tronco.

*Areola.* Estructura de las Cactáceas que corresponde a la yema axial, frecuentemente da origen a varios tipos de espinas, nuevos tallos glóquidas, hojas y/o pelos.

*Arquitectura.* Estructura o forma en la cual están distribuidas las pencas en una planta de nopal.

*Cobertura vegetal.* Se define la cobertura vegetal como la proyección vertical hacia abajo de las porciones aéreas de la planta y se puede expresar en por ciento de cobertura total y como porción basal de las plantas.

*Cobertura absoluta total.* Es el área cubierta por todas las especies en la totalidad del área muestreada.

*Cobertura absoluta por especie.* Es el área cubierta por una especie entre la totalidad del área muestreada.

*Cobertura relativa.* Es la proporción de la cobertura de una especie entre la cobertura total de todas las especies.

*Condición del pastizal.* Estado presente de la vegetación, de un sitio del pastizal, en relación con el potencial del mismo.

*Cladodio.* (artículo o penca). Ramas aplanadas y discoideas en forma de raqueta.

*Chamusque.* Quemar las (espinas y glóquidas) pencas de nopal en su parte exterior.

*Densidad.* Es definida como el número total de individuos en un área específica.

*Desertificación.* Transformación de una región en desierto. Empobrecimiento de una zona semiárida por la destrucción de suelos y la vegetación bajo la influencia del hombre.

*Erosión.* Desgaste de la superficie terrestre a causa de los fenómenos geológicos externos y de la acción del hombre y de los seres vivos.

*Espina.* Estructura endurecida y puntiaguda, pueden ser de origen foliar o caulinar.

*Glóquidas.* Diminutas espinas o cerdas unciculadas frecuentemente en manchones, son las llamadas comúnmente ahuates en México.

*Jornada.* Camino que se recorre en un día con las cabras. Duración del tiempo diario en el que el trabajador efectúa la presentación de su trabajo.

*Majada.* Manada o hato de ganado caprino.

*Pastizales.* Comunidades vegetales en las que predominan las gramíneas (conocidas comúnmente como pastos) u otras familias vegetales forrajeras, que cubren grandes extensiones de terreno poco accidentados.

*Pencas maduras.* Son los cladodios de un año o más.

*Ramoneo.* Acción de los animales de comerse las hojas o puntas de las ramas de árboles o arbustos.

*Renuevo.* Se considera a los brotes vegetativos del primer año.

*Suculenta.* Condición de tallos u hojas de plantas carnosas por contener abundante reserva de agua.

*Tallos suberificados.* Son las pencas que cambien de color verde a color café cenizo (baja su actividad fotosintética y en especies rateras generalmente presenta raíces).

## APÉNDICE

Apéndice A. Análisis de suelo para el lugar de estudio

Componente	Cantidad	Interpretación
Profundidad (cm)	0 a 30	
M.O. (%)	0.98	Medianamente pobre
N (%)	0.049	Extremadamente pobre
P (ppm)	24.04	Medianamente pobre
K (ppm)	114.47	Mediano
CO <sub>3</sub> (%)	5.95	Pobre
CIC (meq/100 gr)	10.98	Medianamente pobre
PH	7.5	Alcalinidad media
CE (mmhos/cm)	0.76	
<u>Textura</u>		
Arena (%)	57.33	
Arcilla (%)	16	
Limo (%)	26.67	
Clase textural	26.67	Migajón arenoso

Apéndice B. Gramos de *Opuntia rastrera* con espina por etapa fisiológica ofrecidos.

Repeticiones	Renuevos (gr)	Pencas Maduras (gr)	Tallos Suberificados (gr)
1	2920	8894	2510
2	0	17480	3101
3	230	6150	335
4	720	9170	2410
5	390	5761	770
6	390	7271	1460
Suma	4650	54726	10586
		<u>Gran total</u>	69962

Apéndice C. Relación longitud - peso de la *Opuntia rastrera*.

Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)
---------------	-----------	---------------	-----------

---

10.04	104.5	17.14	159.4
10.02	84.4	16.86	319.6
9.85	12.4	17	158
10	50	17.64	276.2
11.49	142.9	18.24	403.3
11.09	135.5	17.65	276.2
11	80	18	196
11	87	18	235
11.63	123.3	18.51	348.9
12.20	140	18.50	222.4
12	104	19	207
12	110	19	222.5
12	150	19	259.5
12	171	19	296
12	50	20.2	400.4
12.54	121	19.76	170.3
13.05	140.2	20.34	407.2
13	110	20	276
13	200	20.83	286
14.26	176.8	21.35	252

---

Continuación.

---

13.85	107.1	20.55	429.7
-------	-------	-------	-------

---



---

14	142	21	330
14	149	21.75	420
14	157.5	20.30	466.3
14	172	22	408.5
14	172.5	22	497
14	202	22.50	269.8
15.37	160	23.30	403
15	177	23.40	311.2
15	195	23.14	445.1
15	214	24	671.9
16.04	188.2	23.5	533
16.22	275.5	24.7	326.5
16	208	24	803
16	212	30	413.2
16.68	126.4		

---

Apéndice D. Clasificación para estimar el peso con respecto a la longitud de pencas en *Opuntia rastrera*.

---

Longitud (cm).	Peso (gr).
Menor de 9	Menor de 100
10 a 14	130
15 a 19	230
20 a 24	410
Mayor de 25	Mayor de 411

---