

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**Estudio Comparativo en la Operación de Cuatro
Establos Lecheros que Incorporan Nopal Forrajero
A la dieta de los animales**

Por:

VICTOR MANUEL TORRES VAZQUEZ

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo del 2000

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

ESTUDIO COMPARATIVO DE CUATRO ESTABLOS LECHEROS QUE
INCORPORAN NOPAL FORRAJERO A LA DIETA DE LOS ANIMALES

TESIS

POR

VÍCTOR MANUEL TORRES VÁZQUEZ

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

APROBADA

PRESIDENTE

M.C JUAN JOSÉ LÓPEZ GONZÁLEZ

SINODAL

SINODAL

M.C ANDRÉS RODRÍGUEZ GAMES

M.C RUBÉN H. LIVAS HERNÁNDEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DR. CARLOS JAVIER DE LUNA VILLARREAL

MAYO DEL 2000

AGRADECIMIENTOS

A DIOS. Padre todo poderoso, por darme lo más valioso de este mundo, la dicha de vivir y permitir que haya concluido satisfactoriamente mis estudios profesionales.

APOSTOL SANTIAGO. A quien me encomendé para llevar acabo este trabajo de investigación.

A MI ALMA MATER. Por permitir estudiar en sus instalaciones y por darme esta profesión de Ingeniero Agrónomo Zootecnista.

M.C. JUAN JOSE LOPEZ GONZALEZ. Por todos esos buenos tratos que tuvo conmigo, y sobre todo por dirigirme en la elaboración de este trabajo.

M.C. ANDRES RODRIGUEZ GAMES. Por su ayuda incondicional y por todas las atenciones que tuvo hacia mi, y que ahora se ven reflejadas en la elaboración de este trabajo de investigación.

M.C RUBEN H. LIVAS HERNANDEZ. Por ayudarme a concluir este trabajo de investigación en el proceso del análisis económico.

SEÑORA EMMA TORRES LUIS. Por la ayuda que me brindó en la elaboración del trabajo impreso, y por su espíritu alentador.

Y sobre todo a todas aquellas personas que de una manera u otra intervinieron para que se llevara a cabo este proyecto.

DEDICATORIAS

A MIS **ABUELITOS:**

Rosalino Torres Pinzón (finado)

Ricardo Vázquez

Juana Sánchez (finado)

Porfiria Baranda (finada)

Quienes me vieron crecer y que vieron en mi la esperanza de que llegaría a ser alguien en la vida, ya que ellos tuvieron la dicha de tener todas las atenciones como las que me brindó mi familia.

A MIS **PADRES:**

Señor. Victor Torres Sánchez

Señora. Placida Vázquez Baranda

Por toda la confianza tuvieron conmigo y el apoyo fraternal que me demostraron en el transcurso de mi carrera.

A MIS **HERMANOS:**

Delfino Angel (finado) Alma Delia

Vicente Alejandra

Erasmus Jose

Sobre todo a mis hermanos los mayores quienes me brindaron todo el apoyo tanto fraternal como económico para que pudiera triunfar.

A MI HERMANA MAYOR Y SU FAMILIA:

Señora. María del Rocío Torres Vázquez Señorita. Marisol Valle Torres

Señor. Víctor Valle Soriano.

A MIS **PADRINOS:**

Señor. Rodolfo Navarro Estrada

Señora. Margarita de Navarro.

Y en especial a toda su familia por la amistad que nos brindaron desde hace mucho tiempo hacia mi familia, y por toda esa ayuda económica que me brindaron para que nada me faltara aquí en la universidad.

A mis **amigos** de hoy y siempre que han estado conmigo en cada momento. Pedro, Víctor Hugo, Jesús, Rivelino, Sotero, Anastacio, Rodolfo, Heriberto, Joel, Ruben, Negrete,

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
INDICE DE CUADROS.....	vi
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	5
HIPOTESIS.....	5
REVISION DE LITERATURA.....	6
Características del genero <i>Opuntia</i>	6
Importancia del género <i>Opuntia</i>	7
El género <i>Opuntia</i> en el estado de Coahuila.....	9
Distribución geográfica.....	10
Manejo y su impacto.....	12
Importancia del nopal como recurso forrajero en México.....	13
Descripción de las nopaleras naturales.....	13
Aspectos de su utilización.....	18
Valor nutritivo del nopal	22
Digestibilidad del nopal.....	25
Niveles de consumo	27
Producción animal a base de nopal.....	29
Inconvenientes del nopal como forraje.....	29
El nopal como fuente de agua.....	30
El nopal como alimento para ovinos.....	31

El nopal como alimento para bovinos productores de carne.....	33
El nopal como alimento para bovinos productores de leche.....	35
Necesidades nutritivas del ganado lechero.....	38
Energía.....	38
Proteínas.....	43
Urea y nitrógeno no proteico.....	44
Minerales.....	45
Usos del nopal.....	46
Usos del nopal forrajero en establos lecheros.....	50
Uso actual del nopal.....	54
Alternativas de producción de forraje con especies de nopal para épocas Críticas.....	56
MATERIALES Y METODOS.....	58
Descripción del área de estudio.....	58
Descripción de los establos lecheros.....	59
Realización de encuestas.....	62
Ecuaciones utilizadas en el manejo de las variables.....	66
RESULTADOS.....	69
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
Conclusiones.....	82
Recomendaciones.....	83
LITERATURA CITADA.....	84
ANEXO.....	89

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Nombre común, nombre científico, distribución y características de las principales especies de nopal forrajero en México (<i>Opuntia spp</i>).....	16
CUADRO 2. Ración típica suministrada al ganado lechero en la ciudad de Saltillo.....	22
CUADRO 3. Análisis bromatológicos de diferentes especies de nopal forrajero.....	24
CUADRO 4. Variación en el contenido de nutrimentos digestibles de nopal inerme.....	26
CUADRO 5. Coeficientes de digestibilidad y porcentajes de NDT de nopal fresco, oreado y deshidratado.....	26
CUADRO 6. Porcentajes de digestibilidad de nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>) reportada por varios autores.....	27
CUADRO 7. Raciones a base de nopal para borregos de 32 Kg de peso vivo.....	32

CUADRO 8. Raciones a base de nopal para borregas de 54 Kg de peso vivo.....	33
CUADRO 9. Raciones con nopal empleadas por los ganaderos del sur de los Estados Unidos para el ganado bovino productor de carne.	34
CUADRO 10. Consumo de nopal en Kg/día y ganancia diaria en Kg de peso vivo; promedio por cabeza durante el experimento A.....	35
CUADRO 11. Raciones que se emplearon para la alimentación de los bovinos de leche en el sur de los Estados Unidos.....	36
CUADRO 12. Raciones en Argelia para la alimentación de bovinos de leche.....	37
CUADRO 13. Consumo de alimentos, costos de la alimentación y producción de leche con forrajes diferentes en Saltillo, Coahuila.....	38
CUADRO 14. Principales especies de nopal forrajero.....	47
CUADRO 15. Pequeños establos lecheros de Saltillo, Coahuila que utilizan el nopal forrajero en su ración.....	70

Cuadro 16. Composición de la dieta (consumo de alimento por kilogramo por vaca y por día).....	71
CUADRO 17. Consumo total de las vacas secas y vacas en producción.....	72
CUADRO 18. Costos por kilogramo de alimento de la dieta.....	73
CUADRO 19. Costo total de la alimentación de los animales en los diferentes establos.....	74
CUADRO 20. Concentración de los ingresos por valor de la leche y egresos con relación a los costos de alimentación.....	75
CUADRO 21. Manejo de los establos lecheros.....	76
CUADRO 22. Eficiencia económica anual por vaca.....	77
CUADRO 23. Calculo de la utilidad relativa.....	78
CUADRO 24. Principales características de los establos.....	79
CUADRO 25. Análisis de leche.....	80
CUADRO 26. Presupuesto.....	81

INTRODUCCION

La ganadería mexicana está en constante aumento y consecuentemente la producción pecuaria en zonas áridas del país ha seguido la misma trayectoria; pero en esos lugares, los hombres de campo se enfrentan al problema de la escasez de forraje durante una porción considerable del año (Rojas, 1966) a este respecto Blanco (1957), manifestó que el nopal puede emplearse no solo como alimento durante la sequía, se ha comprobado que puede utilizarse también como parte integrante de la alimentación habitual de los rebaños, a los que produce efectos benéficos e inmediatos, sobre todo al ganado que ha estado sujeto a una dieta prolongada de forrajes secos; la cantidad de nopal que pueden consumir los animales es sorprendente: un novillo de 3 años puede consumir 45 Kg diarios y una vaca lechera en plena producción 90 Kg más la ración complementaria de forraje y otros concentrados.

En nuestro país existen regiones que se caracterizan por su baja precipitación pluvial y la producción pecuaria se ve mermada, debido a la escasez de alimentos para el ganado durante la época de sequía.(López, 1999).

Del territorio nacional, aproximadamente dos terceras partes se ubican en las zonas áridas y presentan problemas de obtención de los forrajes que garanticen la sobrevivencia del ganado en épocas críticas. Ante la circunstancia, los ganaderos de estos lugares se han visto en la necesidad de utilizar la penca

de nopal como alimento de emergencia para el ganado, dando a los ecosistemas nopalersos naturales una explotación inadecuada, con lo cuál, a través del tiempo se han ido generando grandes áreas deforestadas que han perdido casi totalmente su potencial productivo. Por esta razón es necesario manejar correctamente las poblaciones naturales de nopal, con el fin de conservarlas y obtener una mejor producción. (Patrocinio, 1998).

A medida que la lluvia es más escasa o su distribución durante el año es más irregular, la producción de forrajes (pastos, leguminosas, etc.) también se reduce y cobra relevancia la utilización del nopal como forraje, por lo que es necesario estimular el establecimiento de plantaciones de nopal forrajero en aquellos lugares donde las condiciones climáticas no permiten el desarrollo de otros forrajes en determinadas épocas del año. (Ponce, 2000).

En el norte de México se localizan dos extensas regiones consideradas como las más áridas, conocidas como desierto Chihuahuense y Sonorense, que ocupan aproximadamente el 50% del territorio nacional. Las actividades principales de estas regiones son la cría de ganado bovino, caprino, ovino, equino y de fauna silvestre en forma incipiente; la cosecha de algunas plantas y algunos productos que se extraen de ellas. Estas zonas se caracterizan por tener condiciones climáticas extremas, altas temperaturas en primavera y verano y bajas en invierno. Las precipitaciones son pocas, erráticas y generalmente

ocurren en forma torrencial, lo que hace casi imposible los cultivos de temporal. Las áreas agrícolas son escasas y muy localizadas, las cuales se dedican a la producción de granos, hortalizas y forrajes, y ocupan menos del 10% del total de la superficie del norte de México. (Andrade, 1974; Bravo, 1978; Marroquin *et al*, 1964).

El desierto Chihuahuense es una vasta zona árida que se localiza en el altiplano de México e incluye, parte de los estados de Coahuila, Durango, San Luis Potosí, Zacatecas, Nuevo León y Chihuahua. Cuenta con una flora caracterizada por diversos tipos de matorrales xerófilos y pastizales de los cuáles, la familia de las cactáceas es sobresaliente tanto por la diversidad de sus especies, como por sus múltiples adaptaciones morfológicas, anatómicas y fisiológicas, que les permite vivir en medios sumamente adversos, donde imprimen un sello característico al paisaje y constituyen, algunas veces uno de los componentes más importantes en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas donde habitan (Bravo, 1978). Su presencia y dominancia se atribuye, en gran parte al manejo que se ha ejercido en las gramíneas exceptuando las áreas que consideran como vegetación clímax. (Marroquin *et al.*, 1964).

Los usos de las cactáceas son múltiples y muy variados; ornato, medicinal y alimento. Desde el punto de vista de la importancia forrajera tendremos que resaltar el subgénero *Platyopuntia*, conocido comúnmente como nopal. Se caracterizan por sus artículos aplanados en forma de raqueta y porque posee un

porte muy variado; rastrero, arbustivo y francamente arborescente (Elizondo *et al.*, 1987).

La ganadería lechera ha ofrecido a través del tiempo con sus productos, una excelente alternativa de bajo costo y alto valor proteínico. Debido a esto muchos ganaderos han visto la forma de incrementar la producción a bajos costos y este mediante la utilización de nopal forrajero en la dieta de los animales.

El presente trabajo tiene como finalidad hacer una comparación de los cuatro establos lecheros en cuanto a producción, eficiencia y rentabilidad.

Para conocer el funcionamiento de este tipo de explotaciones se plantearon los siguientes objetivos:

- ◆ Caracterizar cuatro establos lecheros con manejo tradicional
- ◆ Determinar las ventajas y/o desventajas del manejo tradicional en la producción de leche.

HIPOTESIS

Se supone que los establos lecheros que incorporan nopal en la dieta incrementan la producción y bajan los costos.

REVISION DE LITERATURA

CARACTERISTICAS DEL GENERO *Opuntia*

Entre las plantas nativas que caracterizan el paisaje de las zonas áridas y semiáridas de México, está la familia de las cactáceas donde el genero ***Opuntia*** (nopales) esta representado por numerosas especies. Este género se distribuye en todo el Continente Americano, aunque las especies y subespecies que comprenden son en gran parte endémicas de América del Norte o de América del sur, Bravo (1978). Agregando que la mayoría de las especies de nopales para México, se encuentran en las altiplanicies y crecen en suelos pedregosos con escaso contenido de materia orgánica, estando sujeto a condiciones de temperaturas extremas y de sequía prolongada. Los nopales no muestran adaptabilidad a los suelos arcillosos, compactos ni húmedos, prefieren los arenocalcareos, sueltos poco profundos. Los suelos húmedos provocan enanismo y clorosis en las nopaleras, siendo además en dichas condiciones muy susceptibles al ataque de plagas y enfermedades.

Britton y Rose (1937); Bravo (1978) y Weniger (1984) señalan como características distintivas de *Opuntia* la presencia de tallos articulados, hojas cilíndricas o cónicas en los tallos jóvenes, la presencia de gloquidas, la propiedad de ramificarse, tallos con areolas las que producen gloquidas y espinas, flores alternas, ovarios con gloquidas y espinas, fruto con cáscara dura y semillas largas redondeadas de un lado y aplanadas de otro.

Lamb y Lamb (1983) menciona que los nopales *Opuntia spp* como la mayoría de las cactáceas son suculentos de “tallo”, es decir, tienen un tallo muy desarrollado, el cuál posee muchas capas de tejido blando que tienen la capacidad de almacenar agua. La superficie de los tallos `posee en general una capa externa cerosa, la cuál reduce la pérdida de agua por evaporación.

IMPORTANCIA DEL GENERO *Opuntia*

Para describir la importancia del género *Opuntia* se consideran diferentes enfoques como los históricos, económicos y ecológicos.

Dentro del aspecto histórico, Thompson (1974) y Russell (1985) mencionan que las tribus que habitaban el continente Norteamericano, entre ellos los Coahuiltecas que ocupaban parte de la planicie árida del sur de Texas y el

noreste de México abarcando los estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila, usaban el nopal como alimento principal.

Griffits (1905) reporta el uso del nopal como forraje para el ganado lechero y de carne, para los cerdos y ovejas y cabras en el Sureste de Texas y el noreste de México por más de un siglo. Russell y Hanselka (1989) señalan que en las zonas áridas y semiáridas del sur de Texas y Noreste de México los ganaderos se han enfrentado con severas sequías que han amenazado la existencia de la industria ganadera y cuando estas condiciones prevalecen, una alternativa para suplementar el alimento del ganado son los nopales.

Con relación al aspecto económico Russell y Felker (1987), señalan que los nopales poseen una gran importancia en las áreas donde existen, ya que se pueden utilizar como forraje para el ganado o como alimento para grandes poblaciones de gente que la consumen. Marroquin, Blanco y Correa (1987), reporta que los nopales constituyen un magnifico sustituto de la alimentación del ganado lechero y de carne, principalmente cuando existe una escasez de otros tipos de forraje. Sibley en 1989 señala que afortunadamente en el Sur de Texas y Noreste de México el nopal es un recurso ilimitado y barato para el sustento animal durante periodos de extensa sequía.

Dentro del aspecto ecológico, los nopales tienen una gran importancia en los sitios donde abundan, ya que aportan alimento, protección y hábitat a una gran cantidad de especies de fauna silvestre, como el venado cola blanca, el pécarí, la codorniz, liebres, conejos y roedores (Lehmann, 1984), agregando que sirven de protección a especies vegetales de tipo herbáceo y gramíneas.

El nopal (*Opuntia spp*), planta nativa de México ha sido por años inmemorables utilizada en la alimentación tanto humana como animal, teniendo mayor relevancia en las regiones desérticas y semidesérticas del Norte de México y utilizada por los pequeños ganaderos en la alimentación de bovinos, ovinos y caprinos, principalmente en épocas de escasez de otros forrajes. Cobrando importancia en pequeñas lecherías que existen al Norte del país, en los Estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Coahuila, Chihuahua y Nuevo León, las cuales basan la alimentación en el nopal.

ÉL GENERO *Opuntia* EN EL ESTADO DE COAHUILA

Las condiciones ambientales que caracterizan estas regiones, por lo general son muy extremas, que aunadas a las características fisiográficas variables, han propiciado la formación de gran cantidad de hábitats ocupadas por especies adaptadas a estos ecosistemas. Con estas características sobresalen las del género *Opuntia*, que tienen una amplia distribución y abundancia asociada

a los diferentes tipos de vegetación. De las 258 especies reconocidas, se reportan para la República Mexicana aproximadamente 104 especies del Género *Opuntia*, de las cuales para el Estado de Coahuila se han reportado 37 taxas comprendidas por 25 especies y 12 variedades. Las especies más comunes por estar presentes en la mayor parte del Estado son: *Opuntia lindheimeri* y *Opuntia phaeacantha* que junto con sus variedades, son las más utilizadas como forraje (Bravo, 1978; Elizondo *et al.*,1987).

DISTRIBUCION GEOGRAFICA

De las 25 especies y 12 variedades reportadas por (Elizondo *et al.*,1987) y por el trabajo realizado por (Rodríguez *et al.*,1990) se determinó que solo cinco especies y sus variedades son consideradas como forrajeras. Su distribución es la siguiente:

Opuntia lindheimeri (nopal cacanapo). Esta especie se encuentra distribuida en el Estado y tiene cuatro variedades: *Opuntia lindheimeri* var. *lindheimeri* (nopal cacanapo), *O. Lindheimeri* var. *aciculata*, *O. Lindheimeri* var. *subarmata* y *O. Lindheimeri* var. *tricolor*. Se distribuye por el Oriente del Estado, caracterizado por ser una de las regiones más húmedas, con una precipitación mayor de los 400 mm por año y una altitud de los 1000 msnm. Las cuatro variedades son buenas forrajeras.

Opuntia phaeacantha (nopal rastrero). Crece en la parte Occidental del Estado, considerada la región más desértica, con una precipitación menor de los 200 mm por año, y una altitud entre los 500 y 1700 msnm y cuenta con cinco variedades de buena calidad forrajera: *Opuntia phaeacantha* var. major, *O. phaeacantha* var. phaeacantha, *O. phaeacantha* var. discata, *O. phaeacantha* var. espinosibásica y *O. phaeacantha* var. nigricans.

En la región Sureste del Estado con una precipitación promedio anual entre los 200 y 400 mm, y una altitud entre los 1500 y 2500 msnm. se distribuye *Opuntia cantabrigiensis* o nopal cuijo y *Opuntia engelmannii* o nopal rastrero.

El nopal rastrero *Opuntia rastrera* se distribuye en el Sureste y Suroeste del Estado, en regiones con una precipitación promedio de 400mm. por año, entre los 1000 y los 2000 msnm.

Opuntia imbricata. Conocido comúnmente como coyonoxtle o cholla, se encuentra ampliamente distribuida en el Estado. Es una especie indicadora de un mal manejo de los agostaderos. Esta especie se utiliza como forraje en épocas críticas, se le chamusca en pie las partes tiernas de la planta, las cuales son cosechadas con un machete para que puedan ser consumidas, principalmente por el ganado menor (caprinos y ovinos).

Existen otras especies de nopal como *Opuntia mycrodasys* (nopal cegador), *O. violácea* (nopal morado), *O. rufida* (cegador) entre otros, que son

utilizados como forraje en épocas críticas como (inviernos fuertes o sequías prolongadas). *O. microdasys* y la *O. rufida* son especies muy apetecidas por los ovinos y caprinos, sin embargo llegan a representar un problema debido a la abundancia de espinas pequeñas (ahuates) que dificultan su manejo y ocasionan daños en los ojos a los animales, provocándoles la ceguera (Elizondo *et al.*, 1987).

MANEJO Y SU IMPACTO

Los nopales nativos son plantas de porte arbustivo o rastrero y se utilizan, principalmente, como forraje, y se cosechan generalmente, de nopaleras naturales, se estima que el nopal forrajero ocupa actualmente una superficie aproximada de 282, 984 Km² compuesta principalmente por nopaleras difusas, ya que las áreas con poblaciones densas las han desmontado y transformado en zonas de temporal. Es tan alta la tasa de extracción de las nopaleras naturales, que la destrucción de estos ecosistemas está provocando una acelerada desertificación (Marroquin *et al.*, 1964; López *et al.*, 1982). El nopal en nuestras regiones áridas representa una alternativa viable para contribuir en la alimentación humana ya que de algunas especies se pueden utilizar sus rebrotes tiernos (nopalitos) y sus frutos, así como en casos extremos, las pencas para mitigar la sed de los campesinos que andan en el monte (pastores y colectores de plantas con potencial) (López *et al.*, 1978).

IMPORTANCIA DEL NOPAL COMO RECURSO FORRAJERO EN MÉXICO

Para el caso de México se describen las nopaleras naturales, su localización, composición y densidad, así como su distribución y principales características de las especies forrajeras más importantes de nopal.

Enseguida se analizan las experiencias que existen sobre el cultivo del nopal forrajero en el país y finalmente, se describirá la importancia del nopal en México.

DESCRIPCIÓN DE LAS NOPALERAS NATURALES

En este país el nopal se encuentra en casi todo el territorio nacional, sin embargo su importancia pecuaria está localizada en los estados del Norte. González C. Y Scheffey (1964) indican que para los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas las especies forrajeras más importantes son: *Opuntia cantabrigiensis* (Cuijo) y *Opuntia lindehimeri* (Cacanapo). Para los estados de Zacatecas y San Luis Potosí, las más importantes son: *Opuntia streptacantha* (Cardón) y *Opuntia leucotricha* (duraznillo) (Velázquez C. 1962)

Borja L. (1963) señala que las nopaleras de mayor importancia desde el punto de vista de su densidad se localizan en los estados de San Luis Potosí,

Zacatecas y Durango y que están compuestas aislada o conjuntamente por *Opuntia streptacantha* y *Opuntia leucotricha*. Estas nopaleras llegan a alcanzar densidades de 600 plantas por/ha.

a) Zona nopalera potosino-zacatecano.

Esta es un área cactológica por excelencia que incluye partes territoriales de Aguascalientes, Jalisco, Durango y Coahuila. Las temperaturas medias mensuales varían de 12.0 a 20° el sustrato de origen ígneo está formado por rocas de carácter efusivo riolitas principalmente sobre el cual predominan matorrales crasicaules compuestos fundamentalmente por las siguientes especies: *Opuntia streptacantha*, *Opuntia leucotricha*, *Opuntia robusta* y *Opuntia imbricata*.

b) Zona nopalera del Noreste de México

Comprende a la región de la planicie costera Nororiental, o al norte de Tamaulipas y el Norte y Oriente de Nuevo León. Es una zona de llanuras y colinas de poca elevación con vegetación de mezquite–nopales-pastizal. Tienen una variación en la precipitación mensual de 5 mm en la época seca da 100 mm en la estación lluviosa y, para temperaturas medias mensuales, de 11° a más de 30° C para los meses más calientes. Es una zona de gran importancia ganadera. Se presentan principalmente las siguientes especies de nopal: *Opuntia lindehimeri* y *Opuntia engelmannii*.

c) Zona nopalera difusa

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

Es una zona de planicies y sierras calizas con matorral desértico rosetofilo. La precipitación mensual varía de 5.0 a 60.0 mm y la temperatura media mensual varía entre 11.0°C a 30°C con excepción de la porción más septentrional del estado de Chihuahua. En esta zona se presentan los siguientes nopales: *Opuntia catabrigiensis*, *Opuntia rastrera*, *Opuntia macrocentra*, *Opuntia microdasys*.

A continuación con base a la información que reportan Marroquin et al (1964), se presenta un cuadro con el nombre científico, distribución y características sobresalientes, para los forrajeros del país.

CUADRO 1. Nombre común, nombre científico, distribución y características de las principales especies de nopal forrajero en México (*Opuntia* sp). Flores, 1977)

Nombre común	Nombre científico	Distribución en la República mexicana	Características
Bartolona (Zac) Tapona (S.L.P.)	<i>Opuntia robusta</i>	San Luis Potosí y Zacatecas	Los brotes o nopalitos son muy estimados y es buena forrajera sus pencas son grandes.
Cacanapo	<i>Opuntia lindehimeri</i>	Planicie costera de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila, en suelos profundos.	Forrajero de primer orden.
	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nuevo León, Coahuila y Chihuahua.	Forrajero muy importante. Crece en forma extendida con algunas ramificaciones, presenta cladodios.
Cuijo	<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	Muy amplia en la altiplanicie y muy afín a <i>O. Lindehimeri</i> .	Por lo general forma un tronco corto de escasas ramificaciones.
Rastrero	<i>Opuntia rastrera</i> .	Noreste de Zacatecas, S.L.P., N.León y Coahuila.	Las plantas vigorosas se ramifican y son apetecidas por el ganado ovino y caprino.

Cardenche	<i>Opuntia imbricata</i>	S.L.P., Zacatecas, Durango, Coahuila y Nuevo León.	Cilindropuntia; forrajero de primer orden, muy usado en S.L.P.
Chivero	<i>Opuntia macrocentra</i>	Durango, Zacatecas, Chihuahua y Coahuila.	Cladodios de color morado con espinas largas.
Cegador	<i>Opuntia microdasys</i>	Noreste de Durango, Sur y centro de Coahuila y Zacatecas.	Presenta tres variedades con diferente tamaño de pencas.
Espina amarilla	<i>Opuntia chrysacantha</i>	Nuevo León y Coahuila.	Forrajero.
Penca redonda	<i>Opuntia lucens</i>	Nuevo León.	Forrajero.
Coyotillo	<i>Opuntia azurea</i>	Nuevo León	Forrajero
Nopal	<i>Opuntia tenuispina</i>	Nuevo León	Forrajero

ASPECTOS DE SU UTILIZACIÓN

En México el nopal forrajero proviene en gran parte de las nopaleras naturales. Marroquin *et al.*, (1964), señalan que la explotación de las nopaleras es más fuerte en el Norte del país, en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas y menor en San Luis Potosí, Zacatecas y Durango; aclaran que los meses de más intensas recolecta son los de estío e invierno. En años de extrema sequía la explotación del nopal se intensifica.

La situación descrita anteriormente es válida cuando se cosecha el nopal para alimentar al ganado lechero estabulado en los alrededores de Saltillo, Monterrey y Monclova (Marroquin *et al.* 1964. De la Cruz, C., 1966; Martínez M., 1969; Hernández X., 1969). Sin embargo el ganado bovino y sobre todo el ganado caprino y ovino en pastoreo, consume nopal casi todo el año. Para ello se queman las espinas de las pencas desprendidas previamente por el pastor y en ocasiones se chamusca en pie, con bombas de mochila de petróleo diáfano (Marroquin, *et al.* 1964; Martínez, 1969; Aguirre, 1970).

Lozano (1958) describió las formas más usuales de quemar las espinas y aprovechar el nopal espinoso como forraje, de la manera siguiente:

- 1) Amontonar hiervas secas alrededor de la planta y prenderle fuego, lo que trae consigo que se acabe la planta, pues el tronco es el que soporta el fuego más intenso.
- 2) Cortar las ramas (varias pencas), chamuscarlas por ambos lados sobre un fuego de hiervas y picarlas antes de dárselas al ganado.
- 3) Cortar el borde de la penca donde hay más espinas y dejar que el animal haga el resto (utilizado por los pastores de cabras y borregos).
- 4) Emplear chamuscador: este se utiliza para chamuscar en pie (San Luis Potosí) o chamuscar las pencas ya cortadas (establos lecheros alrededor de Saltillo).
- 5) Usar picadoras de nopal; son muy empleados en los establos de Monclova y Nueva Rosita, Coahuila.
- 6) Cocción en calderas; sistema utilizado en los Estados Unidos, no se usa en México por el costo que implica.
- 7) Algunos ganaderos dejan fermentar el nopal picado, con lo que se ablandan las espinas.

Los siguientes datos de costos y utilización del nopal en la cuenca lechera de Monterrey, Nuevo León, provienen de la investigación de Malo (1965).

- a) El precio por tonelada puesto en el lugar de consumo varió entre \$50.00 y \$55.00, actualmente el costo por tonelada es de \$150 a \$180. El nopal es transportado en vehículos que cargan entre 6 y 10 toneladas en cada viaje. Se descarga y cada día el ganadero esparce, para chamuscar y picar, el nopal que consumirán ese día sus animales.
- b) La mitad de los ganaderos emplea chamuscadores de gas butano, el resto usa los de petróleo con aire a presión.
- c) Para picar el nopal, 71.93 % de los ganaderos emplea machete, 20.83 % usa picadora de motor eléctrico y el resto no pica el nopal.
- d) La obra de mano necesaria para chamuscar y picar el nopal tiene un costo promedio de \$11.00 por tonelada
- e) 64.0 % de los ganaderos utiliza como parte de la dieta del ganado durante todo el año y el 10 % lo suministra durante cinco meses.

Con lo anterior se concluye que en la cuenca lechera de Monterrey, el 74 % de los ganaderos interrogados empleo nopal para alimentar su ganado por lo menos temporalmente.

En una encuesta realizada en la ciudad de Saltillo, Coahuila (Valdés y Flores, 1967), se obtuvo la siguiente información:

El nopal que se ofrece al ganado estabulado en la ciudad, proviene de las siguientes zonas situadas aproximadamente a cien kilómetros de distancia:

Zona este: regiones del Potosí y San Roberto del estado de Nuevo León

Zona sur: Cercanías a Concepción del Oro Zacatecas

Zona oeste: Cercanías de Paila Coahuila

Zona norte: Cercanías de Frausto, Rancho la Saucedá y Ejido La Tortuga, de Estado de Coahuila.

Todos los ganaderos de la ciudad, en la época de la entrevista proporcionaban nopal a sus vacas en proporciones variables entre 30 y 50 Kg por animal/día. En el verano, la mayoría proporcionaba otro forraje verde substituyendo solo parcialmente el nopal de la dieta.

La anterior situación a servido de base para que se considere (De Alba, 1971) que es inadecuado alimentar a las vacas lecheras con nopal, argumentando aparte que se acarrea de grandes distancias con alto contenido de agua. Lo primero, no es culpa del nopal y los inconvenientes derivados de su succulencia excesiva pueden compensarse mediante el proceso de deshidratación en el campo, escrito por De León (1967). Otra cuestión importante reside en que

los estableros y ganaderos del norte del país no tienen posibilidades de utilizar otros forrajes porque no se encuentran disponibles económicamente (Signoret P., 1964).

CUADRO 2. RACION TIPICA SUMINISTRADA AL GANADO LECHERO EN LA CIUDAD DE SALTILLO

Ingrediente	Cantidad en Kg
Nopal	45.00
Rastrojo de maíz	8.00
Mascarrote o malta (concentrado comercial)	4.50
Avena o cebada Verde (únicamente en invierno)	5.00 a 10.00
Alfalfa o sorgo en verde (únicamente en verano)	15.00 a 20.00

(Flores, 1977)

VALOR NUTRITIVO DEL NOPAL

El análisis químico se ha venido utilizando desde hace tiempo como un método para inferir o predecir el valor nutritivo de los forrajes, debido al alto costo que implica determinarlo por medio de animales.

El método más generalizado de análisis químico es el sistema Wendee, desarrollado en Alemania hace más de 100 años. La cuestión del método Wendee

reside en que este es relativamente aceptable si los resultados del análisis se emplean para el cálculo de dietas de monogástricos ósea con alimentos pobres en fibra.

El problema grave ocurre con los forrajes toscos y la determinación de fibra cruda, ya que ésta contiene casi toda la celulosa y es digerible por los rumiantes. Los reportes de análisis bromatológicos del nopal proporcionan resultados muy variados según los diferentes géneros (Opuntia y Nopalea)

Los resultados de análisis bromatológicos del nopal también varían, sobre todo, en contenido de humedad, lo cual está fuertemente ligado a la humedad que la planta tenía disponible antes de cortarse.

CUADRO 3. Análisis bromatológico de tres especies de nopales utilizados como forraje.

Genotipo	<i>Opuntia rastrera</i>	<i>Opuntia lindehimeri</i>	<i>Opuntia cacanapo</i>
Materia seca	14.41	11.57	16.95
Materia orgánica	59.89	74.50	72.51
Proteína cruda	2.78	4.15	5.19
Grasa cruda	0.76	1.03	2.06
Fibra	6.18	3.02	11.20
Cenizas	40.11	25.50	27.49
E.L.N.	43.23	66.29	54.04
Autor	Palomo 1963	Palomo 1963	Griffits o Hare, 1906

(Burgos, 1997)

El incremento de agua en la planta al presentarse las lluvias, lo que ocasiona un detrimento en “calidad” del forraje al disminuir el porcentaje de materia seca de 24.0 a 5.0 El nopal se usa cuando hay sequía y no existe otro forraje verde para proporcionarse al ganado, entonces se aprovecha en sus mejores condiciones cuando tiene menor porcentaje de agua.

DIGESTIBILIDAD DEL NOPAL

Digestibilidad es un concepto que indica la cantidad o porcentaje que de un alimento aprovecha el animal. Digestibilidad aparente es la forma más común de medir la digestibilidad y consiste en restarle la cantidad de nutrientes que aparece en las heces a la cantidad de nutrientes ingeridos. Conocer la digestibilidad de un forraje es importante porque no es proporcional al contenido de nutrientes y, en consecuencia, no se puede predecir con el análisis químico (De Alba, 1971). La cantidad de los nutrimentos digestibles del nopal es variable en relación a la época del año esta relación es indirecta pues los factores ambientales (como se muestra en el precipitación, temperatura, duración del día), determinan diferente crecimiento y desarrollo de las plantas a través del año; esto es lo que realmente afecta el valor nutritivo. Como se muestra en los cuadros siguientes:

CUADRO 4. VARIACION EN EL CONTENIDO DE NUTRIMENTOS DIGESTIBLES DE NOPAL INERME.

Epoca	Proteína Cruda	Grasa Cruda	E. L. N.	Celulosa
Invierno y Primavera	0.2 – 0.3	0.08 – 0.12	3.0 – 5.5	0.4– 1.0
Verano y Otoño	0.3 – 0.4	0.15 – 0.16	6.5 – 11.0	0.8 – 2.0

(Cottier, 1934, citado por Flores y Aguirre, 1992)

CUADRO 5. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD Y PORCENTAJES DE N.D.T.. DE NOPAL FRESCO, OREADO Y DESHIDRATADO (BASE SECA)

Tratamiento	Fibra	Grasa Cruda	Proteína Cruda	E. L. N.	N. D. T.
Fresco	50.20	40.00	34.90	87.30	64.73
Oreado	48.45	69.67	44.17	83.70	62.11
Deshidratado	40.92	60.89	35.09	80.96	58.46

(TERBLANCHE, *et al.*, 1971)

Maymone y Malossini (1960). Presentan porcentajes de digestibilidad realizados por diversos autores y con diferentes especies animales como se muestran en el cuadro siguiente:

CUADRO 6. PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD DE NOPAL (*Opuntia ficus-indica*) REPORTADAS POR VARIOS AUTORES

Especie	Materia	Proteína	Grasa	Fibra	E.L.N.	Autor
	Orgánica	Cruda	Cruda			
Bovinos	69.00	12.00	71.00	37.00	80.00	Hare, 1908
Bovinos	71.00	55.00	70.00	46.00	78.00	Woodward <i>et al.</i> , 1915
Ovinos	64.00	56.00	74.00	13.00	76.00	Vinson, 1911
Ovinos	68.60	68.00	31.00	53.20	73.80	Maymone y Malossini, 1960

(Maymone y Malossini, citados por Flores 1977)

NIVELES DE CONSUMO

Resulta de suma importancia determinar los niveles de consumo porque el animal vive y produce debido a la cantidad de nutrientes que consume por unidad de tiempo y no solo por la "calidad" o contenido de nutrientes de los forrajes que consume. Woodward *et al* (1915) indican que vacas Jersey suplementadas con

1Kg de harinolina, consumían 50.6 Kg de nopal por vaca por día mientras que las vacas *Holstein* consumían hasta 75.0 Kg/día.

Metral (1965), considera que el consumo diario de nopal por los bovinos, cuando no se da otro forraje, es del orden de los 60 Kg. Viana (1965), por su parte trabajando con bovinos lecheros en producción, obtuvo consumos promedios de nopal de 77.3 Kg al día y consumos máximos de 117.0 Kg.

Con ovinos Valdés y Flores (1967), encontraron una mayor aceptación para *Opuntia ficus-indica* que para *Opuntia robusta* cuando tenían libre acceso a ambas. Estos autores también realizaron un ensayo de niveles de consumo de las mismas especies, en el cuál se obtuvieron mayores consumos (11.0 Kg diarios por animal) de *Opuntia ficus-indica* que de *O. robusta* (6.5 Kg). Los borregos alimentados con *O. robusta* sufrieron diarrea de tipo patológico.

En Africa del Sur, Mojauze y Le Houerou (1965) encontraron que el consumo del nopal por los ovinos, varía de 2.5 Kg a 9.0 Kg por día; a mayor contenido de agua correspondió un mayor consumo y, por otro lado, el consumo fue mayor cuando la ración estaba equilibrada en proteínas. Lozano (1958), informa que los bueyes de labor consumen de 50.0 a 90.0 Kg por día si no disponen de otro alimento. Griffiths (1905), señala que el consumo por día para los bueyes de trabajo es de 57.5 a 92.0 kg de nopal.

PRODUCCION ANIMAL A BASE DE NOPAL

INCONVENIENTES DEL NOPAL COMO FORRAJE

Griffits (1905), describe algunos problemas que pueden presentarse al alimentar al ganado con nopal. El ganado no acostumbrado al nopal y el que lo consume en grandes cantidades (60.0 a 90.0 Kg) está expuesto a sufrir timpanitis lo que se evita proporcionando rastrojo o heno. También pueden producirse bolas de fibra en el estómago de los animales, cuando consumen nopal sin picar y no tienen acceso a zacate u otro alimento tosco por temporadas largas.

Wotton (1911), indica que al ganado que no se le ha suministrado nopal, es necesario proporcionárselo gradualmente, ya que si se encuentra débil y se le obliga a consumirlo se presentan diarreas debido al alto contenido de sales inorgánicas, lo que provoca que el ganado se debilite aún más, con probabilidades de incremento de las pérdidas. Lozano (1958), menciona que cuando el ganado consume variedades espinosas del nopal sin chamuscar, se clavan las espinas en su lengua y paladar, lo que provoca que permanezca con la boca abierta sin poder comer, y si no se le atiende puede morir de hambre.

EL NOPAL COMO FUENTE DE AGUA

La importancia del agua en las zona áridas es fácil de comprender para quien haya visto ganado ahogándose en el lodo de las represas agotadas. Rossouw (1961), señala que el nopal es excelente fuente de agua y refiere que algunos borregos Merino alimentados con nopal aguantaron 400 días sin tomar agua.

Havard-Duclos (1969), coincide con lo anterior al mencionar que el nopal permite mantener a los animales sin otra fuente de agua durante bastante tiempo y especifica que en Africa dl Sur han podido suprimir el agua a los carneros durante 525 días.

Cole en (1964), señala que los rumiantes necesitan cuatro litros de agua por kilogramo de alimento seco consumido y que la secreción láctea eleva las necesidades de agua del animal. En los bovinos que consumen 35.0 Kg de nopal no es posible suprimir completamente el agua de bebida (Cottier, 1934). Sin embargo Griffiths (1905), informa que el nopal permite a los bueyes de trabajo tomar agua sólo dos o tres veces a la semana en el verano y una vez a la semana, en invierno.

EL NOPAL COMO ALIMENTO PARA OVINOS

De Klerk (1960), indica que la succulencia del nopal limita su valor nutritivo ya que si a una borrega únicamente se le proporciona nopal, puede llegar a consumir de 9.0 a 10.0 Kg por día y ser insuficiente esa cantidad para llenar los requerimientos de nutrimentos del animal. Las borregas en época seca producen poca leche rica en grasa , provocando trastornos digestivos en las crías, que pueden llegar a morir, esto no sucede con la adición de nopal en la dieta, a la vez que se reducen las necesidades de agua de bebida, los ovinos complementados con nopal no solo conservan su peso vivo sino que mejoran el rendimiento y la calidad de la lana. Se tiene que raciones con 6.0 Kg de nopal y 1.5 Kg de heno de alfalfa es suficiente para alimentar una borrega de 45 Kg que produzca 2.0 litros de leche por día.

Flores (1977), elaboró raciones mediante programación lineal, a base de nopal, alfalfa, remolacha y ensilado de maíz para borregos de 32.0 Kg aumentando 100, 200 y 300 gramos diarios de peso vivo; con los precios de invierno, el nopal siempre fue el forraje más conveniente. Las raciones obtenidas se muestran en el cuadro siguiente:

CUADRO 7. Raciones a base de nopal para borregos de 32 Kg de peso vivo.

Ingredientes (Kg)	Aumentos de peso vivo		
	100gr/día	200gr/día	300gr/día
Nopal	8.0	8.0	8.0
Ensilaje	1.0	1.0	1.0
Sorgo	----	0.17	0.35
Salvado	0.3	0.30	0.34
P. Cartamo	0.13	0.12	----
Costo ración \$	1.15	1.25	1.50

(Flores, 1977)

(Flores, 1977), para la misma zona, con los mismos forrajes y el mismo método, elaboró raciones para borregas secas, gestando y lactando; los resultados aparecen en el cuadro siguiente:

**CUADRO 8. Raciones a base de nopal para borregas de 54 Kg de peso vivo
(Flores, 1977)**

Ingredientes en Kg	Estado Fisiológico de la Borrega		
	Seca	Gestando	Lactando
Nopal	8.0	8.0	8.0
Ensilado	1.0	1.0	1.0
Salvado	0.3	----	0.3
P. cártamo	0.01	1.0	1.0
Costo ración \$	0.86	1.44	1.88

(Flores, 1977)

EL NOPAL COMO ALIMENTO PARA BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE

Griffiths (1905), informa que los ganaderos acostumbran chamuscar el nopal en pie, o bien tumbarlo a machete y chamuscarlo para que lo consuma el ganado bovino que anda en pastoreo; indica que los ganaderos que tienen al ganado en corral, cortan el nopal, lo acarrean, lo chamuscan y lo pican mecánicamente antes de proporcionarlo al ganado. El autor mencionado encontró que los ganaderos empleaban diferentes complementos a las dietas con nopal como se muestra en el cuadro siguiente:

CUADRO 9. Raciones con nopal empleadas por los ganaderos del sur de los Estados Unidos para el ganado bovino productor de carne.

Ración	Nopal	Complemento en Kg
A	92.0	1.0 Kg de harinolina
B	40.0 a 80.0	2.0 Kg de harinolina + 4.0 Kg de sorgo
C	15.0	2.0 Kg de maíz + poco heno
D	15.0	pastoreo de arbustos
E	<i>ad libitum</i>	2.0 Kg de harinolina

(Griffiths, 1905)

En Brasil, al nopal (*Opuntia sp.* y *Nopalea sp.*) se le utiliza mediante el pastoreo directo de las nopaleras y también mezclado con minerales y concentrados proteicos, en la engorda de ganado estabulado (Metral, 1965). Viana (1965), investigador brasileño, llevó a cabo tres experimentos para valorar el nopal como forraje con bovinos productores de carne, de estos experimentos, en los que el nopal aportó más del 60% de la energía (N.D.T.) total de las dietas utilizadas.

Experimento A. Consistió en una engorda en estabulación de 20 bovinos, mestizos cebú, de ambos sexos y con peso medio de 189.0 Kg. Se agruparon en dos lotes y se alimentaron con nopal y dos niveles de concentrado proteico: 1.0 Kg y 1.5 Kg respectivamente. El concentrado consistió en 50 % de torta de

algodón y el resto de torta de mamona destoxicada; también se les proporcionó, a los dos grupos por igual, 1.0 Kg de melaza, 40 gr. de harina de hueso y 40 gr. de sal enriquecida con minerales. Los resultados se presentan en el cuadro siguiente:

CUADRO 10. Consumo de nopal en Kg/día y ganancia diaria en Kg de peso vivo; promedio por cabeza durante el experimento.

Período en días	Consumo de nopal	Ganancia de peso según el nivel complementario	
		1.0 Kg	1.5 Kg
0 – 84	34.2	0.683	0.688
85 – 126	33.5	0.580	0.688
127 – 196	31.8	0.623	0.688

(Viena, 1965)

EL NOPAL COMO ALIMENTO PARA BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE

Se dice (Griffiths, 1905; Cottier, 1934; Aguilar, 1946), que el proporcionar nopal al ganado lechero, aumenta la producción de leche. Blanco (1958), afirma que también se incrementa la calidad. Por otra parte (Woodward *et al.*, 1915; Calvino, 1952), se ha indicado que la mantequilla producida con leche de vacas

alimentadas con nopal es de un bonito color oro y consecuentemente más apreciada.

Griffiths (1905), menciona que el nopal se ha utilizado desde hace mucho tiempo para alimentación del ganado bovino productor de leche y en el sur de los Estados Unidos y Norte de México, y describe algunas de las raciones empleadas.

CUADRO 11. Raciones que se emplearon para la alimentación de los bovinos de leche en el sur de los Estados Unidos.

Nopal	Complemento
50.0 Kg	1.5 Kg de harinolina + 4.0 Kg de cebada
20.0 Kg	1.0 Kg de harinolina + 4.0 Kg de mascarrote + 3.0 Kg de cascarilla de arroz
20.0 Kg	4.0 Kg de salvado + 5.0 Kg de mascarrote + pastoreo

(Griffiths, 1905)

D' Arces (1941) menciona tres raciones empleadas en Argelia para la alimentación de los bovinos productores de leche con peso promedio de 500 Kg como se muestra en el cuadro siguiente:

CUADRO 12. Raciones empleadas en Argelia para la alimentación de
bovinos de leche

Nopal	Complemento
30	1.5 Kg de torta de oleaginosa + 2.5 Kg de salvado + 9.0 Kg de paja
25.0	7.0 Kg de alfalfa verde + 3.0 Kg de salvado + 5.0 Kg de paja
30.0	2.0 Kg de bellotas + 1.5 Kg de torta de oleaginosa + 9.0 Kg de alfalfa

D' Arces, 1941)

CUADRO 13.- Consumos de alimentos, costos de la alimentación y producción de leche con forrajes diferentes en Saltillo, Coahuila.

Ración	Consumo Kg/día	Costo de la alimentación por vaca/día (Pesos)	Producción diaria promedio por vaca (Litros)
Concentrado	11.75		
Avena verde	33.42	6.62	11.09
Nopal	94.03		
Concentrado	11.57		
Avena verde	33.42	10.26	11.90
Alfalfa achicalada	30.92		
Concentrado	11.32		
Alfalfa achicalada	45.10	11.66	11.00

(Davila, 1967)

NECESIDADES NUTRITIVAS DEL GANADO LECHERO.

Energía.

El suministro insuficiente de elementos energéticos a los animales jóvenes provoca un retraso en el crecimiento y demora el crecimiento de la pubertad. En el ganado lechero adulto produce la disminución del rendimiento lácteo y pérdidas de peso. Una severa y prolongada deficiencia de energía disminuye la función reproductora, mientras que la carencia de otros principios nutritivos tienen efectos más específicos.

Las cantidades de elementos energéticos que se indican en este estudio son las necesarias para un desarrollo y producción óptimos, lo cuál no significa, forzosamente, que sean las cantidades máximas que el animal puede consumir cuando se alimenta *ad libitum*.

Una alimentación que no alcance los niveles recomendados tendría como consecuencia índices de crecimiento inferiores a los considerados óptimos a una disminución en la producción láctea.

Los términos utilizados en ENERGIA son los siguientes:

ED = Energía digestible

EM = Energía metabolizable

ENm = Energía neta para manutención

ENap = Energía neta para aumento de peso

ENI = Energía neta para lactancia

TND = Total de Nutrientos Digestibles

En este apartado la ED está calculada partiendo del TND, sobre la base de que 1.6 Kg de TND contiene 4.409 Mcal de ED. Cerca del 82% de la ED de los alimentos para ganado lechero (excepto la leche) es aprovechable como EM así pues, los valores de EM fueron calculados partiendo del TND multiplicado por el factor 3.616.

El empleo de TND y de la ED para medir el valor de la energía útil de los forrajes y concentrados ha sido cuestionada por Moore, *et al.*, (1953). La energía neta es científicamente más adecuada para expresar las demandas de energía y los valores energéticos de los alimentos. Sin embargo el valor de EN de un alimento depende del empleo que se le dé a éste, sea para la manutención, el engorde, el crecimiento o la producción de leche (Armstrong, *et al.*, 1964; Blaxter, 1964; Lofgreen y Garret., 1968; Moe y Flatt, 1969; Moe, *et al.*, 1970).

Para indicar los valores de energía neta los investigadores han utilizado dos sistemas. El primero (Lofgreen y Garret, 1968) es el sistema clásico, que expresa los requerimientos necesarios para el desarrollo de funciones fisiológicas específicas.

El segundo método (Moe y Flatt, 1969) utiliza un procedimiento diferente. Las necesidades de energía neta para las distintas funciones fisiológicas se ajustan por medio de una ecuación de regresión. Esta permite equiparar la energía neta para otras funciones con la requerida para la producción de leche, con lo cual se obtiene un solo valor que puede utilizarse para manutención, gestación y producción láctea.

Puesto que los animales no lactantes aprovechan la energía para la manutención y aumento de peso, cada uno según sus necesidades, para poder expresar las necesidades energéticas totales de vaquillonas y novillos en

desarrollo se usan tanto la ENm y Enp. La cantidad de ENm requerida para la manutención toma como base el tamaño del cuerpo del animal y la de ENap de animales en desarrollo se extrajeron de los datos sobre el ganado vacuno obtenidos por Lofgreen y Garret (1968).

Durante el primer mes de vida a los terneros se les deben dar cantidades limitadas de leche o de sustitutos, e incluso agregar forrajes y concentrados en cantidades adecuadas para lograr un crecimiento rápido. No obstante, es importante evitar que las vaquillonas lecheras engorden en forma excesiva, ya que todo esto puede perjudicar para la vida su capacidad de producción de leche.

Los valores energéticos necesarios para la manutención las vacas dependen de la actividad que desarrollen. Las diferencias de estas necesidades en vacas de tamaño y razas similares (incluso si se controla la actividad que realizan) pueden llegar a ser hasta del 8 al 10% (Van Es, 1961). Se supone que las vacas lactantes tienen necesidades de manutención del 10 al 15% mayores que las de las vacas secas, no preñadas.

En gran medida, la utilización de la energía por el ganado lechero depende de la función del rumen y de la fermentación microbiana que tiene lugar en él. El grado y tipo de fermentación determinan la naturaleza y cantidad de los metabolitos que se asimilan procedentes del tracto digestivo. Esto afecta la eficiencia de la producción e influye también en el modo en que se utiliza la energía (por ejemplo para la síntesis láctea o para la formación de tejidos)

En general a las raciones con una baja proporción entre el acetato ruminal y el propionato (como son los de concentrados) dan lugar a la formación de mayor cantidad de grasa en el cuerpo, a expensas de la síntesis de la grasa de la leche. A veces esa disminución puede corresponderse con un escaso aumento de las proteínas de la leche.

Con respecto a la reproducción, se ha demostrado que el feto y sus tejidos siguen una curva exponencial de crecimiento (Bereskin y Touch-berry, 1967; Jakobsen, *et al*, 1957)

Becker, *et al*(1950) verifican que el promedio del aumento de peso de las vacas Jersey debido al peso del feto, los líquidos y las membranas fetales y el mayor tamaño del útero equivalía a 20Kg a los 210 días de gestación. 34Kg a los 240 días; 50 kg a los 270 y 55Kg a término. Estos resultados concuerdan con publicaciones anteriores que también indicaban que estos aumentos son entre el 60 y 100% mayores en las vacas lecheras de razas grandes que en las Jersey.

Sin embargo un aumento diario de 3.0 a 6.0 Mcal de EN durante este periodo parece ser suficiente para satisfacer los requerimientos totales del desarrollo fetal y el de la vaca, de acuerdo con su tamaño, sin que haya necesidad de suministrar cantidad alguna para el engorde.

La alimentación abundante que se provee a menudo durante los dos o tres últimos meses de gestación sirve al doble propósito de asegurar un buen desarrollo del feto y sustituir las reservas energéticas corporales que pueden haberse catabolizado al comienzo de la lactación.

Una alimentación adecuada inmediatamente después del parto ayuda así mismo a prevenir la cetosis. Más adelante deberá tenerse en cuenta el rendimiento de la producción de leche para calcular las cantidades necesarias de alimento energéticos. Para obtener máximos rendimientos en la producción de leche puede ser necesario proporcionar una alimentación con exceso de elementos energéticos. Esto producirá cierta acumulación de grasa.

En que medida resulta económico sobrealimentar a las vacas depende de varios factores como por ejemplo el costo relativo de los piensos el precio de la leche en el mercado, el periodo de lactación de la vaca. Deberá evitarse la sobrealimentación con concentrados y el engorde excesivo, aunque dejándose margen para los cambios de peso de los órganos reproductores y del feto durante la última etapa de gestación.

PROTEINAS

Una dieta carente de proteínas disminuirá sensiblemente los ritmos de crecimiento, maduración y producción láctea del ganado lechero y hasta puede

interrumpirse la gestación si la carencia es grave. Cuando los animales pierden proteína, su estado desmejora, e incluso disminuye el apetito por los piensos con bajo contenido proteico

Si la deficiencia es grande disminuye el contenido de sólidos no grasos de la leche y también su rendimiento (Rook; 1961). Lo contrario es decir un exceso de proteínas, produce un aumento ligero del contenido de estas en la leche, sin que influya en su rendimiento.

Como las proteínas no son tóxicas no es peligrosa su ingestión excesiva, aunque, desde luego, resultará antieconómica. La composición de aminoácidos de las proteínas contenidas en las raciones no es fundamental ya que los microorganismos del rumen y el retículo sintetizan los aminoácidos necesarios a partir de proteínas de menor calidad y de fuentes de nitrógeno no proteico.

Se tomó como base esa necesidad de 0.3 Kg de proteínas digestibles para un animal de 500 Kg. Los valores para pesos más grandes se calcularon con igual índice por unidad de peso a $\frac{3}{4}$ de su poder. Este procedimiento se proporciona en la producción de leche alrededor del 150% de la cantidad de proteínas crudas.

UREA Y NITROGENO NO PROTEICO

Para sustituir en parte a las proteínas necesarias en las raciones del ganado lechero pueden utilizarse compuestos de nitrógeno no proteico como la urea y

determinadas sales de amonio. Esto se hará después que se ha comprobado el funcionamiento correcto del rumen.

Los microorganismos de este reducen el valor de las proteínas y los compuestos de nitrógeno no proteico de los alimentos. El amoniaco principal producto final nitrogenado se utiliza para la síntesis bacterica y protozoaria de las proteínas que luego se digieren en el intestino delgado del animal.

El amoniaco liberado por las proteínas o el nitrógeno no proteico no puede convertirse en proteínas microbianas si no existe alguna fuente de energía y compuestos adecuados de carbono que permitan la síntesis de los aminoácidos. Los hidratos de carbono contenidos en la alimentación pueden cumplir esta función; sin embargo no todos ellos pueden hacerlo con igual eficacia.

Así por ejemplo, el almidón estimula la buena conversión del amoniaco o aminoácidos; en tanto que la celulosa reduce el valor con demasiada lentitud y los azucares simple lo hacen con excesiva rapidez.

MINERALES

Los elementos minerales que el ganado lechero necesita son: calcio, fósforo, magnesio, potasio, cloruro de sodio, azufre, yodo, hierro, cobre, cobalto, manganeso, cinc, selenio y molibdeno. Algunos de esos elementos son necesarios para la formación de los músculos, organos, glóbulos sanguíneos y

otros tejidos blandos y también para su utilización en muchos sistemas de enzimas corporales. Otros intervienen en el sostenimiento de las relaciones osmóticas y de los equilibrios ácido-base ejerciendo incluso efectos característicos en la irritabilidad de músculos y nervios.

USOS DEL NOPAL

El mayor usos del nopal que se realiza en México es como forraje, esto es de acuerdo a su superficie, se tienen 3 millones de hectáreas de nopaleras silvestres y 150 mil más sembradas como forraje para el ganado en agostadero como bovino, ovino, caprino, equino y fauna silvestre, pero además es cortado y acarreado a las ciudades para ser utilizado con bovinos para productores de leche y de carne en corral.

La producción de bovinos de leche, carne o cabras en las regiones áridas y semiáridas del país requieren de alternativas en la alimentación de los animales que permitan mantenerlos en buenas condiciones corporales, y en lo posible incrementando la producción en las épocas secas del año. El costo que representan los suplementos y/o concentrados, limitan, su utilización, lo que se busca como alternativa para los productores para que utilicen los recursos naturales propios de la región, como es el caso del nopal, el cuál puede representar una alternativa viable para suplementar a los animales en épocas críticas sin incrementar significativamente los gastos de producción.

Las zonas áridas de México tiene condiciones muy inhóspitas para el desarrollo de cosechas productivas, esto es desde el punto de vista económico. Los suelos calcáreos degradados, la falta de agua en general y cuando el agua existe es de mala calidad, lo que provoca que los cultivos que se siembran actualmente sean muy poco rentables, lo cual nos obliga a buscar otras alternativas donde se tengan cultivos más tolerantes a condiciones antes mencionadas y que nos permitan ganancias adecuadas.

El nopal es una de las plantas que por sus características naturales, puede sobrevivir con mucha facilidad que los cultivos, tradicionales que se están sembrando en forma comercial en el Norte de México. (Vázquez y López, 1998)

CUADRO 14.Principales especies de nopal forrajero.

Nombre científico	Nombre común
<i>Opuntia chrysacantha</i>	Nopal de penca redonda
<i>Opuntia tenuispina</i> Engelm	Sin nombre
<i>Opuntia megacantha</i> Salm-Dick	Nopal de castilla
<i>Opuntia rastrera</i> Weber	Nopal rastrera
<i>Opuntia azurea</i> Rose	Nopal coyotillo
<i>Opuntia cantabrigiensis</i> Linch	Nopal cuijo
<i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dick	Sin nombre

<i>Opuntia lindehimeri</i> Engelmann	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 robusta</i> Weber	Nopal camueso o tapón
<i>Opuntia lucens</i> Griffiths	Sin nombre

(Vázquez y López, 1990)

Entre otros usos se tiene el aspecto de cosmetología que satisfacen las necesidades estéticas más exigentes para lo cual se cosechan los brotes tiernos o nopalitos que presenten menor acidez y por consiguiente propiedades intactas donde el procedimiento es lento y laborioso.

Los altos contenidos de vitaminas A, B1, B2, C, calcio y fósforo, Hierro, aminoácidos, celulosa, Azúcares le confieren al nopal propiedades sudantes, antiinflamatorias, cicatrizantes nutritivas y regenerativas las cuales se utilizan para crear formulas en el control de la diabetes mellitus donde la fibra del nopal ataque los azúcares se reabsorben a nivel intestinal promoviéndose la secreción de insulina. Por otra parte el alto contenido de fibra favorece la buena digestión y por lo tanto el control de peso, reparación de tejidos celulares por quemaduras, raspaduras o heridas.

La literatura sobre los usos de *Opuntia spp.* Es repasado. Los generos de *Opuntia* aparenta tener ese centro de diversidad genética en México donde eso es considerablemente usado como pasto, forraje, fruta y en verdura o vegetal verde. En el suroeste de los Estados Unidos, El genero *Opuntia spp.* Ambos pueden ser casados y valuales plantas forrajeras.

Durante sequías propanas las antorchas conocidas cómo aparece quemaduras son usadas a chamuscar de los cactos rellenos por eso es que ellos pueden ser ingeridos por el ganado. Aunque sin espinas las variedades de *Opuntia* pueden ser consumidas directamente por el ganado domestico ya que ellos son extremadamente susceptibles a herviboros por fauna silvestre. Las cactaceas pueden ser 4 a 5 veces más eficientes en convertir el agua a Materia seca que los demás pastos eficientes. Algunas *Opuntias* hacen daño creciendo rápidamente con productos en fruta fresca mayor o igual 8-12ton/ha al año y la producción de materia seca vegetativa de 20-50 ton/ha al año.

En los Estados Unidos al nopal se le conoce comúnmente como Prickly pear (cacto de pera espinosa) es un excelente recurso natural que puede ser usado para emergencia o suplementación en la sequía de ganado de carne. El cacto de pera espinosa la variedad que Texas produce es extremadamente variable en su valor nutricional dependiendo en especies y variedades eda de la planta. Es bajo en proteina y en contenido de fósforo, moderado en el contenido de energíá medido como nutrientes digestibles totales, pero alto en agua, vitamina "A", fibra, y cenizas. Más dietas del cacto de pera espinosa (prickly pear) requiere

suplementación adicional de proteína y fósforo para el consumo de nutrientes balanceados. (Burgos, 1997).

ESTABLOS LECHEROS QUE OFRECEN NOPAL FORRAJERO A LA DIETA DE LOS ANIMALES

Como sabemos existe una gran variedad de establos lecheros sobre todo en la región norte de nuestro país donde la ganadería lechera ha ofrecido a través del tiempo con sus productos, una excelente alternativa alimenticia de bajo costo y alto valor proteínico.

Debido a esto algunos ganaderos que se dedican a la producción lechera sobre todo en la región norte del país han visto el modo de producir una alta cantidad de litros de leche y minimizando los costos de producción, donde el Nopal (*Opuntia sp*) se ha venido empleando por más de 100 años en altos porcentajes en la dieta de rumiantes estabulados, o como fuente de forraje en la alimentación del ganado lechero.

Por otra parte la opinión de algunos científicos es que el nopal si se justifica como fuente forrajera, a la fecha no se han vertido experiencias que esclarezcan la participación específica del nopal, o algunos de sus componentes, en la alimentación de bovinos, específicamente sobre el ganado lechero.

Dado el pobre valor nutritivo que presenta el nopal y su congruencia con altos parámetros de producción se ha llegado a especular que esta planta xerófila contiene en su materia seca un factor especial que actúa sobre la síntesis de leche y que además es una fuente de forraje barata para los ganaderos de la región norte que se dedican a la producción láctea.

El uso del nopal como forraje del ganado vacuno es ya una practica común en varias regiones de México, habiéndose observado que aun cuando las vacas productoras de leche reciben concentrados y forrajes verdes de cultivos, si se les proporciona un porcentaje dado de nopal aumenta la producción láctea, según informaciones obtenidas entre muchos de los estableros (Morelos y Cepeda, 1969)

También se ha observado que la ingestión de nopal facilita la rumia en los vacunos, estimulando mayor digestibilidad en los alimentos por lo cual se sospecha que el nopal contiene uno o más agentes catalizadores de tipo hormonal o enzimático, actuando probablemente los primeros directamente sobre las glándulas laticíferas y los segundos coadyuvando a la acción de los jugos digestivos normales o facilitando un mejor metabolismo bacteriano de la flora del rumen.

La anterior aseveración se basa en la reconocida pobreza de elementos nitrogenados del nopal, y sería la única explicación posible sobre la acción estimulante del nopal sobre la producción láctea.

En resumen el nopal es un alimento muy pobre, considerado como fuente de proteínas, pero este no se explica porque contribuye el nopal a una mayor segregación de leche en las vacas, según lo han observado los estableros de la localidad. La probable explicación de lo anterior consiste en que la proteína presente en el nopal puede ser una auxina o un conjunto de auxinas, que estimulan la secreción láctea

González y Cheffey (1964), afirman que la explotación de nopal como forraje, se ha hecho hasta la fecha en forma desordenada, y aumenta su utilización en los años de sequía, ya que aunque no constituye un alimento idóneo para el ganado, por lo menos debido a la succulencia de las pencas, proporciona agua e hidratos de carbono, que lo mantienen vivo por algunos meses mientras se le proporciona alimento apropiado y agua.

Marroquín et al. (1964), dan las siguientes recomendaciones para la conservación de los nopales forrajeros.

- 1) Efectuar una repoblación en aquellas zonas en que la explotación se ha realizado en una forma inmoderada.
- 2) Establecer una cuota destinada a fomentar la propagación y estudio de las especies.
- 3) Control de las superficies explotadas y susceptibles de explotación.

- 4) Evitar en lo posible el daño ocasionado a la planta en la época de recolección del fruto.
- 5) Selección y propagación de las mejores especies de la región dentro de un programa de mejoramiento genético.

Hoffman y Darrow, (1958) manifiestan que el estado de Texas existen algunas especies llamadas *Prickly pear*, entre ellas tienen: *Opuntia engelmannii*, *Opuntia lindheimeri* y *Opuntia polyacantha*, los que se usan en la alimentación del ganado en esa zona; estos investigadores plantean las ventajas y desventajas de esta planta; de la forma siguiente:

Ventajas

- 1) Los gastos en heno son reducidos durante el invierno y periodos de sequía o sobrepastoreo de los campos.
- 2) Los costos de transporte son reducidos, dado que el ganado consume nopal chamuscado en el lugar donde crecen.
- 3) Ayuda a prevenir la erosión de los suelos en condiciones de campos pobres.

Desventajas

- 1) Se necesita una gran cantidad de material verde, para cubrir los requerimientos mínimos del animal.
- 2) Debe suplementarse con alimentación proteínica.

- 3) Si el ganado come nopal sin chamuscar en forma continua esto causa daños externos e internos, que puede facilitar la penetración del gusano barrenador.
- 4) La producción total de otros pastos baja, pues el nopal extrae la humedad y los nutrimentos del suelo, que pueden servir para otros forrajes.
- 5) Es más difícil manejar el ganado en un área de nopal.
- 6) Se incrementan los roedores dañinos que se refugian en las nopaleras.

Es conveniente dar a conocer a los pequeños productores de leche, una alternativa más de alimentación al ganado lechero a base de nopal, que se ha venido empleando por más de cien años en altos porcentajes en la dieta de rumiantes estabulados y como una fuente de forraje en la alimentación del ganado lechero en época de sequía.

USO ACTUAL DEL NOPAL

El manejo y la utilización no ha variado mucho, la cosecha indiscriminada se sigue realizando y la distancia de donde se trae cada vez es mayor, ya que la presión que se ha ejercido sobre sus poblaciones en estos tipos de ecosistemas no le permite tener una recuperación normal, por falta de criterios que permitan hacer un manejo adecuado de estas.

Los sistemas de cosecha que los campesinos han utilizado, generalmente son destructivas ya que son técnicas fáciles y de bajo costo con pocas probabilidades de recuperación, entre estos sistemas tenemos:

a)CHAMUSCADO.- Este método consiste en quemar la planta en pie con un chamuscador que trae el pastor, y las cabras y borregos vienen atrás cosechando.

b)CORTADO Y CHAMUSCADO.- Este método es muy parecido al anterior, con la única diferencia que se corta y después se chamusca y se les da a los animales in situ.

c)COSECHA.- Esta se realiza en las áreas con mayor población y es trasladada a las áreas de consumo que generalmente son pequeños establos lecheros y como complemento en engordas pequeñas, llamadas explotaciones caseras. (López 1977).

En estudios realizados anteriormente por Elizondo y López (1987) se encontró que en el estado de Coahuila están presentes 25 especies y 12 variedades del genero *Opuntia* repartidos en los 5 subgéneros que Bravo (1978), considera para México y de las 25 especies presentes en el estado, cinco son utilizadas como forrajeras, este reducido número que ha sido seleccionado en base a características.que las especies deben reunir todas o la mayoría de las siguientes características:

d)Características deseables de un nopal para forraje

*Que sea palatable (que tenga buena aceptación por el ganado)

- *Con pocas espinas
- *Que no provoque trastornos digestivos en los animales
- *De fácil manejo
- *Resistentes al transporte.
- *Abundante
- *Alto valor nutritivo
- *Recuperación rápida postcosecha
- *Productiva

Las especies más utilizadas como forraje son (López, 1978):

<i>Opuntia lindehimeri</i>	Cacanapo
<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero
<i>Opuntia phaeacantha</i>	Nopal rastrero
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	Cuijo
<i>Opuntia imbricata</i>	Coyonoxtle

ALTERNATIVAS DE PRODUCCION DE FORRAJE CON ESPECIES DE NOPAL PARA EPOCAS CRITICAS

Uno de los principales problemas de la ganadería extensiva en el norte de México, es la escases de forraje en las épocas de sequía e invierno. Los nopales constituyen una alternativa para suplementar la alimentación del ganado ya que por sus características morfológicas y fisiológicas toleran las condiciones ambientales extremosas que se presentan en las zonas áridas. En base a lo

anterior se planeó desde 1988 el presente estudio, con el objetivo de determinar el comportamiento y la producción de forraje de *Opuntia rastrera* Weber y *Opuntia lindehimeri* Engelman en el sureste de Coahuila. La metodología consistió en establecer 4 parcelas permanentes por especie en dos localidades distintas. Se utilizaron dos métodos de plantación Una y 2 pencas y dos métodos de establecimiento: microcuencas (M) y tirado al ras del suelo (T)

Se estimó la producción anual de fitomasa aérea en pie.

De los dos métodos utilizados en la plantación, el que mejor resultado dio fue el de dos pencas con un 95 % de enraizamiento mientras que el de una penca presentó un 90% de enraizamiento. Con relación a la producción de brotes vegetativos (fitomasa) el método de dos pencas presentó un 51% y el de una penca 34%. En las dos especies con los dos tratamientos el método de dos pencas fue el más eficiente con un 95% de establecimiento y una producción anual de 508.85Kg/ha de forraje verde utilizable por año. A diferencia del de una penca que tuvo una producción de 213.30Kg /Ha. Se concluye que el método de dos pencas resultó ser el más eficiente para el establecimiento y producción anual de fitomasa para las dos especies. (López, 1977).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el Sureste de Coahuila, comprendiendo los municipios de Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga

Se dispuso de cuatro establos lecheros con manejo tradicional en los cuales adicionan nopal forrajero en la dieta de los animales. En ambos establos utilizan en su explotación ganado holandés (*Holstein freisian*) para la producción de leche.

UBICACIÓN

Los establos con manejo tradicional, tres de ellos se encuentran ubicados en el Km 14.5 de la carretera Saltillo-Arteaga conocido como La Aurora y el otro establo se encuentra en el municipio conocido como Arteaga. Donde su finalidad principal de estos establos es la de producir leche.

DESCRIPCIÓN DE LOS ESTABLOS LECHEROS

A) ESTABLO 1.

El dueño del establo es el señor Javier Siller y se encuentra ubicado en la localidad de Torrecillas perteneciente al municipio de la Aurora, Saltillo, Coahuila. El establo está formado por un hato de 36 vacas lecheras de la raza *Holstein friesian* de las cuales de esas 36 vacas solamente 24 son las que están en producción. El establo cuenta con una sala de ordeña con paredes de block y techos de lamina; el ordeño es mecánico, además tiene una bodega hecha de paredes de block y la bodega tanto la sala de ordeño el piso es de tierra, la puerta de la bodega es metálica, también cuenta con dos corrales cuya infraestructura en la que se encuentran las vacas son de tubos metálicos y cuenta con sus propios comederos de cemento y bebederos y sombreadores. La sala de ordeño también cuenta con comederos pues es ahí donde se les proporciona el concentrado a las vacas que están en producción al momento del ordeño. Este establo está más tecnificado a los otros establos en cuanto a su construcción.

ESTABLO 2.

El propietario del establo es el señor Luis Valdés y se encuentra ubicado en la localidad de Arteaga. El establo cuenta con un cuarto sin puertas que lo utilizan como sala de ordeña y además cuenta con comederos donde les proporcionan el concentrado a las vacas al momento del ordeño. El establo cuenta con un hato de 15 vacas lecheras de la raza *Holstein friesian* de las cuáles todas están en producción. La sala de ordeño es de paredes de tabicon y con techos de lamina;

el sistema de ordeño de este establo es manual el cuál le atan las patas a las vacas para poder ordeñarlas, el piso es de tierra. Tiene su propia bodega donde suelen guardar el concentrado y otros alimentos y medicamentos. El corral donde se encuentran las vacas son de postes de madera, además cuenta con comederos de cemento y bebederos no tiene sombreaderos.

ESTABLO 3.

El dueño del establo es el señor Santiago Almaguer Siller y su establo se encuentra localizado en la localidad de Torrecillas perteneciente al municipio de la Aurora. El establo lo forman un hato de 40 vacas de la raza lechera holandesa *Holstein friesian* del cuál de esas 40 vacas solamente 23 son las que están en producción. El establo cuenta con su sala de ordeña, el cuál al igual que todos cuentan con su respectivo comedero donde se les ofrece el concentrado a las vacas al momento del ordeño son de block o tabicón, el piso es de tierra y el techo de lamina, cuenta con una maquina para el ordeño de las vacas puesto que son bastantes como para ordeñarlas manualmente. Tiene una bodega amplia donde guardan el concentrado y otros insumos como medicamentos. La bodega es de adobe con techo de lamina. Cuenta con un corral amplio circundado con tubos metálicos, además cuenta con comederos de cemento y bebederos el cuál utiliza unos toneles partidos a la mitad y no tiene sombreaderos.

ESTABLO 4.

El propietario es el señor José de la Luz Valdés y el establo se encuentra localizado en la localidad de Saltillo de abayo. El establo lo forma un hato de 14 vacas de la raza *Holstein friesian* de las cuales siete son las que están en producción. El establo cuenta con una sala de ordeña sus paredes son de block con techos de madera y el piso es de tierra y cuenta con sus comederos donde proporcionan el concentrado a las vacas en producción al momento de ordeñarlas manualmente. En cuanto al corral es de cerca de alambre con postes de madera y cuenta con un comedero de cemento y un bebedero hecho de un tambo o tonel partido a la mitad, no tiene sombreadero. Tienen una pequeña bodega donde guardan el concentrado y otros insumos.

NOTA. Aparte de nopal también aportan otros forrajes como la alfalfa y otros zacates, en cuanto al alimento también incorporan el salvadillo. En la época de escasez de forrajes el nopal es el que llega a cubrir todo lo que es el forraje en la alimentación de las vacas.

Análisis de forrajes.-Se hicieron algunos análisis de forrajes en donde se hizo la determinación de agua, proteína cruda, fibra cruda, carbohidratos y minerales de los siguientes forrajes: Nopal forrajero, alfalfa achicalada y avena achicalada.

Prueba preliminar.-La prueba preliminar que se hizo fue la de palatabilidad de la ración que se iba a probar, pues esta practica nos ayuda adaptar a los animales a un nuevo régimen alimenticio.

Método de alimentación.-Las raciones se prepararon conforme a los análisis químicos de los forrajes usados con base a las normas de alimentación para el ganado lechero en producción de la raza Holstein freisian.

REALIZACION DE ENCUESTAS

Con el propósito de hacer un estudio lo más completo posible de los pequeños establos motivo del presente estudio se tomaron los siguientes datos a través de encuestas realizadas a los productores.

ENCUESTA DE ESTABLO LECHERO QUE UTILIZA NOPAL FORRAJERO EN SU RACION

DESCRIPCION DEL ESTABLO No. _____

1.-DATOS GENERALES

Propietario. _____

Ubicación. _____

Propósito. _____

II.- DESCRIPCION GENERAL.

A.- Características del estable. _____

B.- Otras actividades. _____

C.- Producción de leche.

1.- Más alta. _____

2.- Más baja. _____

3.- Promedio. _____

D.- Composición del Hato.

1.- Numero total. _____

2.- Vacas lactando. _____

3.- Vacas secas. _____

4.- Vaquillas de remplazo. _____

5.- Número de sementales. _____

6.- Becerras de un año. _____

7.- Becerros. _____

8.- Otros animales.

a.- caprinos. _____

b.- ovinos. _____

c.- otros. _____

E.- Tipo de alojamiento _____

III.- CARACTERISTICAS DE LA DIETA

A.- Características generales de la dieta. _____

1.-Alimentación en invierno-primavera. _____

2.-Alimentación verano-otoño. _____

3.-Nopal ofrecido. _____ COSTO. _____

4.- Concentrado ofrecido. _____ COSTO. _____

5.- Alfalfa ofrecida. _____ COSTO. _____

6.- Avena ofrecida. _____ COSTO. _____

7.- Heno ofrecido. _____ COSTO. _____

8.- Ensilaje ofrecido. _____ COSTO. _____

9.- Suplementación mineral. _____ COSTO. _____

IV.- CARACTERISTICAS DE LA SALA DE ORDEÑA

A.- Descripción general. _____

1.- Sala de ordeña. _____

2.- Tipo. _____

3.- Tamaño. _____

4.- Mecanización. Sí _____ No. _____

B.- Procedimiento de la ordeña.

1.- Frecuencia de la ordeña. _____

2.- Tiempo de ordeña por vaca. _____

3.- Numero de ordeñadores. _____

4.- Sistema de ordeña. _____

V.- CONTROL DE ENFERMEDADES

1.- Mastitis.

Detección. _____

Control. _____

2.- Control de enfermedades reproductivas. _____

3.- Control de enfermedades metabólicas. _____

4.- Visitas del veterinario. _____

5.- Programa de sanidad animal. _____

6.- Información adicional. _____

VI.- CARACTERISTICAS NUTRICIONALES DE LA LECHE

1.- Por ciento de grasa. _____

2.- Por ciento de proteína. _____

3.- Por ciento de sólidos no grasos. _____

VII.- VENTA DE LA LECHE

1.- ¿A quien se le vende?. _____

2.- ¿Cuántos litros promedio?. _____

3.- ¿A como se vende?. _____

VIII.- INFORMACION DEL NOPAL UTILIZADO

1.- Variedad. _____

2.- Procedencia. _____

3.- Cantidad de compra. _____

4.- Costo. _____

5.- Procedencia del material. _____

6.- Como lo cosechan. _____

7.- Manejo. _____

Como podemos darnos cuenta no se puede realizar un diseño experimental debido a que no hay homogeneidad en los resultados obtenidos a través de las encuestas realizadas a los estableros de los municipios de la Ciudad de Saltillo que utilizan el nopal forrajero en su ración, esto hace referencia en que los cuatro establos no tienen el mismo numero de animales en su hato así mismo es diferente el numero de animales que tienen en producción y también la dieta que consumen los animales no es la misma en cuanto a ingredientes y cantidad.

ECUACIONES UTILIZADAS EN EL MANEJO DE LAS VARIABLES

Una vez obtenida la información se formaron unos cuadros donde se concentraron todos esos datos como son el numero de vacas en producción, así como la producción por vaca, producción total y el valor por litro de leche producida en el establo.

1.-Ingreso total por el valor de producción

$$It = Pt \times VI$$

Donde:

It = Ingreso total (\$)

Pt = Producción total (Cantidad en litros de leche que produce el establo)

VI = Valor por litro de leche

2.- Costo total. Este se refiere exclusivamente al costo de alimentación sin incluir lo que es la mano de obra y la depreciación del equipo.

$$Ct = CN + CC + CA + CR + CO$$

Donde:

Ct = Costo total (\$)

CN = Costo del nopal (\$)

CC = Costo del concentrado (\$)

CA = Costo del alfalfa (\$)

CR = Costo del rastrojo (\$)

CO = Costo del salvadillo (Otro) (\$)

3.- Utilidad total

$$Ut = It - Ct$$

Donde:

Ut = Utilidad total (\$)

It = Ingreso total (\$)

Ct = Costo total (\$)

4.- Eficiencia técnica económica anual en promedio

$$\text{Etea} = \text{X Producción por día} \times 305 \text{ días de lactación}$$

Donde:

Etea = Eficiencia técnica económica anual por vaca

8.- Utilidad relativa

$$\text{Ur} = \frac{\text{It} - \text{Ct}}{\text{Ct}} \times 100$$

Donde:

Ur = Utilidad relativa (%)

It = Ingreso total (\$)

Ct = Costo total (\$)

Hay que hacer énfasis en esta última ecuación que es la que nos va a determinar la rentabilidad de cada establo, ya que como se mencionó anteriormente no se pudo hacer un análisis estadístico por consiguiente se realizó un análisis económico para determinar que establo es el más rentable .

RESULTADOS

Como sabemos, en la región Norte de nuestro país existen bastas extensiones de zonas áridas y semiáridas, comprendiendo los estados de Coahuila, Durango, Chihuahua, Zacatecas, Nuevo León y Tamaulipas principalmente, por cuál uno de los problemas fundamentales que impiden el desarrollo de la industria ganadera es la escasez de agua y como consecuencia de forraje.

Esto ha originado que una de las alternativas de la explotación de las vacas lecheras estabuladas, sea la cosecha racional, regenerativa y conservativa de los recursos vegetales propios de las zonas áridas como lo es el nopal (*Opuntia spp*) de donde se obtiene, fruto, verdura y forraje. Esto se puede observar claramente en los establos de Saltillo, Coahuila donde incorporan nopal forrajero en la dieta de los animales.

Como ya se dijo anteriormente en Saltillo, Coahuila existen varios establos lecheros que incorporan nopal forrajero tal es el caso de los 4 productores que se señalan en el (cuadro 15).

CUADRO 15. Pequeños establos lecheros de Saltillo Coahuila que utilizan el nopal forrajero en su ración.

Propietario	Composición del hato	Vacas en producción	Producción (litros)	Ubicación del establo
Javier Siller	36	24	16.66	La Aurora
Luis Valdés	15	15	15.33	Arteaga
Santiago Almaguer	40	23	13.91	La Aurora
José de la Luz V.	14	7	14	Saltillo de Abayo

De acuerdo al cuadro nos podemos dar cuenta que no existe homogeneidad en las condiciones de producción ya que en cada establo es diferente el número de animales componentes del hato y además es diferente el número de vacas que están en producción, así como la cantidad de litros de leche que produce cada establo.

Otro aspecto a considerar es en cuanto a la composición de la dieta, siendo el punto de coincidencia el consumo de nopal y de ahí en fuera varían en cuanto a otros ingredientes como se puede analizar en el cuadro 16.

CUADRO 16. Composición de la dieta (Consumo de alimento por kilogramo
 Por vaca y por día.

Propietario	N (Kg)	C (Kg)	A (Kg)	H (Kg)	R (Kg)	O (Kg)
Javier Siller	14.805	8	8.33	0	0	0
Luis Valdés	35.53	5.33	0	0	10.66	2.66
Santiago Almaguer	28.55	5.21	4.925	0	0	0
José de la Luz V.	25	2	2	0	0	2

Donde :

N : Nopal

C : Concentrado

A = Alfalfa

H = Heno

R = Rastrojo

O = Otro

Así como en la composición de la dieta, hay que recordar que el consumo también es otro factor que varía primeramente en cuanto a edad y estado de producción de la vaca, además otro factor que nos limita el consumo es el tamaño

del hato ya que es diferente el numero de animales en cada establo.(CUADRO 17).

CUADRO 17. Consumo total de las vacas secas y vacas en producción.

Propietario	H	VP	N	C	A	H	R	O
Javier Siller	36	24	533	192	300	0	0	0
Luis Valdés	15	15	533	80	0	0	160	40
Santiago Almaguer	40	23	1142	120	197	0	0	0
José de la Luz Valdés	14	7	350	28	28	0	0	28

Donde:

H = Numero de vacas en el establo

VP = Numero de vacas en producción

N = Nopal (Kg de nopal que consumen los animales)

C = Concentrado

A = Alfalfa

R = Rastrojo

O = Otro (se refiere a otros ingredientes como el salvadillo)

Otro de los factores que nos ayudan a determinar el estudio comparativo de los pequeños establos lecheros son los costos de alimentación considerando

que estos alcanzan entre un 70 a 80 % de los costos totales de producción de cualquier explotación pecuaria. A continuación se presentan los costos de alimentación (Costos/Kg) CUADRO 18.

CUADRO 18. Costos por kilogramo de alimento de la dieta

Propietario	N (Kg)	C (Kg)	A (Kg)	H (Kg)	R (Kg)	O (Kg)
Javier Siller	0.15	1.675	1.6	0	0	0
Luis Valdés	0.1875	1.75	0	0	0.85	1.675
Santiago Almaguer	0.15	1.875	1.91	0	0	0
José de la Luz V.	0.1625	1.75	2	0	0	1.20

Donde :

N : Nopal

C : Concentrado

A = Alfalfa

H = Heno

R = Rastrojo

O = Otro

Si analizamos este cuadro nos percatamos que el costo por kilogramo de los ingredientes que conforman la dieta de los animales varia, esto más que nada

se debe al proveedor que es quien aporta estos ingredientes que conforman la dieta, ya que hay proveedores que al consumirlo en granel le rebajan el costo a los alimentos.

Por otra parte, tenemos los costos totales de la alimentación y como ya se había dicho también va a variar por los factores ya antes descritos. CUADRO 19.

CUADRO 19. Costo total de la alimentación de los animales en los diferentes establos.

Propietario	N (\$)	C (\$)	A (\$)	H (\$)	R (\$)	O (\$)	T (\$)
Javier Siller	79.95	321.6	480	0	0	0	881.55
Luis Valdés	99.93	140	0	0	136	67	442.93
Santiago Almaguer	171.3	225	376.27	0	0	0	772.57
Jose de la Luz V.	56.875	24.5	56	0	0	33.6	170.95

Donde :

N : Nopal

C : Concentrado

A = Alfalfa

H = Heno

R = Rastrojo

O = Otro

T = Total

Con todos estos datos ya recopilados procedemos al calculo de la utilidad por establo. CUADRO 20.

CUADRO 20. Concentración de los ingresos por valor de la leche y egresos en relación a los costos de alimentación.

Propietario	H	VP	P/V (litros)	PT (litros)	VI (\$)	IT (\$)	CT (\$)	D (\$)
Javier Siller	36	24	16.66	400	3.00	1200	881.55	318.45
Luis Valdés	15	15	15.33	230	2.70	621	442.93	178.03
Santiago Almaguer	40	23	13.91	320	3.00	960	772.57	187.43
José de la Luz V.	14	7	14	98	2.80	274.4	170.95	103.45

Donde :

H : Numero de vacas que conforman el hato

VP : Numero de vacas que tiene el establo en producción

P/V : Producción por vaca

PT : Producción total

VI : Valor por litro de leche producida por el establo

IT : Ingreso total que obtiene el establo al vender la leche

CT : Costo total que genera el establo (Únicamente de la alimentación)

D : Diferencia (Margen de utilidad por establo)

En toda explotación pecuaria debe haber un margen de utilidad para que sea redituable. Si nos damos cuenta los cuatro establos si llegan a tener ese margen de ganancia y nos damos cuenta que es el establo cuatro en el que sus costos totales están muy por abajo que el de los otros tres lo que va a repercutir en la rentabilidad.

Para hacer más completo este trabajo de investigación se considero el manejo que se lleva a cabo en cada establo. CUADRO 21.

CUADRO 21. Manejo de los establos lecheros

Propietario	Tipo de Ordeño	Visita del veterinario	Enfermedad común	Procedencia del nopal	Comprador
Javier Siller	Mecánico	Esporádica	Mastitis	La paloma	Normex
Luis Valdés	Manual	Esporádica	Mastitis	Paila	Cremeria
Santiago Almaguer	Mecánico	Esporádica	Mastitis	San José	Cremeria
José de la Luz Valdés	Manual	Esporádica	Mastitis	El barril	Normex

Observamos que es el tipo manual de ordeña es el que resulta de más bajo costo lo cual resulta congruente con el numero de vacas en producción

CUADRO 22. Eficiencia Económica Anual por Vaca.

Propietario	PA/V (litros)	VP (\$)	IA/V (\$)	CA/V (\$)	D (\$)
Javier Siller	5081.3	3.00	15243.9	8829.14	6414.76
Luis Valdés	4675.65	2.70	12624.255	8998.72	3625.535
Santiago Almaguer	4242.55	3.00	12727.65	7156.825	5570.825
José de la Luz V.	4270	2.80	11956	4259.325	7696.675

A diferencia del cuadro de concentración donde relacionábamos la producción, los ingresos y egresos nos dábamos cuenta que el establo cuatro del señor José de la Luz Valdés era el que menos utilidad generaba con su establo. Ahora bien con este cuadro os damos cuenta que es el más eficiente, ¿ a que se deberá esto? Se deba tal vez a que los costos de sus ingredientes que adquiere de sus proveedores sean más bajos en relación a los otros establos, teóricamente el costo de alimentación debería asemejarse con el establo tres ya que tienen casi la misma cantidad de animales que conforman su hato.

CUADRO 23. Calculo de la utilidad relativa.

Propietario	Ingreso total (\$)	Costo total (\$)	Utilidad relativa (%)
Javier Siller	1200	881.55	36.123
Luis Valdés	621	442.91	40.202
Santiago Almaguer	960	772.57	240.260
José de la Luz V.	274.4	170.95	60.514

A diferencia de la eficiencia económica anual que solo toma en cuenta a una sola unidad animal, la utilidad relativa abarca a todas las vacas en producción, este parámetro es el que nos va ayudar a determinar la rentabilidad de cada establo. Para empezar nos damos cuenta que todos son rentables puesto que tienen una utilidad positiva; y si analizamos estos resultados nos damos cuenta que el establo cuatro del Señor José de la Luz Valdés además de ser el más eficiente es el más rentable, ¿ a que se debe esto? Se debe a la sencilla razón que ya habíamos comentado anteriormente en relación a que los costos de sus ingredientes proporcionados por sus proveedores son más bajos que el que les proporcionan a los otros estableros. Entonces al optimizar los costos de alimentación, hay más utilidad y más eficiencia.

CUADRO 24. Principales características de los establos.

PROPIETARIO	Pedro López P.	Angélica Salas	Benjamin treviño g.	José de la Luz V.
Composición del Hato	17	57	22	14
Vacas lactando	10	30	12	7
Tipo de ordeña	Manual	Manual	Manual	Manual
Producción	18	17	10	14
Nopal Kg/día	25	30	30	25
Concentrado Kg/día	7	7	0	2
Alfalfa Kg/día	4	6	0	2
Heno Kg/día	5	4	8	0
Otro	0	0	4	2
Costos de la dieta				
Valor de producción	2.20	2.30	3.50	2.80
Visita veterinaria	Esporádica	Esporádica	Esporádica	Esporádica
Enfermedad común	Diarrea	Tricomonia sis	Mastitis	Mastitis
Comprador de leche	Normex	Normex	Queseras	Normex
\$ Nopal consumido	1300	1400	1300	1300
Procedencia del nopal	Las liebres	Las liebres	Las liebres	El barril

Nopal utilizado	<i>O. rastrera</i>	<i>O. rastrera</i>	<i>O. rastrera</i>	<i>O. rastrera</i>
Ubicación del establo	Col.San Jorge, Saltillo	Col. San Jorge, Saltillo	Camino antiguo a General C.	Saucillo de abayo

Análisis de muestras de leche.- Por otra parte con la finalidad o el propósito de hacer un poco más completo el trabajo se realizaron unos análisis de leche para saber el estado nutricional con el que cuenta el establo que proporciona nopal forrajero en su ración.

A continuación se presentan los análisis de la leche de los establos con manejo tradicional antes ya descritos.

CUADRO 25. Análisis de la leche durante 6 días.

Día	Turno	Acidez	Grasa	Proteína
Lunes 16-99	Mañana	18	3.4	1.9
	Tarde	17	3.2	1.8
Domingo 15-99	Mañana	19	2.8	1.7
	Tarde	17	2.7	1.7
Sábado 14-99	Mañana	25	2.5	1.9
	Tarde	20	2.0	1.7
Viernes 13-99	Mañana	21	4.4	1.9
	Tarde	28	4.5	1.9
Jueves 12-99	Mañana	32	3.8	1.7
	Tarde	21	3.6	2.0

Miércoles 11-99	Mañana	21	3.4	2.1
-----------------	--------	----	-----	-----

CUADRO 26 .PRESUPUESTO

CONCEPTO	COSTO TOTAL (\$)
Traslado y gastos de gasolina	1000.00
Visita para toma de datos	300.00
Análisis de laboratorio	1500.00
Material de laboratorio	2000.00
TOTAL	4800.00

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

a) Conclusiones

En base a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos en este trabajo, se concluye lo siguiente:

Varia el criterio para analizar el análisis económico administrativo de los establos. Como se observa en el trabajo son dos los criterios de suma importancia la Eficiencia Económica Anual por Vaca y la Utilidad Relativa. En ambos casos se ve que en ocasiones las empresas pequeñas son las más rentables. Este contradice al mito de que los establos más grandes son los que tienen más margen de ganancia. El hecho de que los establos pequeños sean los más rentables se debe como se comprobó en este trabajo a que el precio del producto es el mismo prácticamente en los cuatro establos mientras que los costos de producción son más bajos en los de menor tamaño.

b) Recomendaciones

Es necesario promover unidades de producción pequeña ya que es menos el riesgo de perder, incurren a costos más bajos y tienen las mismas ventajas que los otros tipos de establo. Por otra parte es recomendable seguir haciendo investigaciones sobre algunas otras causas que ayudaron a que se llevara a cabo este proceso, y no se tomaron en cuenta en esta investigación.

Hay que tomar en cuenta que la mayoría de los cultivos forrajeros entre ellos la alfalfa requieren de una cantidad de agua relativamente alta, si consideramos la escasez de este elemento, se tiene un argumento para fundamentar una mayor prioridad en las políticas oficiales de agricultura y ganadería.

Otro aspecto que considero muy importante para los que se dedican a la explotación pecuaria sería el de un mayor apoyo a la producción de granos y forrajes, que representan la dieta alimenticia de los animales.

LITERATURA CITADA

- Acuña, M. E.1989. Evaluación Agroecológica de Sistemas de plantación de Nopal Forrajero (*Opuntia spp*) en zonas áridas. Tesis profesional. Ing. Agr. Forestal. U.A.A.A.n. Saltillo, Coah. México. 96 pag.
- Avila, M., J. A. 1990. Algunos Aspectos Económicos en la alimentación del ganado Lechero en la comarca lagunera.20p.
- Bravo, H., H.1978.Las cactaceas de México. 2ª. Ed. Unam. Vol. 1. México. 743p.
- Burgos, V.,N.S.1997. El Nopal. Tesis Monografica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro”.Saltillo, Coah., México. 236p.
- De la Rosa, H., J.P., Santamaria, A., D. 1998. El Nopal, usos, manejo agronómico y costos de producción en México. 132 p.
- Espinosa, A.J. 1987. Caracterización Morfológica y Bromatológica del Nopal forrajero en diferentes ambientes de la sierra de la paila, Coah. Tesis M.C. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah.,México. 145p.

Espinosa, G.D. 1989. Efectos de diferentes niveles de harina de nopal (*Opuntia rastrera*) sobre la producción y composición de la leche en vacas *Holstein*. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". P. 32-38.

Flores, Valdés C. A. 1977. El nopal como forraje. Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Estado de México. México. 179 p.

Flores, V., 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.

Gómez, C.,F.J.1996. Análisis del comportamiento de los principales cultivos en la comarca lagunera. Tesis profesional. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. México. 58p.

Hanselka, C.W. and J.C. Paschal. 1989. Developing prickly pear as a forage, fruit and vegetable resource. Proceeding of a conference, Kingsville, Texas. 63 page, United States of América.

- López, G. J.J. 1990. Pasado Presente y Futuro de la Explotación del Nopal Forrajero (*Opuntia spp*) en el estado de Coahuila. Proceedings First Annual . Texas Prickly pear Council.
- López, G., J.J. 1998. Importancia del nopal en el norte de México: su distribución y manejo en el estado de Coahuila. Memorias del VI seminario de actualización en nutrición animal. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, Coahuila, México. 1-18 pp.
- López, G., J.J. 1977. Descripción y transformación del ecosistema de *Opuntia streptacantha* Lemaire. Tesis M.C. U.A.A.A.N. Saltillo Coahuila México. P88.
- López, G., J. J. et al. 1981 "Análisis cuantitativo de la arquitectura de (Opuntia Steptacantha, Lemaire) en poblaciones naturales" Monografía Técnico Científico.Serie Recursos Naturales Vol. 7, Num. 3, Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro.Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- López, G., J.J., A. Rodríguez G. 1992. Alternativas de producción de forraje con especies de Nopal para épocas críticas. Departamento de Recursos Naturales Renovables y Botánica. U.A.A.A.N. Buenavista Saltillo Coahuila.

Marroquin, J.S., G. Borja L., R. Velázquez S. Y J.A. de la Cruz C. 1964.
Estudio Ecológico dasonómico de las zonas Aridas del norte de
México. Publicación Especial No. 2 SAG. México. 166 p.

NRC (National Research Council) Necesidades Nutritivas del Ganado
Lechero. Subcomisión para ganado vacuno lechero. Comisión de
nutrición animal. Consejo nacional de investigaciones. Primera edición
1973Edición hemisferio sur. p 1-8

Oportunidades de desarrollo de la lechería en México. Boletín informativo.
Numero 254, Volumen XXIX, 31 de Mayo de 1997.

Palomo, G., D.1963. Datos sobre los nopales. (*Opuntia* spp) utilizada como
forraje en el sureste de México. Tesis Ing. Agr. I.T.E.S.M., Monterrey
N.L. México 67p.

Rodríguez, G.A., J.J. López G. y J.Váldez R. 1990 . Amplitud Ecológica de
Opuntia lindehimeri Engelman, en el Estado de Coahuila. Tesis
Maestria.Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah.
México (en prensa)

Russel C-E, and Felker, P. The prickly pear (*Opuntia spp*) cactacea a source of humano And animal food in semiarid regions. Economic Botany (1987) Caesar Klerg Wildlife Rest. Inst. College Agric. Texas A&M University Kingsville.

Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Guía practica para el manejo de la sequía Segunda edición junio de 1998. Ciudad Guadalupe, Nuevo León. Junio de 1998.

Vázquez A. y U. López D. Centro de investigaciones Agropecuarias F.A.U.A.N.L. (Facultad de Agronomía De la Universidad Autónoma de Nuevo León. Marin Nuevo León México.

ANEXO

ENCUESTA DE ESTABLO LECHERO QUE UTILIZA NOPAL FORRAJERO EN SU RACION

DESCRIPCION DEL ESTABLO No. _____

1.-DATOS GENERALES

Propietario. _____

Ubicación. _____

Propósito. _____

II.- DESCRIPCION GENERAL.

A.- Características del establo. _____

B.- Otras actividades. _____

C.- Producción de leche.

1.- Más alta. _____

2.- Más baja. _____

3.- Promedio. _____

D.- Composición del Hato.

1.- Numero total. _____

2.- Vacas lactando. _____

3.- Vacas secas. _____

4.- Vaquillas de remplazo. _____

5.- Número de sementales. _____

6.- Becerras de un año. _____

7.- Becerros. _____

8.- Otros animales.

a.- caprinos. _____

b.- ovinos. _____

c.- otros. _____

E.- Tipo de alojamiento _____

III.- CARACTERISTICAS DE LA DIETA

A.- Características generales de la dieta. _____

1.-Alimentación en invierno-primavera. _____

2.-Alimentación verano-otoño. _____

3.-Nopal ofrecido. _____ COSTO. _____

4.- Concentrado ofrecido. _____ COSTO. _____

5.- Alfalfa ofrecida. _____ COSTO. _____

6.- Avena ofrecida. _____ COSTO. _____

7.- Heno ofrecido. _____ COSTO. _____

8.- Ensilaje ofrecido. _____ COSTO. _____

9.- Suplementación mineral. _____ COSTO. _____

IV.- CARACTERISTICAS DE LA SALA DE ORDEÑA

A.- Descripción general. _____

1.- Sala de ordeña. _____

2.- Tipo. _____

3.- Tamaño. _____

4.- Mecanización. Sí _____ No. _____

B.- Procedimiento de la ordeña.

1.- Frecuencia de la ordeña. _____

2.- Tiempo de ordeña por vaca. _____

3.- Numero de ordeñadores. _____

4.- Sistema de ordeña. _____

V.- CONTROL DE ENFERMEDADES

1.- Mastitis.

Detección. _____

Control. _____

2.- Control de enfermedades reproductivas. _____

3.- Control de enfermedades metabólicas. _____

4.- Visitas del veterinario. _____

5.- Programa de sanidad animal. _____

6.- Información adicional. _____

VI.- CARACTERISTICAS NUTRICIONALES DE LA LECHE

1.- Por ciento de grasa. _____

2.- Por ciento de proteína. _____

3.- Por ciento de sólidos no grasos. _____

VII.- VENTA DE LA LECHE

- 1.- ¿A quien se le vende? _____
- 2.- ¿Cuántos litros promedio? _____
- 3.- ¿A como se vende? _____

VIII.- INFORMACION DEL NOPAL UTILIZADO

- 1.- Variedad. _____
- 2.- Procedencia. _____
- 3.- Cantidad de compra. _____
- 4.- Costo. _____
- 5.- Procedencia del material. _____
- 6.- Como lo cosechan. _____
- 7.- Manejo. _____

