

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**



**EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN A BASE DE NOPAL (*Opuntia spp*) Y OTRO CONVENCIONAL EN VACAS LECHERAS HOLSTEIN.**

**POR:**

**JUAN MANUEL CORDERO ANTONIO**

**TESIS**

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

**Ingeniero Agrónomo zootecnista**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
Noviembre de 2000.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**División de Ciencia Animal**

**Departamento de Recursos Naturales Renovables**

**Evaluación y comparación de la eficiencia productiva de un sistema de alimentación a base de nopal (*Opuntia spp*) y otro convencional en vacas lecheras Holstein en Saltillo Coahuila.**

**Por:**

**JUAN MANUEL CORDERO ANTONIO**

**Tesis**

**QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO  
AGRÓNOMO EN LA ESPECIALIDAD DE ZOOTECNIA.**

**APROBADA**

**EI PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**M.C. JUAN JOSE LOPEZ GONZÁLEZ**

**SINODAL**

---

**M.C. RUBEN H. LIVAS HERNÁNDEZ**

**SINODAL**

---

**ING. LUIS PEREZ ROMERO**

**EI COORDINADOR DE LA DIVISION DE CIENCIA ANIMAL**

---

**ING. RODOLFO PEÑA ORANDAY**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Noviembre de 2000.**

## AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por darme la oportunidad de vivir y compartir muchos momentos de esta vida al lado de mis familiares y amigos.

Quiero expresar mis sinceros agradecimiento a las siguientes personas:

Al Ing. M. C. Juan José López González, por su valiosa ayuda en la dirección , revisión y conocimientos aportados para la realización del presente trabajo de investigación.

Al M. C. Rubén H. Livas, Hernández, por su colaboración en los análisis de costos de este trabajo de investigación.

Al Ing. Luis Pérez Romero, por su gran ayuda en la revisión y desarrollo del presente trabajo.

A mi “ ALMA MATER “ por abrirme las puertas del conocimiento y darme la oportunidad de culminar mis estudios profesionales.

A todos mis profesores, porque con sus enseñanzas me ayudaron en mi formación académica.

A todos los profesores y personal del Departamento de Recursos Naturales.

A mis amigos: Luis Fernando, José Gabriel, Isaí, Luis Alberto, José Nicanor (“pepe”), al Sr. Armando Macías, Aristeo, Rodolfo y a mi primo Adrián, por esa unión que siempre nos caracteriza.

Al personal administrativo del Departamento de Servicios Asistenciales.

Al personal de la Unidad Pecuaria (establo) de la UAAAN.

A la Señora Angélica Salas, propietaria del establo lechero que nos proporcionó la información necesaria para elaborar este trabajo.

A los señores Germán García y Arminda Medina, por su amistad y por el apoyo que me brindaron durante mi estancia en esta Universidad.

A la familia Montes Valverde, gracias por su buena amistad.

A todas aquellas personas que de alguna manera colaboraron para la realización del presente trabajo y a aquellos compañeros que por alguna razón omito sus nombres, reitero mi agradecimiento.

## DEDICATORIA

A mis padres, con mucho cariño y respeto:

Sr. Hilario Cordero Manuel

Sra. Domitila Antonio Alvarado

Porque me dieron la vida y me supieron guiar por el buen camino y con su apoyo me dieron esa oportunidad de ofrecerles y compartir mis logros, que también a ellos les pertenecen. Que DIOS los bendiga siempre.

A mis hermanos

Tomás, Juana, Isabel, Hilario, Santa y Aurora.

Porque de ellos recibí siempre su apoyo de manera incondicional que me ayudó a realizar mis estudios y mi formación profesional.

A mis sobrinos

Christian, Eréndira, Celina, Isabel, Erandi, Osmar y Ariadna

Los quiero mucho y que siempre lleven en mente que la perseverancia nos lleva a lograr las metas que nos fijamos El estudio es la base de la superación.

A mis cuñados

Sra. Carolina Moreno y Sr. Juan Soto.

Por ese afecto que siempre me han tenido y de alguna manera me apoyaron en mi carrera profesional.

A mis tíos, el Sr. Adán Antonio Alvarado y su esposa, Sra. Minerva, de quienes siempre he recibido su afecto.

A todos mis familiares en general.

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la eficiencia productiva de dos establos lecheros con diferente grado de tecnificación y diferentes dietas, en las que la variable a considerar fue el nopal forrajero. Se manejaron vacas holstein, todas estas en la etapa de lactancia a las que se midió el rendimiento diario de leche, así como la calidad de la misma. Las mediciones realizadas fueron tomadas durante seis quincenas consecutivas y para el análisis de calidad se realizó el mismo número de muestras. Dada las diferencias entre uno y otro establo, la información que se obtuvo se analizó económicamente considerando los criterios de eficiencia económica, utilidad relativa y la relación beneficio-costos. Cuando se adiciona nopal en la dietas de vacas en producción (establo N° 1) el rendimiento se mantiene debajo del de las vacas que no reciben este forraje en su dieta (establo N° 2), con 17.4 y 23.17 lt/día respectivamente; en cambio, los costos de alimentación de la ración diaria reflejaron una diferencia las cuales son de \$ 32.75 para el establo N°1 y de 40.76 para el N° 2. El consumo diario de concentrado y alfalfa por animal tuvo un aumento en el establo N° 2; aunque en el establo N° 1 la cantidad de nopal es mayor (46.5 Kg/día) la ración se mantuvo a un costo mas bajo. Es factible la utilización del nopal para la alimentación para vacas lecheras, sin embargo, si bien es sabido que este forraje es pobre en nutriente, se ve compensado por la gran cantidad

de agua que contiene (70-80%), bajando el consumo de este elemento en gran medida y haciendo aun mas bajo el costo por alimentación. Considerando las características de producción para los dos establos, el de utilización del nopal es el más rentable.

	Pag.
<b>INDICE GENERAL</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	i
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>RESUMEN</b> .....	iv
<b>INDICE GENERAL</b> .....	vi
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	viii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>Objetivos e hipótesis</b> .....	3
<b>Revisión de literatura</b> .....	4
Sistemas de producción animal.....	5
Los sistemas de producción de leche con nopal en Saltillo, Coah..	7
Manejo del ganado lechero y rendimientos.....	9
Importancia del nopal como forraje.....	11
Ventajas.....	16
Especies y variedades.....	17
Variedades.....	19
Formas de aprovechamiento del nopal como forraje.....	20
Valor nutritivo del nopal.....	21
Digestibilidad del nopal.....	21
Análisis bromatológico.....	22
Producción de leche con nopal.....	25
Procedimiento de cosecha y manejo del nopal forrajero.....	26
Descripción del sitio de extracción del nopal forrajero.....	28
Características del sitio de extracción.....	29

<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	30
Descripción general y localización del área de estudio.....	30
Selección de los establos.....	31
Metodología.....	31
Desarrollo de las actividades.....	32
<b>Parámetros de medición</b> (establo uno).....	39
Características de la dieta.....	39
Características y evaluación del nopal utilizado.....	40
Producción y calidad de la leche.....	42
Costos de producción.....	44
<b>Parámetros de medición</b> (establo dos).....	47
Características de la dieta.....	47
Producción y calidad de la leche.....	49
Costos de producción.....	51
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	55
Análisis de costos.....	55
Criterio de eficiencia económica.....	59
Criterio de utilidad relativa.....	60
Relación beneficio-costo.....	61
Comercialización.....	63
<b>CONCLUSIONES</b> .....	64
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	65
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	66

## INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Contenido del cuadro	Pág.
2.1	Porcentaje de Digestibilidad de nopal ( <i>Opuntia ficus-indica</i> )	22
2.2	Análisis bromatológico de diferentes especies de nopal ( % en base Materia seca)	24
3.1	Consumo de alimento promedio en el establo lechero número uno	40
3.2	Promedio de producción diaria de leche en el establo número uno	43
3.3	Características nutricionales y composición química de la leche de vacas que consumen nopal en su dieta.	44
3.4	Consumo diario y valor por kilogramo de ingrediente en la dieta de vacas lecheras en producción en el establo número uno.	45
3.5	Valor y cantidad de ingredientes necesarios para elaborar una tonelada de alimento en el establo número dos.	48
3.6	Consumo de alimento promedio el establo lechero número dos.	48
3.7	Consumo promedio diario por vaca de cada uno de los ingredientes de la dieta en el establo número dos.	49
3.8	Promedio de producción diaria de leche en el establo número dos.	50
3.9	Características nutricionales y composición química de la leche de vacas del establo número dos.	51
3.10	Consumo de ingredientes y valor de la dieta de 106 Vacas en producción del establo número dos.	52
4.1	Costos por alimentación por consumo diario de 43 vacas en producción en establo lechero número uno.	56
4.2	Costos por alimentación por consumo diario de 106 vacas en producción en establo lechero número dos.	56
4.3	Concentración de los ingresos diarios por valor de la leche y egresos en relación con los costos de alimentación.	58
4.4	Criterio de eficiencia económica por vaca.	59
4.5	Cálculo de la utilidad relativa del proceso productivo para los establos uno y dos.	60

## INTRODUCCIÓN

En México, la actividad ganadera responde a las características, de las explotaciones prevalecientes; a la descripción de la ecología climática y vegetal; además a factores económicos y sociales como la posibilidad de general y de reinvertir excedentes. Posibilidad de acceso al mercado, posibilidad de industrializar los productos obtenidos; acceso a asesoría técnica y a nivel socioeconómico, cultural y educativo de las poblaciones. De acuerdo con estos factores que implican un proceso de integración horizontal y vertical, la ganadería mexicana no puede analizarse como un todo homogéneo pues presenta un sin número de características que las diferencian y que influyen en el aporte de cierto producto para el país (Labourdette, 1984).

Una de las mayores deficiencias sectoriales en cuanto a la cobertura de las necesidades nacionales corresponde a la producción de leche. El consumo nacional per cápita de leche y sus derivados es en promedio de 0.328 lts/día. La demanda actual de leche asciende a 11,400,000 lts/año de los cuales la producción nacional solo aporta el 69.9 % con un producción de 7,969,000 lts/año (SAGAR, Anuario estadístico de la producción pecuaria de los Estados Unidos Mexicanos, 1997).

De la producción total de leche del país, el 70% proviene de la ganadería especializada y un 30% de la ganadería de doble propósito.

En el estado de Coahuila, la producción anual de leche ascendió a 723,711 millones de litro, que representan el 9.08% de la producción nacional. La población ganadera es de 419,338 animales, con 13,634 para el municipio de Saltillo. Pese a estas cifras se considera que la cantidad de leche para esta entidad es baja, debido a las siguientes causas: a) bajo rendimiento de las vacas lecheras; b) bajo porcentaje de vacas lecheras en explotación moderna o estabulada; c) alto costo de producción por litro de leche. Este último punto se debe principalmente a los forrajes utilizados y en segundo lugar a las instalaciones, maquinaria y equipo y mano de obra utilizadas(SAGAR,1997).

La tendencia de la producción nacional en los últimos años es a la alza, al igual que el inventario de bovinos lecheros especializados; cabe mencionar que la demanda del lácteo es de forma fluida, por lo que el déficit se satisface con la rehidratación de leche en polvo (Consejo Nacional Agropecuario, 1993).

Así, en el mercado mundial de leche, México destaca como principal importador en 1990 con el 49.2% de las exportaciones mundiales registradas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1993).

La ganadería mexicana se ha caracterizado en la última década por un consumo interno deprimido, debido al bajo poder adquisitivo de la población, a grandes importaciones de carne y leche, a políticas de control de precios, a bajos niveles de integración y organización, actividad ineficiente, poco competitiva y sistemas rudimentarios de procesos de comercialización.

El panorama con la problemática descrita y ante un nuevo entorno del país de la apertura comercial, deberá enfocarse a incrementar la eficiencia de las exportaciones a través de la tecnología de bajos costos de producción a fin

de lograr una rentabilidad y competitividad en dichas exportaciones, es decir, a despertar el potencial dormido.

### OBJETIVOS

- Determinar La eficiencia productiva en vacas lecheras Holstein alimentadas con nopal forrajero, comparadas con vacas cuya dieta no incluye este forraje.

- Conocer las características y la calidad del nopal forrajero
- Evaluar los costos de producción

Comparar los parámetros de producción de dos establo con diferente grado de tecnificación.

### HIPÓTESIS

Una de las respuestas en la producción de leche en vacas a las que se les adiciona nopal como componente de la dieta diaria es que dicha producción se ve disminuida; lo que no sucede en aquéllas, cuya dieta se basa en forrajes convencionales y concentrados, excluyendo de todo a todo el nopal en su dieta. Sin embargo, los costos de la ración en vacas alimentadas con nopal, son menores, mostrando paralelamente una disminución considerable en los costos totales de producción.

## REVISIÓN DE LITERATURA

Antes de caracterizar a los sistemas de producción de bovinos productores de leche en nuestro país, es necesario mencionar que un sistema de producción depende de muchos factores con los cuales interactúa y que al faltar alguno de sus componentes este sistema deja de funcionar o bien disminuye drásticamente su eficiencia ( Simón, 1993 ).

Es preciso mencionar la importancia que exige el conocimiento de los diferentes sistemas de producción de ganado lechero y otros que se desarrollan alternos a éstos, pero de alguna manera influyen sobre la producción de leche en nuestro país ( Simón, 1993 ).

Ahora bien, para entender lo que es un sistema de producción lo primero que se requiere es conocer y entender qué es un sistema, el cual se define como un conjunto de partes o eventos que interactúan entre si para lograr un fin común, estos eventos ejercen cierta relación unos con otros ya que al fallar algunos de sus componentes el sistema pierde gran porcentaje de productividad y eficiencia. Esto Implica que las partes o eventos que componen a dicho sistema vana operar dependiendo de las condiciones climáticas, edáficas, topográficas, tipo de vegetación y asociaciones biológicas que se puedan desarrollar en esas condiciones.

Dentro de los factores que intervienen en la eficiencia productiva de un sistema de explotación lechera podemos mencionar el clima, la vegetación que crece en ese lugar, tipo de animal que puede adaptarse y desarrollarse en esa región, alimentación, nivel socioeconómico de la población, grado de tecnificación, entre otros (Simón, 1993).

### SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Se define un sistema de producción al conjunto de plantas y/o animales que, en un suelo y clima dado es manejado por el hombre con una técnica y herramienta característica que le es común y que influye directamente para obtener un producto. En el caso de los bovinos productores de leche el producto directo es propiamente la leche y los productos indirectos son la carne, piel, sangre y otros (Simón 1993).

Por otro lado un sistema de producción no está aislado sino que lo integran un gran número de sectores o áreas de apoyo, como lo es la asistencia técnica, la administración agropecuaria, el sector económico, el sociocultural, entre otros; cuya integración permite obtener un producto además de servir de sostén y cooperación que caracterizan a los sistemas como menos vulnerables, dada su diversificación.

Las principales cuencas lecheras de México han basado su desarrollo en el sistema de producción de leche en estabulación, el cual requiere de altas inversiones en construcciones, instalaciones y cultivos forrajeros de corte que necesitan equipos especializados para su cultivo y manejo. Por otra parte para

lograr una buena producción que haga redituable el negocio se requiere el uso de grandes cantidades de concentrados basados en cereales.

Este fenómeno ha funcionado económicamente como lo demuestra el gran desarrollo de la Comarca Lagunera, la zona de delicias Chihuahua y los estados de Querétaro, Guanajuato, Aguascalientes y Jalisco. En los últimos años se ha presentado un fenómeno inflacionario que ha ocasionado que los materiales de construcción y la mano de obra se hayan elevado de precio, provocando que la inversión inicial por vaca en construcciones y equipo aumentara desproporcionalmente.

Por todo lo anterior, ha empezado a tomar importancia el sistema de producción de leche Neozelandés (Holstein), que consiste en la utilización intensiva de praderas con uso mínimo de concentrados. La finalidad es obtener máximas producciones por hectárea con altas cargas animal aunque la producción por vaca sea baja. Los costo de producción con este sistema son bastantes más reducidos que en le de estabulación y se requiere de pocas instalaciones y construcciones (FIRA 1976).

En la comarca Lagunera y todo el Sureste de Coahuila, los sistemas estabulados son los que predomina haciendo uso de los recursos forrajeros disponibles como lo es la alfalfa la cual se adapta a las condiciones ecológicas de esta región, aunque en los meses de invierno este cultivo reduce su producción teniéndose que hacer uso de otros forrajes como ensilados avena, rastrojos de maíz y nopal forrajero; este último ha tenido gran aceptación por el ganado lechero y además hace que los costos de alimentación se reduzcan en gran medida para los pequeños productores de la región Sureste de Coahuila

(Saltillo, Parras, Ramos Arizpe, Arteaga y Paila) y Monterrey en Nuevo León (FIRA, 1976).

## **LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE CON NOPAL EN SALTILLO COAHUILA.**

Este sistema es ya tradicional en las zonas áridas y semiáridas del norte del país y posee características propias que constituyen un verdadero dogma para la ganadería lechera mexicana y se practica en aquellas zonas o regiones que carecen de agua en abundancia en el subsuelo y en las que se adapta con gran facilidad esta planta que es la principal fuente de forraje para este sistema así como algunas otras que muestran cierto potencial forrajero (Simón 1993).

Las principales características de este sistema son las siguientes:

- No depende exclusivamente de forrajes de gran calidad y otros concentrados.
- Auxilia en la reducción de las necesidades de concentrados y forrajes convencionales
- Baja inversión en infraestructura ya que los animales bajo este sistema no requieren comederos especiales.
- Mínima especulación con el forraje, ya que en muchos de los casos el dueño del establo puede adquirir grandes cantidades de nopal y puede realizar compras fuera de la explotación principalmente de los municipios aledaños que cuenten con grandes cantidades de este forraje.

Este sistema está lo bastante aceptado pero se requiere de una mayor investigación para optimizar su productividad.

Este sistema es común en el sureste de Coahuila y sur de Nuevo León ya que en estas zonas se produce mucho nopal bajo condiciones naturales, haciendo mención que dicha planta se desarrolla desde Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas hasta San Luis Potosí y Zacatecas y algunas partes áridas de Durango y Chihuahua en el Norte (Marroquín, et. al, 1964), con altitudes de 1609 hasta 2575 m. (Barrientos, 1983).

Se practica desde la granja familiar o ejidal que cuenta con solo unas cuantas vacas (5 a 20), hasta establos que cuentan hasta con 40 vacas en producción o más (López 1999).

Una de las principales ventajas de este sistema de producción es que basa su alimentación en gran parte en el nopal, lo que ni requiere grandes cantidades de agua y hace que el costo de la alimentación se vea disminuido grandemente debido a que dicha planta suministra este vital líquido.

Por otro lado, el nopal mantiene su rendimiento básicamente durante todo el año, lo que facilita llenar los requerimientos de forraje verde para los animales incluso durante la época de escasez de forrajes de otro tipo.

Ahora bien, el ritmo constante de crecimiento por la demanda de forraje hace cada vez más escasa las reservas de nopal, además de que ya se presentan evidencias claras de una sobreexplotación de las áreas naturales, lo cual podría generar un problema o desventaja para este sistema de producción.

Existen intentos recientes y serios de modificar algunos componentes de este sistema como lo es el método de corte adecuado y medido de los sitios de extracción para evitar la extinción total de la planta; propagación de variedades que más consuman los animales mediante el establecimiento de nopaleras así

como optimizar el consumo de dicho forraje mediante la combinación de otros de mejor calidad y modificando su presentación como son el picado y harinas para su mejor digestibilidad y aprovechamiento (Simón, 1993).

De acuerdo con Hare (1908), la digestibilidad del nopal en comparación con otros forrajes es buena, ya que en algunos aspectos supera a la alfalfa, como es en el caso de la materia seca, grasa cruda, fibra, extracto libre de nitrógeno y materia orgánica. Así mismo, este autor logró un incremento ligero de la digestibilidad del nopal mediante la inclusión de harinolina en la dieta; por otro lado, el nopal tuvo un efecto benéfico sobre la digestibilidad de la alfalfa debido a la alta asimilación orgánica de ésta.

La utilización del nopal en la alimentación del ganado lechero ha probado ser una buena opción y cada vez se está probando en varias regiones más y promete grandes bondades para la producción ganadera en el Norte del país (López, 1999).

### **MANEJO DEL GANADO LECHERO Y RENDIMIENTOS**

un aspecto muy importante de una explotación lechera es la calidad del ganado, de la cual en general no existe discriminación. Los establos importantes poseen uno o más toros sementales de mérito discutible, tanto fenotípica como genotípicamente, salvo algunos de pedigree comprobados procedentes de establos del estado de México, Querétaro o de los Estados Unidos y Canadá. En general, no se pone mayor cuidado en la selección de los sementales y en muchos de los casos es difícil averiguar el grado de mestizaje que lleva en su sangre. Esto es un factor que impide el mejoramiento efectivo

de un hato e incluso ni con la inseminación artificial se ha logrado un cabal mejoramiento de esta clase de ganado (Narváez, 1958).

En lo que se refiere a las vacas , las que están secas y gestantes no se separan del resto del hato y quedan expuestas a los golpes y cornadas de las demás vacas, además se les reduce la alimentación y en el mejor de los casos se les suprime el concentrado, recibiendo al igual que todas las demás forrajes toscos y nopal.

La ordeña se efectúa comúnmente dos veces por día con intervalos aproximados de doce horas y sin adoptar medidas higiénicas de ninguna clase.

La raza lechera más explotada en Saltillo es la Holstein-Friesian y en menor escala la Suiza y Jersey. La producción del ganado criollo no es de significancia y la ineficiente producción de leche de cabra, a pesar del gran número de cabezas de esta especie, no compensa el faltante de leche de vaca.

Entre los ejemplares vacunos sobresalientes de sangre Holstein hay un apreciable número con un rendimiento medio por día de 24 a 28 litros de leche pero el promedio general considerando todos los establos puede estimarse entre 9 y 12 litros. En general, los alojamientos del ganado son deficientes en cuanto a la técnica de construcción, de tal manera que puede decirse que el ganado vive semiestabulado, prácticamente al intemperie, en corrales sin protección adecuada contra las inclemencias del tiempo (lluvia, sol, heladas), solo a la hora de la ordeña quedan bajo techo (Sánchez, 1958; López, 2000).

La alimentación del ganado lechero es un problema crítico para los productores principalmente por la escasez de forrajes voluminosos. Este factor ha determinado que el costo de la alimentación del ganado lechero se eleve en

la localidad a un promedio conservador del 85% del costo total de la producción de leche. A esta carestía crónica de los concentrados y forrajes se adiciona el de la pérdida que sufren los productores por el uso antieconómico de los mismos, sobre todo porque la mayoría desconoce las normas técnicas de la alimentación del ganado, es decir la falta del conocimiento de cuánto necesita un animal para vivir y cuánto para producir un rendimiento máximo (Sánchez, 1958).

### **IMPORTANCIA DEL NOPAL COMO FORRAJE**

Desde hace muchos años el nopal (*Opuntia spp*) que crece espontáneamente en la mayor parte del territorio nacional, constituye en las zonas áridas de México una planta de importancia económica, por constituir un recurso alimenticio para el ganado, el cual en ciertas regiones y en ciertas épocas del año es el último alimento.

La utilización del nopal como planta forrajera se debe a que es una planta xerófita que se desarrolla naturalmente en las zonas desérticas dentro de las que se encuentra enclavado el estado de Coahuila, inhibiendo a veces las siembras o propagación de otras especies forrajeras de más alto valor alimenticio; su resistencia a las heladas y a las sequías han determinado que sea en muchos casos el recurso más importante de los ganaderos y ejidatarios para alimentar a su ganado.

El nopal se ha adaptado y desarrollado en un medio adverso para muchas otras plantas forrajeras y como éstas generalmente escasean en el invierno y no resisten sequías prolongadas, han hecho que el uso del nopal sea

ya una práctica diaria, no solo porque en muchos casos sea el único alimento de lastre ,sino también porque se ha observado que aún recibiendo el ganado lechero dietas balanceadas con forrajes verdes y concentrados, si a dicha dieta se le aumenta un porcentaje de nopal, aumenta la producción láctea, según información obtenida de muchos productores.

También se ha observado que la ingestión de nopal facilita la rumia en los vacunos, produciendo una mayor digestibilidad en los alimentos; por lo cual se sospecha en el nopal la presencia de agentes catalizadores de tipo hormonal y enzimático, actuando probablemente los primeros directamente sobre las glándulas lactíferas y los segundos coadyuvando a la acción de los jugos digestivos normales, facilitando un mejor metabolismo bacteriano de la flora comensal del rumen. La anterior aseveración se basa en la reconocida pobreza de elementos químicos nitrogenados , y sería la única explicación posible sobre la acción estimulante del nopal sobre la producción láctea.

Sin embargo, como ha sido tan poco explorado el nopal en cuanto a su composición química, es probable que haya otros factores que contribuyan a su papel lactogénico.

El nopal que se utiliza como forraje ya posee importancia a nivel mundial; así, es posible mencionar algunos países y regiones en donde se han realizado trabajos sobre el uso del nopal forrajero: Madagascar, Africa del Norte, Africa del Sur, Argelia, Túnez, España, Italia, India, Argentina, Brasil, Guatemala, Estados Unidos y México (Granados y Castañeda, 1991).

Según de Alba(1971), la causa principal de la baja productividad del ganado en México se debe a la alimentación deficiente del mismo,

principalmente en las zonas áridas y semiáridas donde la producción de forraje es pobre o irregular durante el año y variable en cada año, por lo que la utilización del nopal para el consumo de los animales constituye un recurso valioso en estas zonas. Este valor se determina por las condiciones de vida del nopal, así como su valor nutritivo. Flores(1977) compara la producción de Opuntia con otras especies forrajeras (maíz forrajero y remolacha) y encuentra que el nopal tiene mayor producción de nutrientes a un costo menor en condiciones de riego y temporal.

En el norte de México se encuentran nopaleras naturales distribuidas en tres zonas económicamente importantes desde el punto de vista de la producción del ganado, éstas son: (Marroquín et. al, 1964).

1.- Zona nopalera Potosino-Zacatecano, esta zona incluye partes territoriales de Aguascalientes, Jalisco, Durango y Coahuila; esta compuesta fundamentalmente por *Opuntia streptacantha*, *Opuntia leucotricha*, *Opuntia robusta* y *Opuntia imbricata*.

2.- Zona nopalera Noreste de México; ésta zona comprende el norte de Tamaulipas y el norte y oriente de Nuevo León; es una zona de gran importancia ganadera, en la que se encuentran principalmente *Opuntia lindehimeri* y *Opuntia engelmanni*.

3.- Zona nopalera difusa, esta zona se extiende desde las zonas de San Luis Potosí, Zacatecas y Nuevo León, hasta Coahuila y zonas áridas de Durango y Chihuahua. En esta zona se registra *Opuntia cantabrigensis*, *Opuntia rastrera*, *Opuntia macrocentra* y *Opuntia microdasys*. Las especies forrajeras más importantes de esta región son: *Opuntia lindehimeri*, *Opuntia rastrera*, *Opuntia*

*cantabrigensis* (cuija), *Opuntia leucotricha* (duraznillo) y *Opuntia azurea* (coyotillo).

Los ganaderos del norte de México tienen décadas de utilizar el nopal como forraje, pues ya en 1966 se utilizaban 600 toneladas diarias en la alimentación de ganado lechero estabulado en Monterrey, Nuevo León y 100 toneladas en Saltillo, Coahuila.

El nopal se puede utilizar no sólo durante la sequía, sino también como parte integral de la alimentación de los rebaños con lo que se obtiene provecho y se producen efectos benéficos en los animales que han estado sujetos a una dieta a base de forraje seco (Ríos,1954, Rojas et al,1966) En este caso, conviene tomar en cuenta la digestibilidad del nopal, la cual indica la cantidad o el porcentaje de un alimento que aprovecha el organismo que lo consume.

Los nutrientes del nopal varían en relación con la época del año, y cambian de acuerdo con los factores ambientales a que están expuestos (suelo, precipitación pluvial, temperatura y duración del día) y son los que realmente determinan la cantidad nutricional de las plantas.

Lozano (1958), considera que el nopal es un forraje pobre en nutrientes con una digestibilidad regular, también considera que es un forraje con gran cantidad de agua y pobre en materia seca, tosco con base en el nivel de energía que se metaboliza por kilogramo de materia seca, y que su energía digestible debe considerarse en el nivel calórico de los forrajes toscos de la época de escasez como pajas, rastrojos y ensilados.

Reuelta (1963), encontró que existe variación en la digestibilidad de los nutrientes según la edad de la penca, ya que la digestibilidad de la proteína y

del extracto libre de nitrógeno disminuyen conforme avanza la edad, pero la digestibilidad de la grasa y de la fibra aumentan. Sin embargo, si se mezcla el nopal con otros productos su digestibilidad puede aumentar.

Metral (1965), citado por Flores (1977), considera que los bovinos tienen un consumo diario de nopal, cuando no se les proporciona otro forraje, de aproximadamente 60 kg. Viana (1965), por su parte, encontró que en bovinos lecheros el consumo diario de nopal es de 77.3 kg.

Se dice que los rumiantes necesitan cuatro litros de agua por kilogramo de alimento seco consumido y que la secreción láctea aumenta las necesidades de agua del animal. En los bovinos que consumen 35 kilogramos de nopal es posible suprimir por completo el agua que beben; sin embargo, Griffiths et al (1960) informan que el nopal permite a los bueyes tomar agua solo dos o tres veces por semana en el verano y una vez por semana en el invierno.

Algunos autores indican que *Opuntia ficus-indica*, en altitudes de alrededor de 1000 metros, con 150 mm de precipitación pluvial anual produce de 10 a 15 toneladas de forraje verde por año. Por su parte López et al (1977) consideran que la producción de forraje en áreas de temporal en un ecocultivo pobre puede llegar a 25 toneladas/hectárea; mientras que en un ecocultivo regular puede producir entre 50 y 75 toneladas y en nopaleras muy bien manejadas la producción de forraje puede ser de 125 toneladas anuales. Algunos autores indican que las vacas Jersey suplementadas con harinolina consumían 50,6 kg de nopal por día, mientras que las vacas Holstein consumían hasta 75 kg. al día.

Es muy importante la determinación de las cantidades o los niveles de consumo porque el ganado prospera debido a la cantidad de nutrientes que consume por unidad de tiempo y no sólo por la calidad o el contenido de los forrajes.

En cuanto a subproductos de la leche algunos autores indican que la mantequilla producida con leche de vacas alimentadas con nopal es de un bonito color oro, por lo que es más apreciada.

Aunque económicamente el nopal disminuye la producción de leche o el peso de animal, se sigue utilizando como forraje debido a dos aspectos: su costo de producción y la calidad del ganado que se origina con su consumo.

## **VENTAJAS**

Trabajos realizados por Hoffman y Darrow (1964) con nopal forrajero en la alimentación de ganado bovino y caprino plantean las siguientes ventajas:

- 1.- El nopal proporciona agua e hidratos de carbono en las épocas de intensa sequía.
- 2.- Un animal puede sobrevivir largo tiempo sin otro alimento ni agua que la que proporciona el nopal.
- 3.- El desembolso por heno es menor durante el invierno en ranchos sobrepastoreados.
- 4.- El costo de transporte de heno se reduce si el ganado consume el nopal chamuscado en el campo.

## ESPECIES Y VARIEDADES

Palomo (1963) y Rojas (1966), reportan las principales especies de nopal forrajero usadas en el norte de México; de la misma manera, Rangel (1981), CODAGEM (1979) y otros autores mencionan, en forma general, las especies usadas en México como forraje, las cuales difieren de un lugar a otro y en muchas ocasiones la misma especie es clasificada de diversas formas. Al hacer un resumen de las principales especies forrajeras se pueden incluir las siguientes:

- *Opuntia ficus-indica* (nopal de Castilla). Esta especie alcanza de 3 a 5 metros o más ; de tallo leñoso bien definido de 60 cm o más; sus artículos son oblongos hasta abovados de 30 a 60 cm de largo y de 20 a 40 cm de ancho, de color verde opaco; integran ramas de varios artículos que forman una copa muy ramosa, espinas casi siempre ausentes y cuando existen son escasas y pequeñas.
- *Opuntia megacantha* (nopal de castilla). Alcanza 5 metros o más de altura, es erecto y arbóreo con tronco cilíndrico que se vuelve leñoso con la edad; sus artículos son elípticos y abovados y a menudo oblicuos de 40 a 50 cm de largo, llegando en los grandes ejemplares de este nopal hasta 60 cm; es muy espinoso, de flores amarillas al igual que el fruto, muy jugoso y rico en azúcar.
- *Opuntia rastrera* (nopal rastrero). Especie con artículos redondeados hasta abovados, los más grandes de unos 20 cm de diámetro, formando grandes cadenas, espinas blancas con la base obscura, varias en cada areola, la más larga de 4 cm de longitud; glóquidas y flores amarillas, fruto púrpura,

ácido y abovado. Esta planta es utilizada únicamente en la alimentación del ganado.

- *Opuntia azurea*. Plantas erectas con tronco simple o ramificado desde la base, artículos orbiculares abovados de 10 a 15 cm. De color verde azulado a pálido, areolas inferiores sin espinas y las superiores llevan de una a tres, flores amarillas a oscuras, fruto globoso purpúreo, sin espinas y comestibles.
- *Opuntia lindheimeri* Planta erecta con tronco más o menos definido, de 2-4 metros de altura, artículos verdes o verde azulados, orbiculares o abovados, de 25 cm de longitud, espinas de 1 a 2, más tarde hasta 6, de 6 cm de longitud, de color amarillo pálido, a veces morenas o con la base casi negra. Flores amarillas o rojas, fruto púrpura, periforme, de 3 a 5 cm de longitud.
- *Opuntia streptacantha* (nopal cardón). Nopal corpulento, arborescente, de 5 metros de altura, con tronco de más de 65 cm de diámetro, ramoso, artículos abovados y orbiculares de 25 a 30 cm de largo, de color verde oscuro, espinas numerosas y grandes, flores amarillas y hasta anaranjadas, fruto muy succulento y con pocas semillas. El fruto de esta especie es llamado comúnmente tuna cardona.
- *Opuntia leucotricha* (nopal duraznillo). Su altura varía de 3 a 5 metros con una gran copa, sus pencas son de forma oblonga u orbicular, pubescentes, con areolas muy juntas, su color es amarillento, se ramifica mucho y llega a adquirir gran desarrollo por la cantidad de artículos y renuevos, su flor es muy grande con anchos pétalos y de color amarillo intenso y estilo rojo púrpura; fruto de 4 a 5 cm de longitud.

- *Opuntia microdasys* (nopal cegador). Plantas bajas y cespitosas que forman matorrales de 40 a 60 cm de altura, a veces arbustos bajos y muy ramosos que llegan hasta 1 metro de altura y artículos oblongos y orbiculares de 8 a 15 cm de longitud, areolas grandes, circulares y provistas de numerosas glóquidas de color amarillo oro o castaño flores amarillas, fruto globoso, rojo, oscuro con areolas numerosas con abundantes glóquidas amarillas.

### VARIEDADES

Actualmente se han encontrado algunas variedades que presentan interesante futuro como forraje para el ganado; las características que se han tomado en cuenta para tal fin son las siguientes: Precocidad de crecimiento, gran desarrollo vegetativo, artículos o pencas descubiertas o desprovistas de espinas, resistentes a plagas y enfermedades, alto valor bromatológico y que sean bien aceptadas por el ganado; esto ultimo tiene relación con el sabor de la penca, Villareal (1958).

Las principales variedades de nopal forrajero usadas son las siguientes: Rastrero (*Opuntia rastrera*), tapón (*Opuntia megacantha*), cochinerero (*Opuntia sp*), duraznillo (*Opuntia leucotricha*), cuijo (*Opuntia cantabrigiensis*), blanca mazuda (*Opuntia sp*), preseño (*Opuntia sp*) y chapeada (*Opuntia sp*). ( SAG.Dir. Gral. de Extensión agrícola, 1973).

Barrientos (1981), manifiesta que la variedad mejorada más recomendada para forraje se ha designado COPENA F-1. En las selecciones preliminares esta planta se señalo por su rápido crecimiento y ramificación;

posteriormente dentro de otras selecciones se observó que la preferían los roedores y hormigas, lo cual era un indicio de su palatabilidad.

### **FORMAS DE APROVECHAMIENTO DEL NOPAL COMO FORRAJE.**

En México, las plantaciones de nopal con fines forrajeros son bien escasas; la mayoría de las ocasiones el nopal que se utiliza proviene de nopaleras naturales. Lozano (1958), menciona las formas mas comunes de aprovechar el nopal espinoso como forraje y son las siguientes:

- De amontonar hierbas secas alrededor de la planta y prenderle fuego, lo que provoca que se acabe la planta, pues el tronco es el que soporta el fuego más intenso.
- Cortar ramas (varias pencas), chamuscarlas por ambos lados sobre fuego a base de hierbas y picarlas antes de dárselas a los animales.
- Cortar el borde de la penca donde hay más espinas y dejar que el animal haga el resto ( este método lo utilizan los pastores de cabras y borregos).
- Emplear chamuscador. Este sistema se utiliza para chamuscar en pie (San Luis Potosí ) o en pencas ya cortadas (Establos de la ciudad de Saltillo, Coah.).
- Usar picadoras de nopal. Este método se emplea mucho en los establos de Monclova y Nueva Rosita Coah.
- Cocción en calderas. Este sistema se utiliza en los Estados Unidos, no se emplea en México por el costo que implica.
- Algunos ganaderos dejan fermentar el nopal picado, con lo que se ablandan las espinas.

### **VALOR NUTRITIVO DEL NOPAL.**

El contenido nutritivo de los forrajes es el resultado de la combinación de diferentes factores, los cuales tienen una mayor o menor influencia, dependiendo de la especie que se trate, así como de las condiciones específicas de los sitios en los que se desarrollan las plantas.

Algunos autores relacionan el contenido nutritivo principalmente con aspectos genéticos relacionados con las diferentes especies, así como la variedad dentro de cada una (Demolón 1972, Beddows 1967).

Al considerar las variaciones encontradas dentro de una especie, algunos las atribuyen fundamentalmente al estado de madurez de la planta, estación del año y a la intensidad de su utilización (Cook, 1972; Short et al 1972; Morrison, 1977).

### **DIGESTIBILIDAD DEL NOPAL.**

De un alimento cualquiera, una parte es digestible y aprovechable y la otra es eliminada por las heces, es decir, indigestible, de aquí se concluye que todos los alimentos tienen diferente digestibilidad y esta se aprecia sobre todo en los vegetales con el grado de crecimiento o madurez del mismo por una parte, y por otra, la edad y especie animal que lo consuma (Flores, 1980).

Conocer la digestibilidad de un forraje es importante, por que no es proporcional al contenido de nutrientes y, en consecuencia no se puede predecir con el análisis químico. La digestibilidad es un concepto que indica la cantidad o porcentaje que de un alimento aprovecha un animal.

Las condiciones principales que afectan la digestibilidad de los forrajes son: la fecha de corte o el estado de crecimiento cuando se corta o pastorea, la oportunidad que se le da a los animales para pastoreo selectivo, el daño producido por condiciones del tiempo y el manejo de los forrajes cosechados.

Flores y Aguirre (1979), haciendo pruebas de digestibilidad con ovinos encontraron los siguientes parámetros: 60.56% para materia seca; 65.44% de materia orgánica; 63.30% para proteína cruda; 83.61% para extracto etéreo y 80.86% para extracto libre de nitrógeno, concluye el autor que los datos de coeficiente de digestibilidad son aceptables y que son semejantes a los reportados por otros autores.

Cuadro 2.1. porcentajes de digestibilidad de nopal (*Opuntia ficus-indicus*).

Especie	Materia Orgánica	Proteína cruda	Grasa cruda	Fibra	E.L.N.	Autor
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 et. al (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	Maymoney Malossini (1960)

### ANALISIS BROMATOLOGICO

El análisis quimicobromatológico es un factor esencial para valorar el poder nutritivo de un alimento, así como su poder productivo, pues se determina mediante él cuantitativamente, los principios inmediatos que lo constituyen, dichos principios inmediatos son: agua, materia seca, cenizas, proteína cruda, grasa cruda, fibra cruda y E.L.N (Flores, 1980).

Se llaman principios inmediatos por ser los primeros en identificarse en los procesos de desintegración analítica en el laboratorio. En las distintas etapas de dicha desintegración se utiliza perfectamente agentes físicos como el calor, la disolución, la filtración, la destilación, entre otros, métodos que se utilizan en el análisis de los alimentos, suelos y aguas, pero principalmente en los alimentos ya sean de origen animal o vegetal.

Todos los alimentos están constituidos por dos componentes fundamentales que son: el agua y la materia seca; es decir, a la muestra a que se ha extraído el agua por la acción del calor.

Los diversos análisis efectuados en el nopal, indican que la composición química de las pencas es casi la misma para un gran número de variedades conocidas. No es un alimento muy nutritivo, pero su falta de materias alimenticias ricas quedan ampliamente compensadas por la succulencia que tiene, lo que lo hace ser ventajoso como forraje de invierno en los climas áridos y extremos (Blanco, 1957).

Flores (1977), reporta que el nopal es usado cuando hay una sequía y no hay disponibilidad de forraje verde para el ganado, así pues, se aprovecha en sus mejores condiciones ya que es cuando tienen su menor porcentaje de agua. Se ha observado que el contenido de proteína tiende a disminuir conforme se incrementa la edad de las pencas, mientras que la fibra se comporta en forma contraria, es decir, tiende a incrementar conforme a la edad de la penca es mayor (Bazán, 1968).

Flores y Bauer (1977), presentan el análisis bromatológico de diferentes especies de nopal, el cual se presenta en el siguiente cuadro (citado por Flores y Aguirre, 1992).

Cuadro 2.2 Análisis bromatológico de diferentes especies de nopal, expresadas en porcentajes en base a materia seca.

Variedad	Materia seca	Materia organica	Proteina cruda	Grasa cruda	Fibra	Cenizas	E. L. N.
Opuntia leucotricha	4.10	74.00	7.56	2.66	14.00	26.00	49.78
Opuntia streptacantha	6.10	79.38	3.17	1.99	18.88	20.62	55.34
Opuntia rastrera	14.41	59.89	2.78	0.76	6.18	40.11	43.23
Opuntia robusta	10.38	81.41	4.43	1.73	17.63	18.59	57.61
Opuntia megacantha	10.12	74.51	7.71	1.38	3.75	25.44	68.87
Opuntia ficus-indica	11.29	86.93	3.80	1.38	7.62	13.07	74.13

Según los reportes de este análisis bromatológico, la variabilidad de los valores de los principios inmediatos es muy alta. Así, por ejemplo, el porcentaje de proteína varió desde 2.78 para *Opuntia rastrera* hasta 7.71 para *Opuntia megacantha*.

También los resultados varían, sobre todo en contenido de humedad lo cual está fuertemente ligado a la humedad que la planta tenía antes de cortarse.

## **PRODUCCION DE LECHE CON NOPAL.**

Dávila (1967), alimentó vacas lecheras Holstein probando las siguientes dietas: Testigo: concentrado + nopal ; grupo 1: concentrado + alfalfa achicalada; grupo 2: concentrado + heno de avena. La producción de leche fue de 11.09, 11.90 y 11.02 litros por día para el testigo, grupo 1 y grupo 2 respectivamente, no encontrando diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, la ración que contenía nopal fue mas barata (\$6.62), en la de alfalfa (\$10.25) y avena (\$10.05), concluyendo que la alfalfa a pesar que produjo más leche encareció los costos.

Signore (1964), al comparar el nopal como fuente de forraje con alfalfa verde o achicalada, en raciones de vacas lecheras, encontró mayor producción de leche diaria (11.47 kg.) en vacas alimentadas con alfalfa achicalada; que en vacas alimentadas con alfalfa verde (10.07 kg) y que vacas alimentadas con nopal (9.27 kg). Sin embargo, desde el punto de vista económico la dieta que contenía nopal fue la mas barata.

En otro experimento, al alimentar vacas de remplazo con peso promedio de 300 kg. con una dieta que contenía 5 Kg. de paja de trigo; 5 kg. de heno de pasto y 10 kg. de nopal y vacas con peso de 500 kg. con otra dieta conteniendo 10 kg. de paja de trigo; 5 kg. de heno de pasto y 30 kg. de nopal, no observaron problemas gastrointestinales en las vacas presentando un estado de salud nutricional óptimo.

Con el objeto de mejorar la calidad proteica del nopal, Adame (1965), utilizo urea en solución para asperjar el nopal, con el fin de aumentar el nivel de

proteína cruda y la digestibilidad de la celulosa; concluye que no hubo diferencias significativas en cuanto a la producción de leche y porcentaje de grasa, obteniéndose del grupo testigo 9.56 kg. de leche, y en el nopal asperjado 9.54 kg. ; en cuanto al porcentaje de grasa se obtuvo 3.11% en el testigo y 3.18 para el grupo de nopal asperjado.

Sampayo (1971), no encontró diferencias significativas en la producción láctea, cuando agrego 0,10 y 30 kg. de nopal verde en la alimentación de vacas Holstein, pero cuando las vacas consumen 50 kg. de nopal verde decrementa la producción de leche y el porcentaje de grasa en la misma.

## **PROCEDIMIENTO DE COSECHA Y MANEJO DEL NOPAL**

### **FORRAJERO**

La mayoría de los estableros compran el nopal a gentes que se dedican a esta actividad, sin embargo, existen tres formas de proveerse de este forraje: 1).- estableros que cuentan con vehículo propio y que realizan los viajes de acuerdo a su necesidad. 2).- los que lo compran a personas que se dedican a esta actividad. Y 3).- los que cuentan con pequeñas plantaciones en huertas cercanas a sus establos.

Descripción de las actividades que realizan las personas que se dedican a la cosecha de nopal forrajero en ecosistemas naturales. Generalmente estas personas investigan dónde existen las mejores nopaleras naturales que faciliten la cosecha en poco tiempo, visitan al dueño del predio que generalmente les vende el viaje en \$1500,00, una vez localizado el predio y contratada la zona de cosecha, el dueño del camión se pone de acuerdo con varios campesinos (tres

a cinco), los cuales viven por la ruta y son los que lo ayudan a cosechar el forraje. Las actividades que realizan en un viaje, son las siguientes (López, 2000)

- a) .- El camión sale de la Ciudad de Saltillo Coah., entre cuatro y cinco de la mañana, generalmente van el chofer y un ayudante.
- b) .- Pasan al ejido o rancho a recoger los campesinos que le van a ayudar a cosechar el nopal. Generalmente de tres a cuatro personas.
- c) .- Llegada al predio y selección del sitio de cosecha.
- d) .- Cosecha del nopal forrajero (generalmente participan el chofer, dos cortadores, un recogedor que lo sube al camión y un acomodador).
- e) .- Esta actividad la terminan aproximadamente a las 11:00 a.m.
- f) .- Se van a desayunar en algunos de los restaurantes que están en el trayecto.
- g) .- Llegada a la Ciudad entre 1:00 y 2:00 p.m.
- h) .- Entrega del nopal en el establo. (generalmente el viaje ya lo tienen vendido, pero suele suceder que no lo esté, entonces se estacionan en un lugar determinado y ahí llegan los compradores).
- i) .- El nopal es descargado por el vendedor, el cual es amontonado para que no se deshidrate.
- j) .- El nopal que se utiliza diariamente es separado del montón y chamuscado.
- k) .- El chamuscado de la penca se efectúa con quemadoras de gas o de petróleo.

- l) .- Una vez chamuscado el nopal es trasladado a los comederos donde es picado.
- m) .- El nopal generalmente se les da después de la ordeña de la mañana.
- n) .- Los estableros procuran que el nopal cosechado no dure más de una semana ya que éste se deshidrata, o cuando está succulento puede fermentarse o podrirse y provocar diarrea a las vacas.

Comunicación personal. Ing. Juan José López González. Resultados Tesis Doctorado.(Inéditos).

### **DESCRIPCION DEL SITIO DE EXTRACCION DEL NOPAL FORRAJERO**

El nopal se extrae del Ejido Las Liebres, municipio de Parras de la Fuente, Coahuila; que se localiza a 25° 47' 44" de Latitud Norte, y a 101° 57' 05" de Longitud Oeste, a una Altitud de 1130 metros (SPP-INEGI.1983) El clima que prevalece es BWhx'(e), seco extremoso, semicálido con inviernos frescos y una temperatura media anual de 21.2°C, la precipitación pluvial media anual es de 326.8mm con lluvias poco frecuentes pero intensas. (García,1973).

CETENAL (1975) caracteriza los suelos de origen aluvial, con pendientes menores de 8%, presentando tipos de suelos como: xerosolcálcico y yermosol moderadamente salinos, de textura media, con erosión hídrica leve. Con una vegetación predominante de matorral inerme crasirosulifolio espinoso, y presenta un uso potencial pecuario-forestal, así como de vida silvestre teniendo como factor limitante el clima. La vegetación prevaleciente la compone un matorral subinerme con nopaleras, predominando *Opuntia rastrera*; la posición fisiográfica es un valle.

## CARACTERISTICAS DEL SITIO DE EXTRACCION

FITOCENOSIS.- Está formada por un matorral crasicaule, dominando *Opuntia rastrera*, *Opuntia mycrodasis*, *Opuntia imbricata*, *Larrea tridentata* y *Jatropfa dioica*.

ZOOCENOSIS.- Fauna silvestre común de la zona y especies domésticas que utilizan en campo en pastoreo continuo.

EDAFOTOPO.- De los 0 a 15 centímetros presentan poca materia orgánica, las raíces de las plantas de hasta 5 metros de profundidad, no presenta piedra ni grava, suelos muy erosionados por factores eólicos e hídricos.

USO.- Extracción de fibras, candelilla y nopal forrajero. Ganadería extensiva de bovinos y caprinos.

HISTORIA DEL USO.- Lo cosechan de poblaciones naturales de nopales, candelilla y lechuguilla.

SINTOMAS GENERALES.- Sobre utilizado, con una fuerte erosión por el mal manejo de este ecosistema.

Para el acceso a la localidad se toma la carretera Saltillo-torreón hasta la altura del kilómetro 90, donde se toma la brecha a estación Marte, rumbo a las Coloradas hasta el kilómetro 20, donde hay un camino de terracería a mano izquierda, el cual hay que seguir 10 kilómetros para llegar al área en cuestión.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Descripción general y localización del área de estudio**

El presente trabajo se llevó a cabo en la región Sureste del estado de Coahuila, dentro del municipio de Saltillo, considerando a ésta como un área en la que el nopal es intensamente utilizado por los ganaderos con fines alimenticios en los hatos lecheros, al grado que se ha vuelto uno de los forrajes más apreciados por su potencial productivo, por lo que dichos ganaderos han encontrado en esta planta un recurso forrajero muy bien aprovechable.

El área de estudio se localiza en la periferia de la Ciudad de Saltillo, con una altitud de 1743 metros, comprendida entre los paralelos 25° 22' de Latitud Norte y los meridianos 101° 22' de Longitud Oeste; la precipitación pluvial es de 460.3 mm; con una mayor incidencia en los meses de junio julio y agosto; la temperatura media anual es de 19.8°C, mientras que en los meses de diciembre y enero se registran las temperaturas más bajas variando de 7 a 11°C, presentándose heladas regulares durante los meses de enero, febrero y marzo. El clima de la región se designa Bwhw”(e) de acuerdo al sistema de clasificación de Koppen que corresponde al muy árido, semicálido con precipitación pluvial en verano y un invierno seco. (Depto. De Agrometeorología dela UAAAN, 1996).

## **SELECCIÓN DE LOS ESTABLOS**

Se seleccionaron dos establos lecheros que se encuentran en la periferia de la ciudad de Saltillo; el primero de ellos presenta características rústicas en el que el grado de tecnificación es muy bajo.

El segundo establo seleccionado presenta características de tecnificación con el propósito de comparar cada uno de los parámetros dentro del proceso productivo. Dicho establo se encuentra ubicado dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coah.

## **METODOLOGÍA**

La metodología que se siguió en el presente trabajo fue con el propósito de medir y evaluar los parámetros de los dos establos lecheros con características diferentes, tomando como base los objetivos planteados para este estudio. Para tal estudio se dividieron a los establos de la siguiente forma:

ESTABLO LECHERO NUMERO UNO. Rústico, basado en una dieta con forrajes como la alfalfa, paja de avena, concentrado comercial y nopal forrajero.

ESTABLO LECHERO NUMERO DOS. Con tecnología, utilizando para su alimentación la alfalfa, paja de avena, ensilaje de maíz y alimento concentrado.

Los criterios que se consideraron para este trabajo son los siguientes:

- 1.- Características de la dieta
- 2.- Características y evaluación del nopal utilizado
- 3.- Producción y calidad de la leche
- 4.- Costos de producción

5.- Comercialización de la leche.

### **DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES**

Para el desarrollo del presente estudio se realizaron encuestas en las que se muestran las diferentes actividades dentro del proceso de producción de los establos en cuestión.

### **ENCUESTA DEL ESTABLO LECHERO NUMERO UNO QUE UTILIZA NOPAL FORRAJERO(*Opuntia rastrera*) EN SU RACION**

#### **I.- DATOS GENERALES**

Propietario: Sra. Angélica Salas

Ubicación: Carretera Saltillo-Arteaga, km.1.5, Col. San Jorge, Saltillo, Coahuila.

Propósito: Producción de leche.

Tipo de ganado: Holstein.

#### **II.-DESCRIPCION GENERAL.**

a).- Características del establo.- Este establo es de tipo rústico, es decir; se ha acondicionado con materiales de uso común. Los postes de los corrales son de madera(durmientes); las cercas también son de madera con refuerzos en algunos lados con postes de metal, alambre de acero y utilizando “tarimas” de madera para la división de éstos. La bodega de usos múltiples comúnmente conocida como “tejabán” es de paredes de adobe con postes de madera y el techo de lámina galvanizada. No cuenta con sala de ordeña, para esto solo se amarra la vaca en determinado lugar destinado para esta labor, los pisos son

de tierra, comederos de cemento y madera y los bebederos acondicionados con láminas de tanques de 200 litros.

b).- Otras actividades: Ninguna.

c).- Producción de leche.

1.- Más alta: 36,0 litros por vaca por día

2.- Más baja: 5.0 litros por vaca por día

3.- Promedio: 20.5 litros por vaca por día

d).- Composición del hato.

1.- Número total 57

2.- Vacas lactando 43

3.- Vacas secas 4

4.- Vaquillas de remplazo 7

5.- Número de sementales 1

6.- Becerras menores de un año 2

7.- Becerros: ninguno.

e).- Tipo de alojamiento: Rústico.

### III.- CARACTERISTICAS DE LA DIETA

A.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA DIETA: La dieta que se maneja en este establo se basa en forrajes principalmente; siendo éstos la alfalfa, paja de avena, alimento balanceado comercial y nopal.

1.- Alimentación invierno-primavera: Alfalfa, avena, concentrado comercial y nopal.

2.- Alimentación verano-otoño: Alfalfa, avena, concentrado comercial y nopal.

3.- Nopal ofrecido : 2000 kilogramos por día

4.- Alimento ofrecido: 280 kilogramos por día

5.- Alfalfa ofrecida: 325 kilogramos por día

6.- Avena ofrecida: 100 kilogramos por día

7.- Ensilaje ofrecido: 0 kilogramos

8.- Suplementación mineral

#### IV.- CARACTERISTICAS DE LA SALA DE ORDEÑA

##### A.- DESCRIPCION GENERAL.

No se cuenta con una sala especial para esta labor, realizándose en un lugar en el que se acondiciona con un comedero para dar alimento mientras se ordeña y ese sitio es el que siempre se va a destinar para esto y es a las orillas del corral.

1.- Tipo: Rústica

2.- Mecanización: Ninguna

##### B.- PROCEDIMIENTO DE LA ORDEÑA

1.- Frecuencia de la ordeña: 2 veces por día

2.- Tiempo de ordeña por vaca: 6 minutos

3.- Número de ordeñadores: 4

4.- Sistema de ordeña: Manual

##### V.- CONTROL DE ENFERMEDADES

No se cuenta con ningún sistema que permita detectar enfermedades y obviamente no hay ningún programa sanitario al respecto; salvo algún caso grave es cuando el veterinario realiza la visita al establo y es a petición del mismo productor.

## VI.- CARACTERISTICAS NUTRICIONALES DE LA LECHE

- 1.- Por ciento de grasa: 3.55
- 2.- Por ciento de proteína: 3.60
- 3.- Por ciento de sólidos no grasos: 8.00

## VII.- VENTA DE LA LECHE

- 1.- ¿A quién le vende? : Empresa de lácteos NORMEX
- 2.- ¿Cuántos litros en promedio?: 750 litros por día
- 3.- ¿A cómo se vende?: \$2.70 por litro

## VIII.- INFORMACION DEL NOPAL UTILIZADO

- 1.- Variedad: Nopal rastrero ( *Opuntia rastrera*)
- 2.- Procedencia: Ejido Las Liebres, Mpio. Parras de la Fuente, Coah.
- 3.- Cantidad de compra: 14 toneladas por semana
- 4.-Costo del nopal: \$150.00 la tonelada
- 5.- Forma de cosecha: Manual
- 6.-Manejo: Manual.

## **ENCUESTA DEL ESTABLO LECHERO NUMERO DOS (TECNIFICADO)**

### **DONDE SE EXCLUYE EL NOPAL COMO FORRAJE.-**

#### I.-DATOS GENERALES

Propietario: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Ubicación: Se encuentra dentro de las instalaciones de la Universidad, en Buenavista, Saltillo a 7 kilómetros al sur de esta Ciudad.

Propósito: Producción de leche

Tipo de ganado: Holstein

## II.- DESCRIPCION GENERAL

a).- Características del establo.- Tecnificado, Cuenta con una sala de ordeña mecanizada con una capacidad para seis vacas en un mismo tiempo de ordeña, tanque de recepción de la leche con equipo especializado; corrales metálicos con pisos de tierra, los corrales de manejo tienen pisos de cemento y con los accesorios necesarios para dicho manejo tales como: trampa para palpación, vacunación, descorne, etc. Cuenta con una báscula con una capacidad de 1500 kg., comederos y bebederos de concreto, sombreaderos metálicos con techos de lámina galvanizada, las construcciones para la sala de ordeña, oficina, cuarto de maquinaria y sala de espera son de concreto y tubería metálica, además los techos son también de lámina galvanizada. Cuenta con dos bodegas para almacenar forrajes y un silo con capacidad para 120 toneladas. Este establo tiene todo un equipo especializado para la elaboración de alimento balanceado como son molinos, revolvedoras, básculas y tolvas de recepción. Se tiene también un equipo eficiente de suministro de agua para la limpieza general de las instalaciones, además de una buena red de suministro de energía eléctrica.

b).- Otras actividades: Ninguna

c).- Producción de leche:

1.- Más alta: 43.2 litros por vaca por día

2.- Más baja: 3.8 litros por vaca por día

3.-Promedio: 23.5 por vaca por día

d).- Composición del hato:

- 1.- Número total 204
- 2.- Vacas lactando 106
- 3.- Vacas secas 22
- 4.- Vaquillas de reemplazo 55
- 5.- Número de sementales 1
- 6.- Becerras menores de un año 20
- 7.- Becerros 0

e).- Tipo de alojamiento: Tecnificado

### III.- CARACTERISTICAS DE LA DIETA

A).-CARACTERISTICAS GENERALES DE LA DIETA. La dieta que se les suministra durante todo el año es a base de forraje de alfalfa, paja de avena y silo de maíz, además se les da alimento balanceado.

- 1.- Alimentación en invierno-primavera: forraje + concentrado
- 2.- Alimentación verano-otoño: forraje + concentrado
- 3.- Nopal ofrecido: 0 kg.
- 4.- Concentrado ofrecido: 1040 kg por día
- 5.- Alfalfa ofrecida: 1700 kg por día
- 6.- Avena ofrecida. 150 kg por día
- 7.- Ensilaje ofrecido: 1000 kg por día
- 8.- Suplementación mineral: 0 kg

### IV.- CARACTERISTICAS DE LA SALA DE ORDEÑA

A.- DESCRIPCION GENERAL.- Cuenta con una capacidad para seis vacas en un mismo tiempo de ordeña con dimensiones de 6 por 13 metros

aproximadamente con una sala de espera de las mismas dimensiones, esta sala está acondicionada para tal efecto, bomba de vacío, tuberías metálicas de conducción para leche y agua, tanque enfriador y motor eléctrico como fuente de energía con una potencia de 60 caballos de fuerza, los techos y paredes son de concreto y lámina galvanizada, comederos individuales metálicos, cada compartimento está equipado para el suministro de agua para limpieza de ubres y sellador antiséptico (yodo) para los pezones después de cada ordeña.

1.-Tipo: Espina de pescado con motor eléctrico de 60 hp.

2.-Tamaño: 13 por 6 metros cuadrados

3.-Mecanización: Sí cuenta con ella.

#### B.- PROCEDIMIENTO DE LA ORDEÑA

1.- Frecuencia de ordeña: dos veces por día

2- Tiempo de ordeña por vaca: tres minutos

3- Número de ordeñadores: cuatro

4.- Sistema de ordeña: Mecánico.

#### V.- CONTROL DE ENFERMEDADES

##### 1.- Mastitis

-Detección.- Por el manejo diario de las vacas se puede detectar con rapidez la presencia de algún síntoma característico de la mastitis

-Control.- Se procede a la curación total y se aplica Emicina\* cuya dosis varia de acuerdo al grado de enfermedad del animal.

2.- Control de enfermedades reproductivas. Cuando se presentan partos difíciles éstos son atendidos en su momento.

3.- Control de enfermedades metabólicas. Comúnmente se presentan diarreas mecánicas y neumonías. Cuando se presentan diarreas infecciosas son tratadas con Discural\*.

4.-Veterinario.- Los casos que se tengan que tratar cuando se presenta algún problema patológico son resueltos por el mismo encargado del establo.

\*Medicamento comercial.

#### VI.- CARACTERISTICAS NUTRICIONALES DE LA LECHE

1.-Por ciento de grasa: 3.46

2.-Por ciento de proteína: 3.06

3.-Por ciento de sólidos no grasos: 7.25

#### VII.- VENTA DE LA LECHE

1.-¿ A quién se la vende? A la empresa de lácteos NORMEX

2.-¿ Cuántos litros en promedio? 2457 litros por día

3.- Precio de venta: \$ 2.70 por litro.

A continuación se anexan las diferentes encuestas con sus respectivas características de producción.( López, 1999 ).

### **PARÁMETROS DE MEDICION**

De acuerdo a los parámetros de medición se procedió a evaluar los distintos parámetros considerados para cada uno de los establos en estudio.

#### **ESTABLO NUMERO UNO**

##### 1.- CARACTERÍSTICAS DE LA DIETA

En este establo la dieta de los animales se basa en alimento concentrado comercial, heno de alfalfa, paja de avena y nopal.

En este establo todas las vacas están confinadas en un solo corral, por lo que para los diferentes parámetros de estudio se tomará como promedio los diferentes resultados que se obtengan. A continuación se muestran los promedios de consumo para el establo número uno.

**Cuadro 3.1. Consumo promedio diario en el establo número uno**

Ingrediente	No. Total de vacas	Consumo total diario (Kgs.)	Consumo por vaca/día (Kgs.)
Paja de avena	57	100	1.75
Alimento concentrado comercial	57	280	4.91
Heno de alfalfa	57	325	5.70
Nopal	57	2000	35.08
Total	57	2705	47.44

## 2.- CARACTERÍSTICAS DEL NOPAL UTILIZADO

Para este criterio tomaremos en consideración al establo número uno por ser éste en el cual se utiliza el nopal además de los otros forrajes mencionados en la alimentación del ganado.

Las especie utilizadas son extraídas de las nopaleras naturales y las características tomadas en cuenta para su elección son las siguientes: crecimiento rápido, el tamaño de las pencas son aceptables y con pocas espinas, y algo muy importante de tomar en cuenta es que el animal tiene gran preferencia por este tipo de plantas; además estas plantas resisten bien las heladas y las sequías. ( Villarreal, 1958 ).

El mismo autor menciona que las variedades que se consumen son nativas y no han tenido ningún tipo de mejoramiento, entre las que encontramos al nopal rastrero (*Opuntia rastrera*), nopal cardón (*Opuntia streptacantha*), nopalduraznillo (*Opuntia leucotricha*), nopal cacapano (*Opuntia lindehimeri*) y nopal coyotillo (*Opuntia azurea*).

De estas variedades la que más se utiliza para la alimentación del ganado es el nopal rastrero (*Opuntia rastrera*), por su potencial productivo que se refleja en el rápido crecimiento; además porque su fruto no es apreciado para consumo humano como lo podría ser alguna otra variedad que también tenga uso forrajero, por lo que se utiliza exclusivamente para la alimentación del ganado.

La composición química de los forrajes juega un papel muy importante dentro de la dieta para animales en producción por lo que es evidente que de acuerdo a sus características nutritivas va a ser el grado de aprovechamiento por el organismo que lo consume.

Con el propósito de conocer las propiedades cualitativas del nopal utilizado se realizó una evaluación analítica de laboratorio la cual se muestra a continuación.

Análisis bromatológico del nopal rastrero (*Opuntia rastrera*) expresado en porcentaje en base a materia seca.

Humedad	92.87%
Materia seca	7.13%
Proteína cruda	5.37%
Grasa cruda	2.02%
ADF (Fibra Ácido Detergente)	-20.82%
NDF (Fibra Neutra Detergente)	43.40%
Cenizas	21.03%

### 3.- PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE

#### a).-Producción de leche.

Dentro de cualquier sistema productivo es importante es importante conocer la cantidad de producto así como su calidad, ya que de estos parámetros va a depender de el buen funcionamiento del mismo, de tal manera que para el presente estudio y de acuerdo a este criterio se cuantifico y evaluó dichos parámetros.

Para llevar acabo dicho estudio, se realizaron seis lecturas de producción en las que se obtuvieron los resultados que a continuación se expresan en el cuadro siguiente:

Cuadro 3.2. Promedio de producción diario de leche en el establo No. 1

No. de vacas en producción	Fecha de lectura(lts)	Primera ordeña(lts)	Segunda ordeña(lts)	Total	Producción promedio /vaca
43	01-sept-'99	420	370	790	18.37
43	15-sept-'99	435	305	740	17.20
43	30-sept-'99	430	340	770	17.90
43	15-oct-'99	446	339	785	18.25
43	31-oct-'99	428	392	720	16.74
43	15-nov-'99	410	390	700	16.27
Total		2,169	1,936	4,505	X = 17.45

b).- Calidad de la leche.

Asimismo, se tomaron igual número de muestras para analizar la composición química de la leche y sus características, ya que influye de manera directa en la alimentación y es ésta la que le confiere a la leche su calidad.

Dichas características se muestran a continuación:

Cuadro 3.3. Características nutricionales y composición química de la leche de vacas que consumen nopal en su dieta expresadas en porcentaje.

Composición química	Numero de muestras tomadas						
	1	2	3	4	5	6	X
Agua	86.75	86.25	85.85	86.85	85.75	86.75	86.36
Acidez*	0.16°D	0.19°D	0.17°D	0.17°D	0.17°D	0.17°D	0.17°D
Grasa	3.30	3.30	4.00	3.30	4.10	3.30	3.55
Proteínas	3.80	3.60	3.60	3.60	3.60	3.40	3.60
Caseína	2.70	2.90	2.90	2.90	2.90	2.70	2.80
Lactosa	2.65	3.15	2.85	2.85	2.85	3.05	2.90
Cenizas	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Sólidos totales	13.25	13.75	14.15	13.45	14.25	13.25	13.68

\* La acidez se refiere a la cantidad de ácido láctico presente y se mide en grados Dornic (°D)

#### 4.- COSTOS DE PRODUCCIÓN

Dentro de todo proceso productivo se contempla una serie de eventos y estrategias que repercuten en la producción, lo que implica un aporte económico para suministrar recursos destinados a eficientar el proceso, esperando obtener excedentes. Dichos recursos generan lo que se conocen como costos de producción, es decir, cuánto capital se invierte para obtener un producto determinado.

**Cuadro 3.4. Consumo diario y precio de cada ingrediente en la dieta de vacas en producción del establo número uno.**

Ingrediente	No. vacas en producción	Consumo total/día (Kg.)	Consumo por vaca/día (Kg.)	Precio por kg. \$	Costo total/día	Costo por vaca/día (\$)
Paja de avena	43	75.43	1.75	1.28	96.55	2.24
Alimento concentrado comercial	43	211.22	4.91	1.65	348.51	8.10
Heno de alfalfa	43	245.17	5.70	1.60	392.17	9.12
Nopal	43	1508.77	35.08	0.65	226.20	5.26

Tomando en cuenta los datos de este establo con 43 vacas en producción y un promedio diario de 750 litros se obtuvieron los siguientes resultados.

#### EGRESOS DIARIOS

##### I.- ALIMENTACIÓN

- 1.- Alfalfa            325 Kg.    \$1.60/Kg.=\$520.00/día
- 2.-Nopal            2000Kg.   \$0.15/Kg.=\$300.00/día
- 3.-Avena            100Kg     \$1.28/Kg =\$128.00/día
- 4.- Concentrado   280Kg     \$1.65/Kg.=\$462.00/día

Total por concepto de alimentación = \$1,410.00

##### II.- COMPRA DE REPLAZOS

2 vacas por año a un precio de \$ 4,000.00 cada una.

Por este concepto se tiene un costo de \$8,000.00 al año por lo que corresponde un valor de \$ 21.90 por día.

### III.- MANO DE OBRA

En este establo laboran cuatro personas que son las encargadas de hacer todos los trabajos como son ordeñar, picar y chamuscar el nopal y distribuir el alimento. Cada una de estas personas perciben un salario de \$400.00 por semana, teniendo un costo total de \$1,600.00, por lo que el costo diario es de \$ 228.57.

### IV.- COMBUSTIBLE

Para chamuscar el nopal que se ha de suministrar al ganado se utiliza el gas butano el cual se adquiere a un precio de \$ 3.60 por kilogramo, teniendo un gasto de cuatro kilogramos por día, por lo que el costo por éste es de \$14.40.

### V.- MEDICAMENTOS, M.V.Z., INSEMINACION ARTIFICIAL

M.V.Z.- (Medicamentos) Realiza la visita cada mes, por esto se tiene un costo de \$ 200.00, por lo que diariamente se paga un costo de \$ 6.60

I.A. Se utilizan aproximadamente 35 dosis por año a un precio de \$ 150.00 cada una. El costo diario corresponde a \$ 14.38. Por estos dos conceptos se tiene un costo total de \$ 21.83 por día.

### VI.-CONSTRUCCIONES, INSTALACIONES Y EQUIPO

En la cuantificación de los costos por estos conceptos se estimaron los precios de cada uno y se tiene de esto un costo total de \$ 21.83 por día.

### INGRESOS DIARIOS

Vacas lactando 43

Promedio de producción diario del hato 750 litros

Precio de venta por litro \$ 2.70

I.-VENTA DE LECHE \$ 2,025.00

II.- VENTA DE CRIAS ( se venden todas )           \$   65.70

III.- VENTA DE VACAS DE DESECHO                 \$   45.10

#### RESUMEN DE EGRESOS DIARIOS

Alimentación   \$ 1,410.00

Compra de remplazos                               \$   54.80

Mano de obra   \$   228.57

Construcciones, instalaciones y equipo       \$   21.83

Combustible (gas)                                 \$   14.40

Medicamentos,M.V.Z.,I.A.                       \$   21.04

TOTAL   \$ 1,750.00

#### RESUMEN DE INGRESOS DIARIOS

Venta de leche                                      \$ 2,025.00

Venta de crías                                       \$   65.70

Venta de vacas                                     \$   43.10

TOTAL    \$ 2,133.80

### **ESTABLO LECHERO NUMERO DOS**

#### 1.- CARACTERÍSTICAS DE LADIETA

La dieta consiste en forrajes como el heno de alfalfa, ensilado de maíz, paja de avena y alimento concentrado. Este último es elaborado en el mismo establo, ya que se cuenta con el equipo necesario para tal propósito. De acuerdo a este se muestran a continuación los ingredientes, cantidades y precios de los mismos para elaborar dicho alimento en el cuadro siguiente.

**Cuadro 3.5. Cantidad total de ingredientes y su valor (\$), necesarios para elaborar una tonelada de alimento concentrado en el establo No.2.**

INGREDIENTE	CANTIDAD (KG)	PRECIO/KG	PRECIO/TON (\$)
Sorgo grano	600	1.20	720.00
Salvadillo	160	1.20	192.00
Harinolina	170	1.80	306.00
Soya	30	2.20	66.00
Suplemento Lechero	30	2.80	84.00
Carbonato de calcio	10	0.90	9.00
Total	1000		1,377.00

Respecto al consumo de alimento nos basamos en la ración diaria por corral, considerando el número de vacas por cada uno y la etapa de producción, para esto se dividen en cuatro corrales .como se muestra a continuación:

**Cuadro 3.6. Consumo promedio de alimento por día (kg), en el establo lechero No.2.**

No. corral	No. vacas en producción	Alimento concentrado	Heno de alfalfa	Paja de Avena	Ensilado de maíz	Consumo total por corral	Consumo promedio por vaca
1	28	320	450	25	250	1045	37.23
2	30	320	425	25	250	1020	34.00
3	28	240	425	50	250	965	34.46
4	20	160	400	50	250	860	43.00
Total	106	1040	1700	150	1000	3890	X=37.19

Ahora bien, para saber cuántos kilogramos de cada ingrediente consume cada uno de los animales se tienen los siguientes datos de acuerdo al cuadro anterior.

**Cuadro 3.7. Consumo promedio diario por vaca de cada ingrediente de la dieta en le establo No.2 (kg).**

No. De corral	concentrado	Heno de alfalfa	Paja de avena	Ensilado de maíz
1	11.42	16.07	0.87	8.90
2	10.66	14.16	0.83	8.30
3	8.57	15.17	1.78	8.90
4	8.00	20.00	2.50	12.50

En este cuadro se muestra que la cantidad de alimento concentrado disminuye y los otros forrajes tienden a aumentar a medida que se acercan a la etapa de secado, esto es, en el corral uno están las más productivas y cuando llegan al corral cuatro indica que se acercan al final de la lactancia.

## 2.- PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE

### a).- Producción de leche.

De la misma manera que en el establo número uno se llevó a cabo la medición de la producción diaria de leche y se obtuvieron los siguientes resultados según las fechas establecidas para tal fin.

**Cuadro3.8. Promedio de producción de leche diaria en el establo número dos.**

No. de vacas en producción	Fecha de lectura(lts)	Primera ordeña(lts)	Segunda ordeña(lts)	Total	Producción promedio /vaca
106	01-sept-'99	1617.60	1143.80	2761.40	26.05
108	15-sept-'99	1479.40	959.80	2439.20	22.58
103	30-sept-'99	1464.40	973.70	2438.10	23.67
104	15-oct-'99	1366.80	969.60	2336.40	22.46
112	31-oct-'99	1392.70	1047.20	2439.90	21.78
106	15-nov-'99	1415.10	914.20	2329.30	21.97
Total		$\Sigma$ 8,736.00	$\Sigma$ 6,008.30	$\Sigma$ 14,744	X=23.08

b).-Calidad de la leche.

Se tomaron seis muestras de leche y se analizaron para conocer sus características nutricionales y composición química.

**Cuadro 3.9. Características nutricionales y composición química de la leche del establo número dos expresada en porcentaje.**

Composición química	Número de muestras tomadas						
	1	2	3	4	5	6	X
Agua	86.85	86.85	86.85	86.85	86.65	87.05	86.85
Acidez*	0.16	0.18	0.39	0.16	0.42	3.17	0.24
Grasa	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.30	3.46
Proteínas	3.00	3.50	3.20	3.00	3.20	3.00	3.06
Caseína	2.40	2.40	2.60	2.40	2.60	2.40	2.46
Lactosa	3.45	3.45	3.25	3.45	3.25	3.45	3.38
Cenizas	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Sólidos totales	13.15	13.15	13.15	13.15	13.35	12.95	13.15

La diferencia en la composición de la leche de una muestra a otra es variable, ya que fueron promediadas en la mezcla total para su análisis y tomadas en diferentes tiempos.

#### COSTOS DE PRODUCCIÓN

En este establo se procedió de la misma manera que en el primero en la toma de datos para conocer los costos de producción que se generan en el proceso productivo, para tal criterio se muestra a continuación cada una de las variables tomadas en diferentes tiempos.

**Cuadro 3.10. Cantidad de ingredientes y valor de la ración diaria en 106 vacas en producción en el establo lechero No.2.**

Concepto	Consumo diario por vaca	Precio por kg. de ingrediente	Costo de alimentación por vaca/día	Costo total (\$)
Alfalfa	16.03	1.40	22.44	2378.64
Paja de avena	1.41	1.00	1.41	149.46
Ensilado de maíz	9.43	0.37	3.48	368.88
Concentrado	9.81	1.37	13.43	1423.38
Total	36.68		40.76	4320.56

Vacas en producción 106

Producción diaria 2457 litros

#### EGRESOS

##### I.- ALIMENTACIÓN(COSTOS DIARIOS)

Alfalfa	1700 kg.	\$1.40 /kg.	\$2,380.00
Avena	150 kg	\$ 1.00/kg.	\$ 150.00
Ensilado de maíz	1000 kg	\$0.37/ kg.	\$ 370.00
Concentrado*	1040 kg	\$1.37/kg.	\$1,425.00
TOTAL			\$4,325.00

##### II.- REMPLAZOS

Los reemplazos son del mismo establos y son aproximadamente 19 vacas por año. El costo de crianza es de \$ 5,000.00 por cada una. Por este concepto se tiene \$ 95,000.00 al año, por lo que diariamente se desembolsan \$260.27.

## III.- MANO DE OBRA

Encargado	( 1 )	\$ 135.00/día	\$ 135.00
Ordeñadores	( 4 )	\$ 120.00/día	\$ 480.00
Pastureros	( 2 )	\$ 100.00/día	\$ 200.00
Personal p/ alimento	( 2 )	\$ 125.00/día	\$ 250.00
Limpieza de corrales			\$ 800.00
TOTAL			\$ 1,865.00

## IV.- ENERGIA ELECTRICA

Se pagan \$ 1,000.00 por mes, por lo tanto diariamente se pagan \$ 33.33

V.- MEDICAMENTOS .-	\$ 1750.00/mes	\$ 58.33/día
VI.- SEMEN (I.A.)		\$ 20.75/día
VII.- GASTOS VARIOS		\$ 10.00/día
VIII.- CONSTRUCCIONES, INSTALACIONES Y EQUIPO		\$488.84/día
TOTAL DE EGRESOS DIARIOS		\$ 7061.52/día

## INGRESOS

I.- VENTA DE LECHE	\$ 6,633.90/día
II.- VENTA DE BECERROS	\$ 98.63/día
III.- VENTA DE VACAS DE DESECHO	\$ 163.97/día
TOTAL DE INGRESOS	\$ 6,896.50/día

## RESUMEN DE EGRESOS DIARIOS

Alimentación	\$4325.00
Reemplazos	\$ 260.00
Mano de obra	\$1865.00
Energía eléctrica	\$ 33.33

Medicamentos, semen, M.V.Z.	\$ 79.08
Gastos varios	\$ 10.00
Construcciones, inst. y equipo	\$ 488.84
TOTAL	\$ 7,061.52

#### RESUMEN DE INGRESOS DIARIOS

VENTA DE LECHE	\$ 6,633.90
VENTA DE BECERROS	\$ 98.63
VENTA DE DESECHOS	\$ 163.97
TOTAL	\$ 6896.50

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

### **ANÁLISIS DE COSTOS**

Como no es posible realizar un diseño estadístico en este estudio, debido a que no hay homogeneidad en los resultados, se procedió a su evaluación mediante un análisis económico-financiero de los costos de producción para conocer la eficiencia de cada uno de los establos en cuestión dadas sus características generales. De acuerdo a esto se consideraron los siguientes criterios de evaluación:

- Criterio de Eficiencia Económica
- Utilidad Relativa
- Relación Beneficio-Costo.

Para analizar los distintos parámetros de producción se muestra a continuación los diferentes resultados obtenidos en los distintos establos en estudio.

Dentro de los factores que se determinaron y que representan uno de los más importantes son los costos por alimentación, considerando que éstos alcanzan entre un 70 y 80 % de los costos totales de producción en cualquier explotación pecuaria. De dichos costos se tienen los siguientes resultados

**Cuadro 4.1. Costos por alimentación y consumo diario en 43 vacas en producción en el establo lechero número uno.**

Concepto	Consumo diario por vaca	Precio por kg. de ingrediente (\$)	Costo de alimentación por vaca/día	Costo total (\$)
Alfalfa	5.70	1.60	9.12	392.16
Nopal	35.08	0.15	5.26	226.18
Paja de avena	1.75	1.28	2.24	16.32
Concentrado comercial	4.91	1.65	8.10	348.30
Total	47.94		24.72	1062.96

**Cuadro 4.2. Costos por alimentación y consumo diario en 106 vacas en producción en el establo lechero número dos.**

Concepto	Consumo diario por vaca	Precio por kg. de ingrediente	Costo de alimentación por vaca/día	Costo total (\$)
Alfalfa	16.03	1.40	22.44	2378.64
Paja de avena	1.41	1.00	1.41	149.46
Ensilado de maíz	9.43	0.37	3.48	368.88
Concentrado	9.81	1.37	13.43	1423.38
Total	36.68		40.76	4320.56

De acuerdo a los cuadros anteriores nos damos cuenta que el costo por kilogramo de ingredientes para los dos establos refleja una variación. Para el establo número uno los precios son más elevados que para el establo número dos, esto se debe a que las compras de dichos ingredientes

proviene de diferentes lugares, así tenemos que el establo número dos adquiere los insumos de manera directa en mayores cantidades; además el alimento concentrado es elaborado en el mismo establo, lo que hace que se obtenga a un costo más bajo que en el mercado. Sin embargo, nos damos cuenta que el costo de alimentación por vaca es mayor para el establo número dos, obviamente porque el consumo también es mayor, como el caso de la alfalfa y concentrado, que son los que tienen mayor costo. Contrario a éste, el establo número uno es el que reporta un costo más bajo, aunque en él observa un consumo grande de nopal (casi el 68% de la dieta), éste se adquiere a un precio muy bajo por lo que hace que los costos por alimentación se vean disminuidos en comparación con el establo número dos.

Estos costos de alimentación están directamente relacionados con los costos totales de producción y se manifiestan en las utilidades que se generan. Tomando en cuenta tal aseveración se procede a cuantificar los siguientes datos para cada uno de los establos en estudio.

**Cuadro 4.3. Concentración de los ingresos diarios por valor de la leche y egresos en relación a los costos de alimentación.**

Propietario	Vacas en producción	Producción Por vaca (lts/día)	Producción total	Valor por litro leche (\$)	Ingreso total (\$)	Costo por alimentación (\$)	Margen de utilidad total (\$)	Margen de utilidad por vaca (\$)
Establo No.1 Sra. Angélica Salas	43	17.40	750	2.70	2025.00	1410	615.00	10.78
Establo No.2 UAAAN	106	23.17	2457	2.70	6633.90	4325	2308.90	21.80

Analizando estos resultados, el margen de utilidad por vaca es de \$ 11.02 más para el establo número dos, en el que la producción por vaca también es superada por una diferencia de 5.7 litros en comparación con el establo número uno; considerando el nivel de infraestructura y tecnificación. Estos datos nos demuestra que el establo número dos es más eficiente desde el punto de vista productivo.

#### a).- CRITERIO DE EFICIENCIA ECONOMICA

La eficiencia económica de un proceso productivo es la razón entre el producto útil obtenido y los insumos útiles usados. Esta medición requiere de valorar los bienes y servicios y los recursos de distintos tipos, así pues, cuanto mayor es el valor en dinero del producto por cada peso gastado, mayor es la eficiencia económica. Dadas estas características, se presentan los siguientes resultados de eficiencia para los dos establos en estudio:

**Cuadro 4.4. Criterio de eficiencia económica diaria por vaca.**

Propietario	Producción por vaca	Valor por litro producido	Ingreso por vaca	Costo de alimentación	Diferencia
Establo No.1 Sra. Angélica Salas	17.40	2.70	46.98	24.72	22.26
Establo No.2 UAAAN	23.17	2.70	62.55	40.76	21.80

De acuerdo a estos resultados el establo número uno es el más eficiente desde el punto de vista económico, lo que demuestra que la alimentación repercute directamente en el proceso productivo.

**b).- CRITERIO DE LA UTILIDAD RELATIVA EN EL PROCESO PRODUCTIVO.**

Este criterio nos muestra las utilidades que se generan en relación a los costos que implica el proceso de producción de cada uno de los establos en cuestión.

**Cuadro 4.5. Cálculo de la utilidad relativa del proceso productivo para los establos número uno y número dos.**

Propietario	Ingreso total	Costo total	Utilidad relativa
Establo No.1 Sra. Angélica Salas	2133.00	1750.64	21.84
Establo No.2 UAAAN	6896.50	7061.52	-2.33

$$UR = \frac{\text{Ingreso total} - \text{costo total}}{\text{Costo total}} \times 100$$

Si nos damos cuenta, en la utilidad relativa se tomaron en cuenta los costos totales del proceso de producción, así como los ingresos totales, lo que nos permite determinar la rentabilidad de cada establo. De acuerdo a estos resultados nos indica que de los dos establos el que sí es rentable es el número uno. Si bien, hay razones para explicar tal criterio cabe mencionar que aparte de la alimentación (que representa el 60%), la mano de obra, la calidad del ganado, tecnificación e infraestructura con que cuenta el establo número dos, representa una elevada inversión y hace que este establo no sea rentable económicamente, según los resultados del presente cuadro.

### c).- CRITERIO DE RELACION BENEFICIO-COSTO

Relación Beneficio-Costo para el establo número uno

#### INGRESOS DIARIOS

CONCEPTO	UTILIDAD DIARIA	PORCENTAJE QUE REPRESENTA
Venta de leche		
( 750 litros )	\$ 2025.00	94.90
Venta de crías	\$ 65.70	3.10
Venta de vacas		
de desecho	\$ 43.10	2.00
TOTAL	\$ 2,133.00	100.00

#### COSTOS DE PRODUCCIÓN

CONCEPTO	COSTO DIARIO	PORCENTAJE QUE REPRESENTA
Alimentación	\$ 1410.00	80.57
Reemplazos	\$ 54.80	3.13
Mano de obra	\$ 228.57	13.06
Construcc., instal.		
y equipo	\$ 21.83	1.24
Combustible (gas)	\$ 14.40	0.80
Medicamentos,		
M.V:Z:, I.A.	\$ 21.04	1.20
TOTAL	\$ 1750.00	100.00

R B/C = \$ 2133.00/ \$ 1750.00 = \$ 1.22

Relación Beneficio-Costo para el establo número dos

#### INGRESOS DIARIOS

CONCEPTO	UTILIDAD DIARIA	PORCENTAJE QUE REPRESENTA
Venta de leche		
( 2457 litros )	\$ 6,633.90	96.19
Venta de becerros	\$ 98.63	1.43
Venta de vacas	\$ 163.96	2.38
TOTAL	\$ 6,896.50	100.00

#### COSTOS DE PRODUCCIÓN

CONCEPTO	COSTO DIARIO	PORCENTAJE QUE REPRESENTA
Alimentación	\$ 4,325.00	61.25
Reemplazos	\$ 260.27	3.69
Mano de obra	\$ 1,865.00	26.41
Construc., inst. y equipo	\$ 488.84	6.92
Energía eléctrica	\$ 33.33	0.47
Medicamentos, insumos, I.A.	\$ 79.08	1.12
Gastos varios	\$ 10.00	0.14
TOTAL	\$ 7,061.52	100.00

$$R\ B/C = \$ 6896.50 / 7,061.52 = 0.9766$$

De acuerdo a los resultados que se observan en esta relación el establo número uno es el que sí conviene, es decir, éste es el más redituable, contrario

a lo que se demostraba anteriormente, en donde se observaba que el más eficiente era el número dos, pero cabe señalar que esta eficiencia estaba dada en cuanto a producción, una vez obtenidos todos los resultados pertinentes a los análisis de costos, vemos que en el establo número uno por cada peso invertido se recupera 1.22 de éstos, observando en el establo número dos una pérdida de \$ 0.30, por lo que aquí no conviene invertir capital, dadas las características de este criterio que son: relación de ganancia mayor a uno = sí conviene; relación de ganancia menor a uno = no conviene, y si la ganancia da igual a la unidad entonces la decisión es indiferente.

### **COMERCIALIZACION**

La comercialización es regida a través de la recolección por parte de la empresa pasteurizadora NORMEX, ubicada en la ciudad de Ramos Arizpe. Esta recolección se realiza por medio de rutas comerciales que cubre la empresa y de esta manera absorbe la mayoría de la producción. Dicha empresa recolecta la leche de establos tecnificados, pequeños establos y de productores familiares. ( Fuente: Comunicación personal. Ing. Aguilar. NORMEX, 1999 )

## CONCLUSIONES

La mayor producción de leche se obtiene en el establo tecnificado debido a sus características del sistema de producción, éstas son: grado de tecnificación, mejor calidad genética del hato y la calidad de la alimentación, en contraste con el establo tipo rústico, cuya calidad genética del ganado no es la adecuada, y el grado de tecnificación es nulo, además de que la dieta que se suministra es muy pobre. Sin embargo, al hacer el resumen de los costos de producción se observa que hay una gran diferencia en cuanto al costo de la ración utilizada y la producción diaria de leche por vaca, cuyos precios son de \$ 24.72 y \$40.76 , con una producción de 17.40 y 23.17 litros respectivamente , siendo el costo por cada litro de leche de \$ 1.42 y \$ 1.75 para los establos uno y dos. Es preciso señalar que con las características mencionadas para el establo tecnificado se esperaría una producción mucho más alta, por lo que los costos de producción se verían disminuidos en gran medida. Ahora, si bien es cierto que el establo rústico es menos productivo, los costos por litro de leche producida son más bajos, observándose de \$0.033 respecto al tecnificado. A pesar de que el nopal utilizado se da en mayor cantidad, es muy barato por lo que reduce los costos por alimentación y obviamente reduce los costos totales de producción.

Se concluye con estos resultados que es más rentable económicamente el establo con características de baja tecnificación (rústico) comparado con el tecnificado, si por cada unidad en dinero se recuperan 21.8 de éstas para el establo número uno y se observa una pérdida de 2.33 unidades para el establo número dos considerando las características ya descritas . Por lo que nuestra hipótesis planteada en el inicio de la investigación queda comprobada.

### **RECOMENDACIONES**

- 1.- Se hace necesario introducir nuevas técnicas en la explotación del ganado para obtener una mayor producción, esto tendrá un efecto benéfico en la dieta humana.
- 2.- Los ingresos del productor se aumentarán si parte de la leche producida se utiliza en la elaboración de productos lácteos ya que la mayoría de estos se cotizan a precios considerables.
- 3.- Poner suma importancia en la mejora genética de los hatos, mejor higiene y combate de enfermedades.
- 4.- Llevar registros de producción, contabilidad de egresos e ingresos y un manejo general adecuado del establo.
- 5.- En cuanto al nopal utilizado, implementar acciones que permitan la recuperación de las áreas de extracción, ya que los métodos de corte son en la mayoría de los casos destructivos y contribuyen fuertemente a acelerar la desertificación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adame, J. L. 1965. Aspersión de urea en nopal y su influencia en la producción de leche. Tesis. ITESM.
- Barrientos, P. F. 1965. El nopal y su utilización en México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural núm. 26.
- Barrientos, P.F.1981. El cultivo del nopal en México. Resúmenes del II Congreso Nacional de Fruticultura. Guadalajara, Jal. México.
- Bazán, C. A. O. 1968. Determinación cualitativa de minerales en las variedades de *Opuntia* de Aguita del Rosario, Buenavista, Cacanapo y Zaragoza. Tesis. Escuela de Agricultura, Universidad de Coahuila, Saltillo, Méx.
- Blanco, M. G. 1957. El nopal como forraje para el ganado de zonas áridas. Aprovechamiento de la tuna. El Campo, núm. 23.
- CODAGEM. 1979. Cultivo, explotación y aprovechamiento del nopal. México. Folleto informativo núm. 158.
- Dávila, L. F. J. 1967. Comparación entre alfalfa acicalada y nopal en la alimentación de vacas Holstein. Tesis UAAAN. Saltillo, Coah. México.
- De Alba, J. 1971. Alimentación del ganado en América Latina. La prensa Médica Mexicana. México.
- FIRA. 1976. Prueba de Producción de leche y desarrollo de becerras y vaquillas Holstein en praderas de ballico anual en la Comarca Lagunera. México.
- Flores, M. J. A. 1983. Bromatología Animal. 3ª.edición. Editorial Limusa. Méx.

- Flores, V. C. 1977. El nopal como forraje. Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura.
- Flores, V. C., A. R. J. 1979. El nopal como forraje. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- García, E. 1987. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Koppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 4ª.edición. México.
- Granados, S. D., y Castañeda, P. A. D. 1991. El nopal, historia, fisiología, genética e importancia frutícola. Editorial Trillas. 1ª. Edición. México.
- Griffiths, D. Y Hare, R. E., 1906. Summary of recent investigations on the value of cactias stock food. USDA. Bureau of Plant Industry, Bull. 102. Washington, EUA.
- Hare, R: F., 1908. Experiments on the digestibility of pricklypear by cattle. USDA. Bureau of Animal Industry. Bull 106. Washington.
- Labourdette, M. E., 1984. Bovinos Productores de Carne. Situación en el País. Depto. de Zootecnia, UACH. México.
- López, G. J. J., 1977. Descripción y transformación del ecosistema *Opuntia streptacantha* L. Tesis Maestro en Ciencias, especialidad en Ciencia Animal. Univ. Aut. Agr. Atonio Narro. Saltillo, Coah. México.
- López, G. J. J., Nava, R. y Pargas, R. Nopal Forrajero. Departamento de Recursos Naturales Rovables, División de Ciencia Animal. Univ. Aut. Agr. Atonio Narro. Saltillo, Coah. México.
- Lozano, G. M. 1958. Contribución al Estudio e Industrialización del Nopal. Tesis

Profesional. Universidad de Coahuila, Escuela de Agricultura. Saltillo, Coah. México.

Marroquín, J. S., *et. al.* 1964. Estudio Ecológico y Dasonómico de las Zonas Áridas del Norte de México. México. INIF. Publicación especial.

Morrison, F. B. 1966. Compendio de alimentación del ganado. P 721. Editorial UTEHA:

Narváez, G. R. 1958. Estudio de las condiciones de manejo de ganado lechero en la región de Saltillo, Coahuila. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior de Agricultura Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. Méx.

Palomo, G. D. 1963 Datos sobre los nopales (*Opuntia* spp) utilizados como forraje en el Sureste de México. Tesis Ingeniero Agrónomo, ITESM. Monterrey, N. L. México.

Rangel, L. L. 1981. El nopal. Guadalajara, México. Gaceta Agrícola núm. 710.

Revuelta, C. L. 1963. Bromatología Zootécnica y Alimentación Animal. 2ª edición, Salvat. España.

Ríos, L. A. 1954. El nopal y la oveja: una esperanza para la zona desértica Mexicana. Sría de Rec. Hidráulicos (memorando técnico núm. 96). México.

Rojas, M. T., Malo. C., F. J. y Palomo, G. O. 1966. El nopal forrajero en Nuevo León. Agronomía, 108. ITESM. Nuevo León, México.

SAG. 1973. Cultivo y Aprovechamiento del Nopal. Dirección General de Agricultura. Departamento de Extensión Agrícola, Chapingo, México.

- Sampayo, O. R. 1971. efecto de la suplementación dietética con nopal (*Opuntia crysacantha*) en la producción de leche de vacas Holstein. Tesis profesional, ITESM. Monterrey, N. L. México
- Sánchez, S. R. 1958. Raciones balanceadas para vacas lecheras. Folleto para agricultores número 2. Dirección General de Agricultura y Ganadería de Coahuila.
- Signoret, E. G. 1964. Estudio comparativo de los forrajes, nopal(*Opuntia* spp.), alfalfa (*Medicago sativa*) verde y henificada. ITESM. Monterrey N. L. México.
- Simón, A. R. 1993. Sistemas de producción de ganado de carne. Trabajo de observación. M. V. Z. Torreón, Coah. México.
- USDA. 1993. Dairy livestock and poultry World livestock situation. Foreign Agriculture Service. 75 p.
- Viana, S. P. 1965. El uso del nopal sin espinas en la alimentación del ganado. 9º. Congreso Internacional de Pasturas. 2:1461, Sao Paulo, Brasil.
- Villarreal, A. 1958. El nopal como forraje para el ganado. Primer Congreso de Investigación Agrícola en México. Chapingo, México.