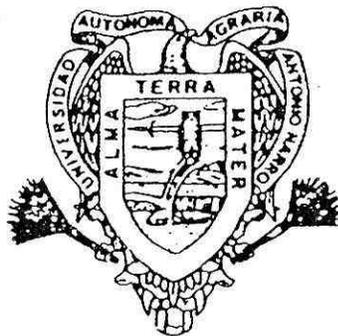


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**  
**"ANTONIO NARRO"**  
**UNIDAD LAGUNA**  
División Regional de Ciencia Animal



**"CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE  
PRODUCCIÓN DE FORRAJES Y LECHE EN LA  
COMARCA LAGUNERA"**

**POR:**

**SILVANO LÓPEZ GONZÁLEZ**

**T E S I S**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

TORREÓN, COAHUILA MÉXICO

OCTUBRE DE 2002

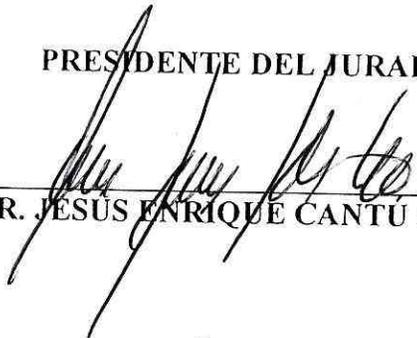
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA  
División Regional de Ciencia Animal

T E S I S

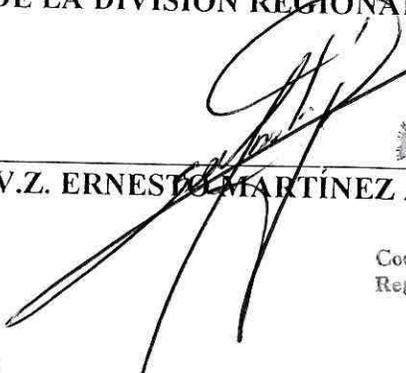
"CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE PRODUCCIÓN  
DE FORRAJES Y LECHE EN LA COMARCA LAGUNERA"

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

PRESIDENTE DEL JURADO

  
DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

  
M.V.Z. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA

  
Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal  
UAAAN - UL

TORREÓN, COAHUILA

OCTUBRE DE 2002

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA  
División Regional de Ciencia Animal

TESIS

**SILVANO LÓPEZ GONZÁLEZ**

**" CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE  
PRODUCCIÓN DE FORRAJES Y LECHE EN LA  
COMARCA LAGUNERA"**

TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE  
ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESIDENTE :

  
DR. JESUS ENRIQUE CANTU BRITO

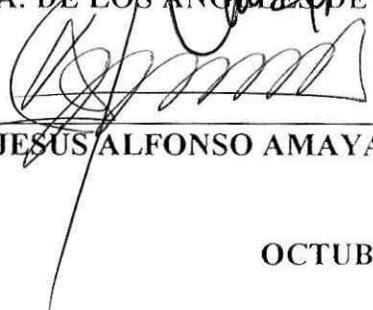
VOCAL:

  
M.C PEDRO ESTRADA ADAME

VOCAL:

  
M.C MA. DE LOS ANGELES DE SANTIAGO M.

VOCAL SUPLENTE:

  
M.V.Z. JESUS ALFONSO AMAYA GONZÁLEZ

TORREÓN, COAHUILA

OCTUBRE DE 2002

## AGRADECIMIENTOS

A LA U.A.A.A.N. U.L. Y TODO SU PERSONAL POR HABERME BRINDADO EL TESORO CON MAYOR VALOR EN EL MUNDO LA EDUCACIÓN, SIEMPRE LOS RECORDARÉ

A MI ASESOR EL DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO POR SU COLABORACIÓN EN LA REALIZACIÓN Y ELABORACIÓN DE LA MISMA PUES SIN SU VALIOSA AYUDA NO HUBIERA SIDO POSIBLE LA EXITOSA CULMINACIÓN DE ESTA.

AL JURADO DE MI EXAMEN PROFESIONAL POR SUS CONSEJOS, SUGERENCIAS, OBSERVACIONES Y CORRECCIONES EN LA REVISIÓN DE ESTE TRABAJO, A TODOS MUCHAS GRACIAS

## DEDICATORIAS

A MI FAMILIA POR EL APOYO BRINDADO DURANTE LA REALIZACIÓN DE MIS ESTUDIOS Y EN LOS MOMENTOS MAS DIFÍCILES QUE HEMOS PASADO, MUCHAS GRACIAS.

A MI PADRE Y A MI MADRE:

SAMUEL LÓPEZ DE LUNA Y MA. GUADALUPE GONZÁLEZ MARTÍNEZ POR EL ESFUERZO REALIZADO DURANTE ESTE TIEMPO PARA DARME LA HERENCIA MÁS VALIOSA QUE ES LA EDUCACIÓN, POR LA CONFIANZA DEPOSITADA EN MI PERSONA PARA PERMITIRME REALIZAR MIS METAS PERSONALES, ADEMÁS DE LA FORMACIÓN QUE HE RECIBIDO EN CASA DESDE PEQUEÑO Y DE LA CUAL ME SIENTO MUY ORGULLOSO.

A MIS HERMANOS:

JUANITA, VIANNEY, SAMUEL, GONZALO E ISRAEL; A MI CUÑADA GIUSEPINA, A MIS SOBRINITAS CAROLINA Y TIZIANA; POR SU MOTIVACIÓN Y APOYO INCONDICIONAL DURANTE MI FORMACIÓN PROFESIONAL.

A MIS COMPAÑEROS DE SECCIÓN CON LOS CUALES COMPARTÍ UNA DE LAS MEJORES ETAPAS DE MI VIDA. EN ESPECIAL A LOS COMPAÑEROS MANUEL, JUAN PABLO, EUGENIO Y AGUSTÍN A LOS QUE AGRADEZCO EL HABERME BRINDADO SU AMISTAD INCONDICIONAL.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
AGRADECIMIENTOS .....	i
DEDICATORIAS .....	ii
ÍNDICE GENERAL .....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	v
INDICE DE CUADROS .....	viii
RESUMEN .....	ix
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS .....	3
REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
Importancia de la ganadería lechera en la Comarca Lagunera.	4
Sistemas de producción de leche en el mundo.....	14
MATERIALES Y MÉTODOS .....	23
Características de la Región Lagunera .....	23
Localización del estudio .....	25
Duración del estudio .....	25
MATERIALES .....	25
MÉTODOS .....	26
Análisis del modelo actual de producción de forrajes en la región .....	26
Análisis estadístico .....	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	28

Superficies totales .....	28
Superficie de forrajes .....	29
Litros por segundo por hectárea de forrajes .....	29
Superficie establecida por cultivo .....	30
Láminas de riego de los cultivos forrajeros .....	31
Rendimiento de los cultivos forrajeros .....	33
Tamaño del hato bovino lechero .....	34
Vacas en producción .....	35
Animales en desarrollo .....	36
Producción de leche por día .....	37
Producción por lactancia .....	38
Densidad de vacas por hectárea en la región .....	40
Discusión .....	41
CONCLUSIONES .....	45
LITERATURA CITADA .....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

NÚMERO		PÁGINA
1	Dinámica del inventario ganadero lechero de 1992 a 1997 (U.S.D.A, 1993-1997).....	15
2	Dinámica de la producción por lactancia en ganado lechero en los Estados Unidos de 1992 a 1997 (U.S.D.A, 1993-1997) .....	15
3	Millones de libras de leche producidas en los Estados Unidos de 1992 a 1997 (U.S.D.A, 1993- 1997).....	16
4	Frecuencia de las superficies totales en predios lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002..	28
5	Frecuencia de establecimiento de las superficies de forrajes en predios lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.....	29
6	Frecuencia de Litros por segundo (LPS) por hectárea de forrajes encontrado en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.	31
7	Superficies promedio establecidas con cultivos forrajeros (Alfalfa, Maíz de primavera-verano; Maíz de verano; Sorgo de primavera-verano; Sorgo de verano y Avena en invierno) en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002. ....	31

8	Lámina de riego promedio utilizadas en cultivos forrajeros (Alfalfa, Maíz de primavera-verano; Maíz de verano; Sorgo de primavera-verano; Sorgo de verano y Avena en invierno) en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.	32
9	Rendimientos promedio obtenidos en cultivos forrajeros (Alfalfa, Maíz de primavera-verano; Maíz de verano; Sorgo de primavera-verano; Sorgo de verano y Avena en invierno) en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.....	33
10	Rangos de número de vacas encontrado en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.....	34
11	Frecuencia observada en relación al rango de número de vacas en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.....	34
12	Rangos de número de vacas en producción encontrados en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002. ....	35
13	Rangos de número de animales en desarrollo encontrados en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.....	36
14	Porcentaje de la frecuencia de productores en los diferentes rangos de producción de leche por día encontrados en predios ganaderos lecheros encuestados	

	en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.....	37
15	Promedios de producción de leche por día de diferentes rangos encontrados en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002..	38
16	Promedios de producción de leche por lactancia de diferentes rangos encontrados en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.....	39
17	Porcentaje de frecuencia de productores de producción de leche por lactancia de diferentes rangos encontrados en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.....	39
18	Densidad de vacas totales y vacas en producción por hectárea de forrajes de diferentes rangos encontrados en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.....	40

## INDICE DE CUADROS

NÚMERO		PAGINA
1	Importancia del sector agropecuario en la Comarca Lagunera representado por el valor de la producción tanto pecuaria como agrícola (SAGAR, 1997-2000). .....	7
2	Dinámica del establecimiento del número de hectáreas, superficie total anual de forrajes, litros de leche anuales (miles) y conversión a producción de leche por hectárea de los principales forrajes regionales de 1978 a 2001 (SAGAR, 1995-99;FIRA, 1998; SAGARPA, 2002). .....	9
3	Rendimientos de materia seca y verde y la producción anual de los principales cultivos forrajeros en los últimos años, así como la demanda de forrajes.(FIRA, 1998; SAGAR, 1995-2000). .....	11

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna, localizada en la carretera Santa Fe y Periférico en Torreón, Coah. de octubre de 2001 a julio de 2002 y tuvo como objetivo principal el realizar la caracterización actual del sistema de producción de forrajes y leche que permita contar con información actualizada sobre las principales características de los sistemas de producción de forrajes y leche en la región Lagunera y entre las cuales se incluyen superficies de forrajes, disponibilidad de agua, frecuencia de establecimiento de cultivos forrajeros, número de vacas en producción y secas, producción por lactancia y total entre otros. El trabajo se realizó en explotaciones lecheras de la región a través de visitas formales a establos con los encargados y técnicos de dichas explotaciones.

Los resultados de la frecuencia de la superficie total encontrados se puede observar que la mayor superficie en hectáreas se encuentra entre las 51 y 100 hectáreas con una frecuencia del 40 %, seguido de superficies menores a 50 hectáreas el promedio de la superficie total por predio en la región es de 159 hectáreas ( $\pm 49.19$ ). Los resultados obtenidos de los rangos de hectáreas establecidas con cultivos forrajeros en los predios encuestados encontrando que la mayor frecuencia se localiza entre las 51 y 100 hectáreas con un 35 % de frecuencia ( $\pm 14$  has). El rango de menos de 50 hectáreas de forrajes fue del 28 %, los resultados indican un promedio regional de 1.07 LPS/ha (Litros por

segundo) de forrajes ( $\pm 0.6$ ) y que solamente un porcentaje menor al 10% dispone de un gasto menor al 0.5 LPS/ha. El cultivo de la alfalfa es el que utiliza la mayor lámina de riego con un promedio de 176 cm ( $\pm 12.83$ ). Las láminas encontradas en maíz p-v (primavera-verano) y v (verano) son muy similares encontrando que la lámina con mayor frecuencia en p-v es de 60 cm en el 55% de los productores.

El tamaño del hato bovino lechero encontrando es en promedio 1,554 vacas ( $\pm 379$ ) encontrando que los promedios de los rangos establecidos muestran productores que poseen desde las 347 hasta 3,629 vacas. El número de vacas en producción que se obtuvo es de una media regional de 724 vacas ( $\pm 150$ ), el promedio regional encontrado de animales en desarrollo fue de 815 ( $\pm 222$ ), animales lo que pone de manifiesto la evidencia del incremento del inventario ganadero en los últimos años en la región.

El promedio regional de producción diaria es 28.0 lts/leche ( $\pm 1.68$ ) encontrando que el rango con mayor producción se localiza entre los 20-25 litros de leche con una frecuencia del 39%. La producción por lactancia muestran una media regional de 8,557 ( $\pm 207$ ) litros de leche por lactancia. El promedio regional encontrado en el índice de vacas fue de 8.23 vacas/ha de forrajes y de 4.09 vacas en producción/ha de forrajes.

## INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera es una zona considerada como una de las principales cuencas lecheras del país. La demanda de forraje para el mantenimiento de 370 mil cabezas de ganado lechero es importante. Aún cuando la alfalfa es el cultivo base de este sistema, es necesario suplementarlo con cultivos anuales como el maíz y sorgo. La escasez de agua tanto de las presas regionales como el abatimiento del manto friático y el alto uso consultivo de la alfalfa (20,000 m<sup>3</sup> por año) obliga a los productores a utilizar otras fuentes de forraje, pero sin detrimento de la productividad ganadera.

De los cultivos anuales de maíz y sorgo de la región se siembran un promedio de 25,500 hectáreas, con rendimientos que oscilan entre 30-47 Ton/ha. La escasez de agua, bajos rendimientos, altos consumos de agua de la alfalfa, así como el abatimiento del manto friático, plantean la estrategia de elevar los rendimientos haciendo un uso más eficiente del agua y de los recursos. Una forma es utilizando especies de cultivos que sean más eficientes en el aprovechamiento del agua, implementación de nuevas variedades de alfalfa que requieran de menos agua, así como mejorar el uso y manejo del agua de riego (Espinoza, 1995).

La importancia que tiene la producción de forrajes de alto valor nutritivo en la producción de leche es bien reconocida. En México como en la región, la alfalfa es el forraje más importante por su alto rendimiento y valor nutritivo, sin embargo,

en otoño-invierno, la producción de alfalfa disminuye en un 50 %, debido al cambio de la temperatura, radiación solar y fotoperíodo en esas estaciones del año (Nuñez et al., 1997).

La importancia de la producción de forrajes radica en que es el insumo primario básico de la empresa ganadera lechera, la evaluación de las alternativas de producción de forrajes es importante debido a las diferencias en su potencial productivo y a los costos de producción en términos de capacidad de producción de productos animales como en este caso la leche. Una disminución sustancial de los costos de producción y una combinación de alternativas de producción sustentable de forrajes deberán afectar en lo menos posible los requerimientos nutritivos y capacidad de producción del animal.

En México como en la Región Lagunera la utilización de forrajes en cualquier presentación sigue siendo la fuente de nutrientes más barata para la alimentación del ganado y adquieren gran importancia en los estados donde se practica la explotación intensiva de ganado ya sea ganado de leche, carne y explotaciones caprinas. En la dieta promedio de estas regiones, la participación de los forrajes es fundamental ya que se incluyen predominantemente la alfalfa, ensilajes de maíz y sorgo durante el verano, y avena y ballico durante el invierno.

Dado lo anterior, el problema con que se enfrenta el productor y el investigador es obtener y seleccionar el forraje que contengan el máximo valor nutritivo y principalmente la máxima producción de leche, siendo esto el problema

más difícil de resolver, ya que en lo referente al suministro de energía de acuerdo a las necesidades de las vacas se tienen probadas más opciones.

## OBJETIVOS

El objetivo general del presente trabajo consistió en obtener información de las principales características de explotaciones intensivas de leche en la región para el análisis del sistema actual de producción de leche con énfasis en la producción de forrajes.

Los objetivos específicos del presente estudio fueron:

- 1) Obtener información actual del sistema de producción de leche en la Comarca Lagunera
- 2) Determinar el modelo actual de producción de forrajes
- 3) Determinar el modelo actual de producción de leche
- 4) Obtener índices del sistema de producción en la región.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Importancia de la ganadería lechera en la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera es considerada una de las cuencas lecheras más importantes del país. En el año de 1998, se identificaban claramente tres regiones lecheras de importancia en nuestro país siendo la región árida y semiárida, la templada y la del trópico seco y húmedo. En la primera de ellas (donde se incluye La Laguna), se localiza el 29.5% de la producción obtenida bajo régimen especializado y que aportó el 34.66% de la producción total de leche, con solo el 23.7% del ganado lechero del hato bovino lechero nacional (Aguilar y Luevano, 1999). A la Comarca Lagunera se le considera una de las primeras cuencas lecheras de nuestro país por el gran volumen de producción de leche producida y que para el año 1999 fue de 1,540,365.0 miles de litros con un valor de la producción de \$ 4,365,394.3 miles de pesos, siendo el segundo en el sector agropecuario con mayor participación en la región con el 41.68 % después de la carne (SAGAR, 2000).

La importancia de la actividad lechera en la región radica no solo en la producción de leche, alimento esencial para la alimentación humana de alto valor nutritivo y rico en proteínas, sino también por favorecer el proceso de industrialización del país y ser una fuente de trabajo e ingresos para muchas familias, además de impactar sus beneficios a diversas ramas económicas a los cuales la ganadería lechera les vende o compra (Aguilar y Luévano, 1999). Estos

mismos autores coinciden en señalar que la actividad lechera que se desarrolla en la región ha generado múltiples impactos positivos en la misma y en el país, destacando entre ellos la generación de toda una actividad agroindustrial, desde las innovaciones en los sistemas de producción de forrajes, como la de provocar una mayor modernización de las actividades lecheras en la región y en México, y la de crear nuevos empleos e ingresos. Aguilar y García, (2000) señalan que la importancia de la producción lechera abarca no sólo la producción directa, sino que la actividad se convierte en motor de muy diversas actividades económicas y generadora de riqueza, como el cultivo de la alfalfa que genera cada año 3,139 empleos entre otros.

La ganadería en su conjunto sustenta la economía del sector agropecuario de la región y es uno de los sectores más dinámicos, el valor de sus productos se incrementó en un 34.46%, en cambio el sector agrícola tuvo una disminución del 11.36% con respecto a 1998 (SAGAR, 2000). La ganadería como la rama de la economía ha servido para sustentar diversos negocios de los diferentes sectores de la economía, incluyendo a la propia agricultura y la acumulación de capital para la inversión e incursionar en otras empresas relacionadas. La dinámica del valor de la producción agropecuaria de los últimos años se presenta en el cuadro 1 observándose que la producción de leche era el sector de mayor participación en 1998 con un 44.91%, sin embargo, en el último año el sector de la producción de carne incrementó su participación notablemente llegando a 43.21% en 1999. La ganadería representa el 84.47 y 89.19 % del valor de la producción agropecuaria regional en los años 1998 y 1999 respectivamente. La importancia de la ganadería

lechera en la Comarca Lagunera radica en el gran volumen de producción de leche y a los ingresos que generan las diversas actividades relacionadas con el ramo, y a la dinámica de la población del número de cabezas del hato lechero, el número de vacas en producción, y litros de leche producidos al año.

La Comarca Lagunera como una de las principales cuencas lecheras del país se debe fundamentalmente entre otros factores; primero al inventario global del hato ganadero lechero ya que contaba en 1999 con 374,809 cabezas de ganado y 190,016 vacas en producción (SAGAR, 2000) predominando la raza Holstein que se localiza en explotaciones caracterizadas por ser manejadas con un alto nivel tecnológico, tanto en infraestructura como en la genética, alimentación y sanidad y al segundo factor caracterizado por el alto nivel de producción tanto de leche como del sistema de producción intensiva de forrajes. Por lo anterior, la producción de forrajes en la región se torna en una actividad agrícola fundamental y muy estrechamente ligada a la ganadería de leche, ya que los forrajes llegan a representar hasta el 60% de la alimentación del ganado en producción ya que en ganado lechero el costo de alimentación es el rubro más importante en el costo de producción de leche llegando a representar hasta el 70% del total (Herrera, 2000). La alimentación del ganado se conforma básicamente por alfalfa, ensilajes de maíz y sorgo y forrajes de invierno como la avena, el ballico y los cereales.

**Cuadro 1. Importancia del sector agropecuario en la Comarca Lagunera representado por el valor de la producción tanto pecuaria como agrícola (SAGAR, 1997-2000).**

Producto	VALOR DE LA PRODUCCIÓN PECUARIA (MILLONES) AÑOS			Porcentaje de participación en	
	1997	1998	1999	1998	1999
Leche	3,005.8	3,602.4	4,495.7	44.91	41.68
Carne	2,207.0	2,830.0	4,660.9	35.28	43.21
Huevos	1,164.8	1,587.3	1,481.2	19.79	13.73
Trabajo	100.6	0.0	143.8	N.A.	1.33
Miel	3.6	2.1	4.9	0.03	0.05
Lana	0.416	0.462	0.0	0.00	0.00
Total	6,409.7	8,021.8	10,786.5	100.00	100.00
Ciclo	VALOR DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA (MILLONES) AÑOS			Porcentaje de participación en	
	1997	1998	1999	1998	1999
Otoño-Invierno	82.49	78.7	93.3	5.35	7.14
Prim-Verano	906.60	904.4	514.7	61.33	39.37
Perennes	481.16	491.6	699.2	33.34	53.49
Total	1,470.27	1,474.7	1,307.2	100.00	100.00
Sector	VALOR DE LA PRODUCCIÓN TOTAL (MILLONES) AGROPECUARIA			Porcentaje de participación en	
	1997	1998	1999	1998	1999
Agricultura	1,470.3	1,474.7	1,307.2	15.53	10.81
Ganadería	6,409.7	8,021.9	10,786.5	84.47	89.19
Total	7,879.9	9,496.5	12,093.7	100.00	100.00

El cultivo forrajero más importante y base del sistema actual de producción de leche lo representa la alfalfa (Satter, 1999), cultivo que se caracteriza por sus altos rendimientos de materia seca por hectárea así como la excelente calidad del forraje producido para consumo de las vacas lecheras, contándose en 1998 y 1999 con una superficie establecida de este cultivo de 35,227 y 35,182 hectáreas respectivamente (SAGAR, 1999-2000); sin embargo, este cultivo tiene la gran desventaja de ser poco eficiente en el uso del agua.

La dinámica de la producción de forrajes a través de los años en la región y su importancia dentro del sistema de producción de leche radica en que son la base del sistema actual en cuanto a la alimentación del ganado se refiere, en el cuadro 2 se puede observar el número de hectáreas, superficie total anual de forrajes, litros de leche anuales (miles) y su conversión a litros de leche por hectárea en los últimos años de los principales forrajes de la región.

La demanda de producción de forrajes para la manutención del creciente número de cabezas de ganado con un mayor potencial genético para la producción de leche y el incremento en la producción de leche en la región, así como al notable incremento en la producción por lactancia por vaca llegando a producir hasta 9,000 lts o más en varios hatos, ocasiona una mayor presión en los recursos naturales regionales como el agua, suelo y el ambiente (Nuñez et al., 1999). La explotación de la producción de forrajes y otros cultivos agrícolas sin planeación, puede afectar la productividad del suelo y la disponibilidad de agua en el mediano y largo plazo en la región y en consecuencia no sería posible mantener el nivel actual de producción con el actual modelo de uso de los recursos edáficos, hídricos y ambientales.

En los sistemas intensivos de producción de leche, los forrajes conforman la dieta del ganado para el aporte de nutrientes como los carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales, además de la fibra, esencial para los rumiantes (Herrera, 1999) y son generalmente el mayor compuesto en la ración.

**Cuadro 2. Dinámica del establecimiento del número de hectáreas, superficie total anual de forrajes, litros de leche anuales (miles) y conversión a producción de leche por hectárea de los principales forrajes regionales de 1978 a 2001 (SAGAR, 1995-99; FIRA, 1998; SAGARPA, 2002).**

AÑOS	ALFALFA (Has)	BALLICO (Has)	AVENA (Has)	MAIZ (Has)	SORGO (Has)	NO. HAS TOTALES	Miles LTS DE LECHE/AÑO	PROD.DE * LECHE/HA (Lts)
2001	37,658	2,468	5,669	17,889	9,493	73,204	1,703,191	23,266.36
2000	36,830	2,808	5,337	15,140	10,885	71,000	1,625,473	22,893.99
1999	35,182	3,742	5,596	11,409	10,167	65,996	1,540,365	23,340.27
1998	35,218	2,973	5,053	15,363	10,082	68,689	1,460,981	21,269.50
1997	34,499	2,194	5,816	16,692	12,158	70,359	1,352,359	19,220.83
1996	29,548	4,074	4,461	6,474	8,771	53,328	1,236,513	23,186.93
1995	29,146	5,123	3,900	5,241	2,747	46,157	1,056,324	22,885.45
1994	28,545	3,259	2,630	9,693	2,918	47,045	1,010,889	21,487.70
1990	20,026	4,943	7,236	5,198	7,191	44,594	538,621	12,078.32
1984	22,108	3,642	5,550	4,116	2,558	37,974	415,034	10,929.42
1978	29,140	3,661	1,758	4,723	2,123	41,405	398,328	9,620.28

\* Datos estimados por el autor sin considerar el forraje que se compra fuera de la región.

Además de la alfalfa, el maíz y sorgo forrajero son los principales cultivos para ensilar en el ciclo primavera-verano (Contreras et al., 1999) y de acuerdo con Herrera (1999) juegan un papel de gran importancia ya que de ambos se siembra entre 22,000 y 26,000 has por año con una producción estimada que varía entre 448,000 a 564,000 toneladas de forraje seco y que representa cerca del 35 al 40% del forraje que consume el ganado bovino en la Comarca Lagunera. Sin embargo, cabe mencionar que la región no es autosuficiente en la producción de forrajes que de acuerdo con FIRA (1998,1999) se estimaba que para ese año la demanda de forraje para cubrir las necesidades de alimento de los animales en sus distintos estados fisiológicos era de 1,364,000 toneladas de materia seca y para 1999 era de 1,452,240 toneladas de MS, teniendo que recurrir a la compra de forraje de otras regiones del país como Chihuahua, Durango, Tamaulipas y Baja California Sur entre otros (Cuadro 3).

Los cultivos forrajeros, sorgo y maíz son los más eficientes en esta transformación con 134 lts. a un kg. de materia verde respectivamente en comparación con la alfalfa, que requiere 279 lts. de agua para producir un kg. de materia verde o sea 86% mas agua que el maíz (LALA,1995). Con la liberación de híbridos de maíz y sorgos en la porción norte-centro de los E.U. después del advenimiento de la "revolución verde" a finales de los años 60's (Duvick y Cassman, 1999) estos han tenido incrementos anuales de producción en promedio de 74 kg ha<sup>-1</sup>.

**Cuadro 3. Rendimientos de materia seca y verde y la producción anual de los principales cultivos forrajeros en los últimos años, así como la demanda de forrajes.(FIRA, 1998; SAGAR, 1995-2000).**

AÑOS	ALFALFA Ton/MV	BALLICO Ton/MV	AVENA Ton/MV	MAIZ Ton/MV	SUDAN Ton/MV	SORGO Ton/MV	TOTAL DE PROD. Ton/MV
1995	2,047,410	177,736	96,128	231,774	2,307	109,442	2,664,797
1996	2,127,064	119,816	130,928	282,382	4,150	381,171	3,045,511
1997	2,471,744	91,169	175,217	753,987	8,309	512,320	4,009,746
1998	2,627,810	109,296	144,590	696,167	1,717	398,947	3,978,527
1999	2,667,383	162,194	161,545	486,076	592	485,507	3,936,113
<b>Prod./cultivo</b>							
Prod. MV/ha (Ton)	100-110	80.5	50	50-60	85.0	75-80	
Prod. MS/ha (Ton) **	24-28	17.8	9.8 -10	18-20	18-20*	19-20	
Prod.MS/tot (Ton) en 1999	844,368	66,607	54,840	205,362	144	193,173	<b>1,364,494***</b>
Demanda de Materia seca (Ton) en 1999							<b>1,452,240 Ton</b>

\*Valor para ensilaje.

\*\* Rendimientos obtenidos bajo condiciones experimentales.

Tollenaar y Wu (1999) reportan que la ganancia del rendimiento de maíz en Ontario se ha incrementado a una tasa aproximadamente de 1.5% por año pero Duvick y Cassman (1999) mencionan un crecimiento de sólo el 1.0 % en países en desarrollo.

En la región Lagunera el CIAN-SARH (1979) mencionaba para ese año rendimientos de 14, 14, 20, 7 y 13 ton/MS/ha para maíz, sorgo, alfalfa, avena y ballico respectivamente con eficiencias de 0.99 kg MS/m<sup>3</sup> de agua. sin embargo en estudios de potencial productivo realizados por Nuñez et al. (1995) mencionaban que la producción de forrajes está determinada por la especie cultivada y su interacción con los factores ambientales como el clima y suelo. Actualmente con la introducción de nuevas variedades y el mejoramiento de las practicas agronómicas los rendimientos alcanzados en la región para alfalfa varían de 25.0, 37.1 y 35.6 ton/ha para tres ciclos de años respectivamente según Nuñez et al., (1996), teniendo un promedio de 28.9 ton/MS/ha (Nuñez et al., 1999).

Para maíz y sorgo también se han incrementado los rendimientos, de acuerdo a los resultados presentados por Herrera (1999) con distintos híbridos de maíz ensilados se han obtenido de 19.52 hasta 26.19 ton/MS/ha además de un mejoramiento sustantivo de la calidad con 1.61 Mcal/Enl/kg, en sorgos los resultados muestran rendimientos actuales de 19.19 a 19.43 Ton/MS/ha (Contreras et al., 1999) y con 1.45 de Mcal/Enl/kg de MS. Para los cultivos de invierno la avena y el ballico muestran avances en rendimientos del 30 al 50% (Nuñez et al., 1997) con producciones de 18-20 ton/MS/ha en ballico y de 9.3-

10.2 ton/MS/ha en avena, con una calidad de 1.48 y 1.59 Mcal de energía neta de lactancia.

La calidad de los forrajes es el pilar de los programas de alimentación para el ganado. Sin embargo, debemos recordar que la primera razón por la cual el ganado debe ser alimentado con forrajes es que necesitan fibra digestible efectiva para mantener el funcionamiento normal del rumen. Frecuentemente, en su entusiasmo por producir forraje de calidad, los productores cortan alfalfa que es excesivamente alta en proteína cruda y baja en el contenido efectivo de fibra (Chalupa, 1995).

El sorgo es muy resistente a la sequía y se cultiva principalmente en las áreas donde la lluvia es insuficiente para la producción de maíz. Tiene de un 9-10 % de PC y 1.38 a 1.47 Mcal/kg de energía. Se desarrolla bien en áreas con precipitaciones anuales medias de 430 a 630 mm y se siembra hasta en aquellos con promedio de 759 mm o más e incluso, se le considera adaptado a un clima lluvioso tropical o subtropical con precipitaciones que van desde 254 a 1,240 mm. Sin embargo el cultivo tiene poca importancia en áreas más húmedas, con regímenes pluviales superiores a 1,250 mm. La calidad nutritiva en sorgos de nevadura café es de 10.2 de PC, Fibra detergente neutro de 59% y de Energía neta para lactancia de 1.45 mcal/kg y un potencial de producción de leche por día de 26 kg de leche (Núñez, 2002).

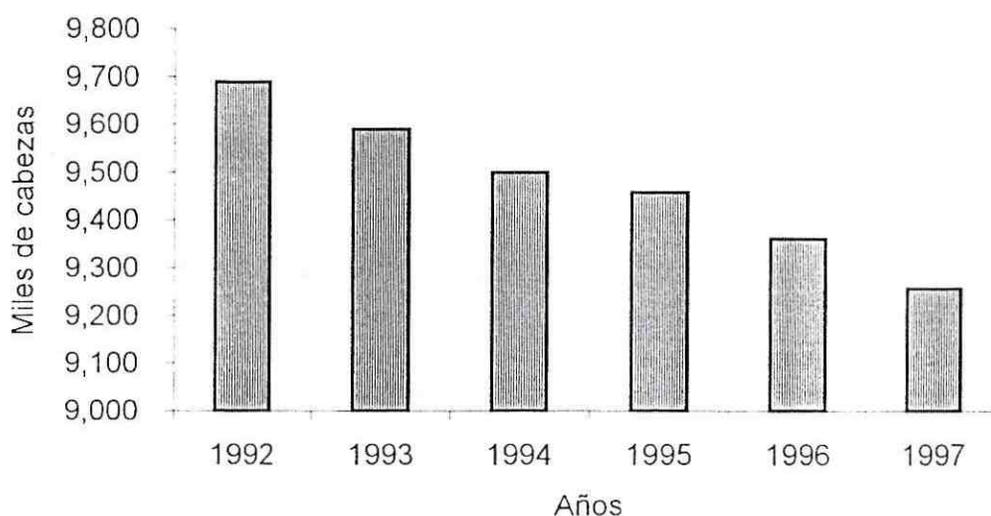
El sorgo forrajero es el sorgo más comúnmente cosechado para ensilaje. Proporciona un excelente rendimiento y podría generalmente tener de 80-90% del valor alimenticio del ensilaje de maíz. El maíz forrajero puede producir según estudios de Herrera (1999) hasta 26.19 Ton/MS con 1.61 Mcal/Kg de Enl. La proteína del maíz varía de 8.0 a 9.5 según rangos reportados por Nuñez et al. (1999).

La modernización e integración de la cuenca lechera de la Comarca ha generado en la última década una fuerte expansión en los diversos ramos del sistema de producción de leche. Desde los sistemas de producción de forrajes a base de alfalfa, maíz y sorgo forrajeros en primavera- verano y cereales en invierno, hasta la tecnificación de la infraestructura de los establos, implementación de programas muy eficientes de alimentación y la integración de sistemas de información, acompañados a la par con un incremento sustancial del mejoramiento genético del ganado.

### **Sistemas de producción de leche en el mundo**

En los sistemas intensivos de producción de leche en los Estados Unidos las estadísticas indican que la dinámica del inventario ganadero lechero de 1992 a 1997 (U.S.D.A, 1993-1997) se ha mantenido relativamente constante teniendo una disminución en casi 400 mil vacas tal y como se muestra en la figura uno.

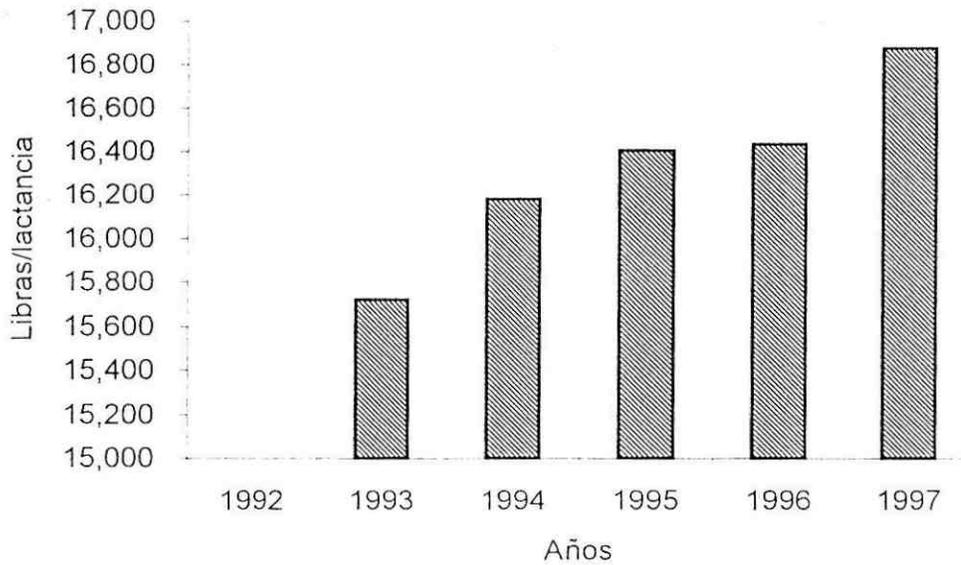
Por estados en la Unión Americana las estadísticas reportan que los estados con mayor número de vacas son Wisconsin con 1,393,000 seguido de California con 1,391,000 New York con 699,000 y Minnesota con 569,000 vacas (U.S.D.A. 1993-1997). El promedio de producción de leche por vaca por lactancia en los Estados Unidos es de 16,871 libras de leche (Figura 2).



**Figura 1. Dinámica del inventario ganado lechero de 1992 a 1997 (U.S.D.A, 1993-1997).**

En Australia la producción de leche en los últimos años (1999-2001) es de alrededor de los 10, 500 millones de litros anuales, con una población de 2,281 millones de cabezas de ganado lechero. El tamaño medio del hato ha aumentado de 77 vacas en 1975, a 190 estimados para el año 2001, existiendo hatos mayores a las 250 vacas. El mejoramiento genético así como avances en la producción de forrajes y regímenes de alimentación han provocado el aumento de

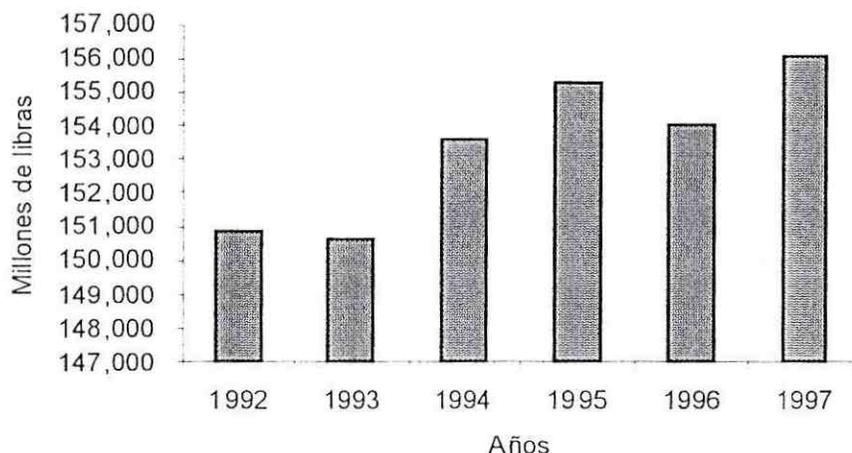
producción de leche por lactancia de 2,750 litros en 1975 a 4,624 litros en año 2001 (Australian Milk Production, 2002).



**Figura 2. Dinámica de la producción por lactancia en ganado lechero en los Estados Unidos de 1992 a 1997 (U.S.D.A, 1993-1997).**

En Minnesota el tamaño promedio del hato por productor fue de 131 vacas con una producción promedio de leche por vaca de 8,807 kg en el año de 1993, sin embargo en 1997 se tuvo un incremento del tamaño del hato de 51 vacas llegando a tener una media de 182 y un incremento de la producción de leche de 926 kg haciendo una producción anual por vaca de 9,733 kg. (Stahl et al., 1999).

Con lo que a la producción de leche se refiere, las estadísticas muestran un incremento de casi seis millones de libras de leche de 1992 a 1997 tal y como se muestra en la figura 3.



**Figura 3. Millones de libras de leche producidas en los Estados Unidos de 1992 a 1997 (U.S.D.A, 1993-1997).**

El tipo de ecología de cada país, así como sus características hacen que los sistemas de explotación de leche se encuentren diferenciados, así por ejemplo en Alemania en 1989 se tenían en promedio hatos estabulados de 27 vientres, con rendimientos de 4,150 kg/vaca, mientras que en México se tenían 225 vientres con un rendimiento muy similar pero con un costo muy superior (45 cts de dólar/kg vs 24 cts de dólar en Alemania). En Nueva Zelanda la producción por vaca es de 3,000 kg/vaca, pero con costos de producción cercanos a los 14 cts. de dólar, ello se debe a que la alimentación se basa en pastoreo, sin embargo en México el sistema de doble propósito el costo de producción es de 17 cts de dólar. En EU para ese año la producción por vaca era de 6,500 kg/vaca, en sistemas intensivos estabulados integrados con producción de forrajes (Aguilar y Luévano, 1998).

Para 1991, según Manrubbio la producción de leche en ganado estabulado en México era de 4,100, en Canadá de 5,500, en Alemania de 4,200, y en los EU de 6,500 kg/vaca. En Israel, Rosen (1999) reporta una producción aproximada de 3,300 millones de litros de leche/año con una producción media de 12,000 kg/vaca con 3.35% de grasa y 3.06% de proteína en leche. Dhirman y Satter (1997) en E.U. obtuvieron producciones diarias de leche de 35.7 kg/vaca en vacas suplementadas con proteína o energía, mientras que Nelson y Satter (1990 y 1992) en California obtuvieron producciones de 31.8 y 30.7 kg/vaca/día en promedio de cuatro estudios en vacas alimentadas con alfalfa, ensilaje o heno. Herrera (2000) menciona que el uso de variedades de maíz superior con 1.50 Mcal/kg de Enl en cantidades de hasta de 26 kg/vaca/día, han mantenido producciones de leche superiores a los 30 litros/vaca/día en la Región Lagunera.

Por lo anterior, la producción de forrajes en la región se torna en una actividad agrícola fundamental y muy estrechamente ligada a la ganadería de leche, ya que los forrajes llegan a representar hasta el 60% de la alimentación del ganado en producción ya que en ganado lechero el costo de alimentación es el rubro más importante en el costo de producción de leche llegando a representar hasta el 70% del total (Herrera, 1999).

La producción de leche por vaca por día en los Estados Unidos varía dependiendo de las condiciones de manejo y básicamente de alimentación, encontrando que de acuerdo a los datos de Beauchemin et al.(1997) la producción

de leche en vacas alimentadas con heno de alfalfa produjeron 31.2 litros de leche/día y 29.0 cuando fueron alimentadas con ensilaje de maíz teniendo una eficiencia de transformación de 1.28 y 1.42 kg/MS/kg de leche.

Estudios realizados por Clark y Armentano (1997) con distintas fuentes de fibra (Alta y baja fibra en el forraje) en la ración de vacas lecheras encontraron producciones de 30.4 kg/leche/día en vacas alimentadas con heno de alfalfa alta en fibra y 34.1 kg/leche/día con fuente de baja fibra en el forraje y el grupo control tuvo una producción de 33.7 kg/leche/día.

Titgemeyery y Shirley (1997) estudiaron la proporción de sorgo grano y harina de soya sobre el consumo y producción de leche en vacas encontrando un consumo de 26.4 y 25.7 kg al día alimentadas con sorgo grano y harina de soya respectivamente y una producción de 30.4 y 31.6 kg/leche/día.

La producción de leche por lactancia depende de varios factores entre los que se tienen la genética del animal, la alimentación y el número de ordeños. Linda et al. (1997) encontraron producciones anuales de 9,750 kg/leche en tres ordeños y de 8,834 kg/leche en dos ordeños, siendo superior la producción en 10.4% en el sistema de tres ordeños. En New York de acuerdo con datos reportados por Tauer y Knoblauch (1997) las producciones por lactancia en el año de 1994 variaron de los 7,214 kg a los 8,650 kg de leche en 305 días en leche.

En cuanto a la utilización de ensilajes en las raciones de vacas lecheras, al

respecto varios investigadores señalan resultados encontrados en cuanto a los porcentajes de inclusión de dicho forraje en las raciones de vacas lechera. En los sistemas intensivos de producción de leche; los forrajes participan, en la alimentación del ganado en producción entre un 40 a 60 % del alimento total, aportando nutrientes comunes como carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales (Herrera, 1999). Sin embargo los resultados del presente estudio evidencian la necesidad de hacer una utilización más intensiva de aquellos forrajes más eficientes en el aprovechamiento de agua y que sean alternativos a la alfalfa.

Algunos sistemas agrícolas pueden ser alternativos para proporcionar forrajes más económicos en ambientes con restricciones de agua, una segunda cosecha de maíz, seguido de cereales en invierno y quizá el ensilaje de sorgo pudiera ayudar a reducir el consumo del agua (Satter, 1999). Otros estudios sostienen la tesis de que es posible mantener una buena producción de leche combinando alfalfa con ensilaje de maíz como fuente de forraje en raciones balanceadas (Borton et al., 1997); sin embargo, es conveniente señalar que Broderick (1985) reportó que la utilización de ensilado de maíz en más de un 75% del forraje disminuyó la producción de leche.

Dhiman y Satter (1997) sugirieron que el ensilado de maíz substituya solo de 1/3 a 2/3 del ensilado de alfalfa en las raciones integrales. Hutjens (1997) menciona que cuando el ensilado de maíz es la opción más económica, se recomienda una proporción de 60 a 80% de ensilado de maíz y de 20 a 40% de

leguminosas (en base seca).

Grant et al. (1995) mostraron que la producción de leche con raciones a base de sorgo forrajero son menores en comparación con el heno de alfalfa o el ensilaje de maíz; sin embargo, la producción de leche mejoró con la utilización de ensilado de sorgos de nervadura café. En un estudio realizado por Contreras et al. (1999) en evaluación de sorgos de grano y nervadura café tuvieron un mayor valor energético variando de 1.41 a 1.47 Mcal/kg/MS.

Marble (1996) en un estudio con vacas lecheras evaluó la producción de leche con tres niveles de alfalfa en la ración y una mezcla de forrajes de invierno ensilados, encontrando que con el testigo 100% alfalfa obtuvo un consumo de 20.5 kg/día y una producción de leche de 32.7 kg/día, mientras que en raciones con 66% y 34% de alfalfa y 34 % y 66% de ensilado obtuvo un consumo de 20.2 y 18.7 kg/día y una producción de leche de 32.7 y 32.5 kg/leche/día respectivamente. Otros estudios indican que una sustitución mayor (75%) ocasionó que vacas de primer parto tendieran a producir menos leche. De la misma manera Acosta et al. (1991) señalan que al aumentar el nivel de ensilado de cebada a más de 60% en la ración, también disminuyó la producción de leche.

Diversas investigaciones concluyen que es posible la alimentación de vacas lecheras altas productoras utilizando forrajes alternativos como lo muestran los resultados de Rosen (1999) en Israel donde las vacas son alimentadas

principalmente con ensilado de trigo, heno de leguminosas, del heno de veza, algo de maíz para ensilaje y algo de heno de alfalfa y trébol.

Otros investigadores como Stallings (1999) menciona que los cereales de grano pequeño pueden ser alimentos muy buenos para las vacas lecheras lactantes ya que la cebada cortada en fase tierna contiene de 17 a 19% de proteína cruda, 31% de fibra detergente ácido y 75% de digestibilidad.

Herrera (2000) menciona que el uso de variedades de maíz superior con 1.50 Mcal/kg de EnI en cantidades de hasta de 26 kg/vaca/día, han mantenido producciones de leche superiores a los 30 litros/vaca/día, al mismo tiempo de permitir reducir significativamente el costo de la ración de \$ 40.95 en la ración tradicional a \$ 38.13 en la ración con la utilización de maíces superiores.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Características de la Región Lagunera

La Región Lagunera, está localizada en la zona semidesértica del norte de México y comprende las porciones en la parte Suroeste del estado de Coahuila y Noroeste del estado de Durango, ubicada geográficamente entre los meridianos 102°15'36" y 104° 45'36" de Longitud Oeste y entre los paralelos 24° 22' 12" y 26° 47'24" de Latitud Norte (PROGRESA, 1995), constituyéndose de cinco municipios del estado de Coahuila y diez del estado de Durango, y cuya extensión territorial comprende una superficie de 47,887.50 kilómetros cuadrados.

Los climas principales de acuerdo a la clasificación climática de Koeppen, modificada por García, son de estepa (BS) y desértico (BW), los cuales van desde muy secos a secos y de muy cálidos a templados, con deficiencias de lluvia en todas las estaciones, y con lluvias en verano en todos los casos. La región se clasifica como un ambiente subtropical ya que en algunos meses la temperatura es inferior a los 18°C pero superior a los 5°C . La temperatura media anual de la región es de 20.6 °C con un rango de 18.7 a 21.3 °C. La precipitación anual es de 220 mm., esta varía de 77.8 mm como mínima y una máxima de 434.8 mm, los meses de mayor precipitación pluvial son: junio, agosto y septiembre.

La vegetación nativa propia de los climas semidesérticos es la que presenta una dominancia del chaparral de gobernadora, (*Larrea tridentata*), Hojasen

(*Florenxia cernua*), Huizache ( *Acacia farneciana*), Lechuguilla (*Agave lechuguilla*), Zacate Toboso (*Hilaria mutica*), Chamizo o costilla de vaca (*Atriplex canescens*), Bisnagas (*Echinocactus sp*) y Mezquites (*Prosopis sp*).

En la Comarca Lagunera existen dos fuentes de agua; la del subsuelo y la de gravedad, que proviene de las presas Lázaro Cárdenas cuya capacidad útil de almacenamiento para riego es de 2,936,913,000 m. cúbicos; y la Francisco Zarco, cuya capacidad útil es de 368,000,000 m cúbicos (SAGAR, 1994).

De la superficie total de la Comarca Lagunera un 50 a un 60 % está potencialmente disponible para realizar actividades agrícolas y la superficie que se destina a la producción de forrajes en la comarca, es de aproximadamente un 25% del total de la superficie que se destina a la producción agrícola; los cultivos que más se establecen, son los de la alfalfa, el maíz y sorgo forrajeros, así como la avena, el rye-grass, el trébol y las praderas (Romero, 1996).

Los suelos agrícolas más importantes de la región, son los que se ubican en las series de suelos, como son la serie Coyote con 98,000 hectáreas, la Zaragoza con 68,000, la San Pedro con 65,000, la San Ignacio con 56,000 y la Tlahualilo con 20,000; existen otras series cuya superficie no llega a las 20,000 hectáreas, como son la Noé, Gómez Palacio, Concordia y la Santiago.

## **Localización del estudio**

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna localizada en la carretera Santa Fe y Periférico en Torreón Coahuila y en explotaciones lecheras intensivas representativas de la región.

## **Duración del estudio**

El estudio tuvo una duración aproximada de ocho meses, iniciándose con la elaboración y estructuración del proyecto en octubre de 2001. Se iniciaron los trabajos de campo a partir del mes de abril del 2002 para concluir el mes de agosto del mismo año.

## **Materiales**

Para la realización del presente proyecto se utilizó y requirió como apoyo el siguiente material:

1. Registros de la información climática de la región.
2. Información de suelos de diferentes laboratorios de la región.
3. Estudios sobre las actividades agropecuarias de la región.
4. Informes de investigación y literatura de los aspectos del proyecto.
5. Vehículo para visita a establos.
6. Material de oficina

7. Equipo de cómputo.
8. Combustible y lubricantes para recorridos de campo.
9. Información de explotaciones lecheras en la región.

## **Métodos**

La metodología que se empleó para la realización del presente proyecto de investigación se explica a continuación:

### **Análisis del modelo actual de producción de forrajes en la región.**

Se obtuvo información de diferentes explotaciones lecheras de la región sobre la producción de forrajes, alimentación del ganado lechero y producción de leche mediante el registro de los diferentes aspectos en cada una de las actividades mencionadas a través de visitas formales y obtención de información de sus registros. La información obtenida incluyó; ubicación del predio, características de suelo, norias y gasto disponible, así como derechos de agua de presa y otros aprovechamientos, tamaño del predio, número y estratificación de las cabezas de ganado, especies y manejo de los cultivos forrajeros, producción, lámina de riego, producción de leche, etc.

Las variables que se observaron para caracterizar el sistema en cada uno de las explotaciones fueron:

- 1).- Superficies (has) totales y de forrajes.

- 2).- Rendimiento ( Materia seca,  $\text{kg ha}^{-1}$  ).
- 3).- Láminas de riego por cultivo (Cm)
- 4).- Disponibilidad de agua en litros por segundo (Lps)

Las variables que se utilizaron para caracterizar el sistema actual en los animales fueron:

- 1).- Producción de leche por día, por lactancia y No. de ordeños
- 2).- No. de cabezas totales, vacas en producción, y animales en desarrollo.

### **Análisis estadístico**

Se obtuvieron las medias, la moda y la desviación estándar de los valores obtenidos en las encuestas haciendo rangos de dichos valores utilizando para todas ellas las funciones disponibles en la hoja de calculo del programa Excel y del programa SAS System for Linear Models para Windows (Littell *et al.*, 1995).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Superficies totales

En la figura 4 se muestran los resultados de la frecuencia respecto a la superficie total encontrados del análisis de las encuestas realizadas de los predios ganaderos, después de estratificar por rangos las superficies, se puede observar que la mayor superficie en hectáreas se encuentra entre las 51 y 100 hectáreas con una frecuencia del 40 %, seguido de superficies menores a 50 hectáreas con un 27 %, sin embargo, las superficies mayores a 100 hectáreas ocupan aproximadamente un 32 % en las explotaciones lecheras de la región.

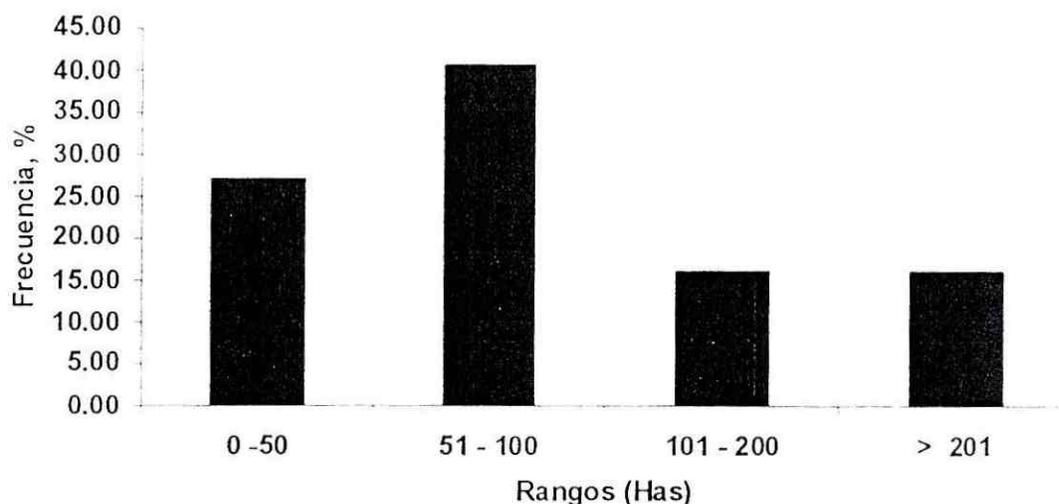


Figura 4. Frecuencia de las superficies totales en predios lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.

Los resultados obtenidos indican que el promedio de la superficie total por predio en la región es de 159 hectáreas ( $\pm 49.19$ ).

## Superficie de forrajes

En la figura 5 se presentan los resultados obtenidos de los rangos de hectáreas establecidas con cultivos forrajeros en los predios encuestados encontrando que la mayor frecuencia se localiza entre las 51 y 100 hectáreas con un 35 % ( $\pm 14$  has). El rango de menos de 50 hectáreas de forrajes fue del 28 %, aunque como se puede observar existe una tendencia a incrementar la superficie de forrajes ya que se encontraron evidencias que el 21 % de los productores establece más de las 200 hectáreas.

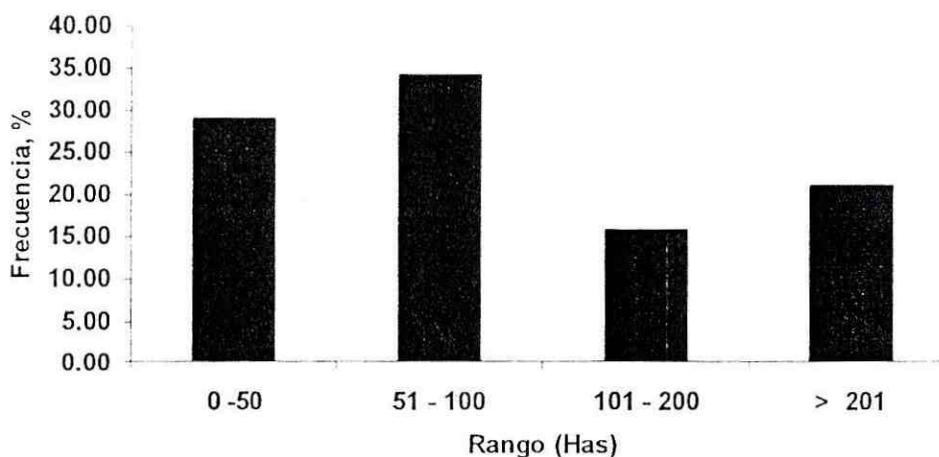


Figura 5. Frecuencia de establecimiento de las superficies de forrajes en predios lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.

## Litros por segundo por hectárea de forrajes

En la figura 6 se muestran los resultados obtenidos de las encuestas respecto a los gastos en LPS por hectárea de forrajes, encontrando que la mayor frecuencia se encuentra en los gastos de 0.6 a 1.0 LPS/ha de forrajes. Sin

embargo se puede observar que el 17% de los productores tienen gastos mayores al 1.6 litros por segundo por hectárea de forrajes, los resultados indican un promedio regional de 1.07 LPS/ha de forrajes ( $\pm 0.6$ ) y que solamente un porcentaje menor al 10% dispone de un gasto menor al 0.5 LPS/ha.

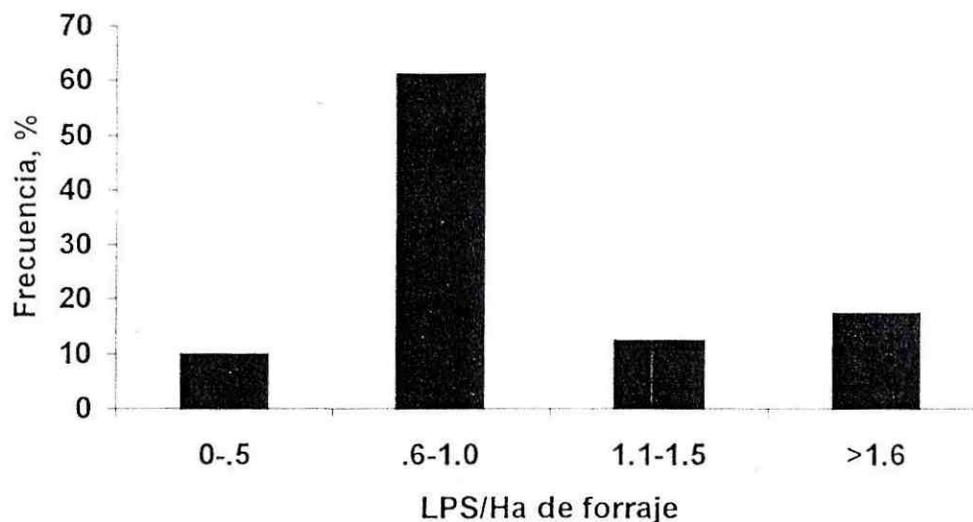
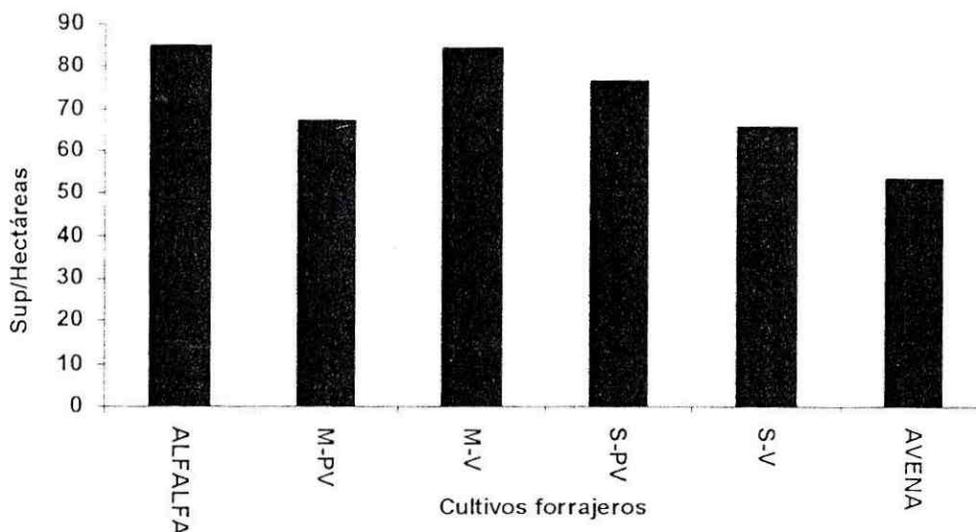


Figura 6. Frecuencia de Litros por segundo (LPS) por hectárea de forrajes encontrado en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.

### Superficie establecida por cultivo

En la figura 7 se pueden observar las superficies establecidas en promedio de cada uno de los cultivos forrajeros, siendo el cultivo de la alfalfa la que tiene la mayor superficie de hectáreas con 85 has ( $\pm 25$ ), seguido del cultivo del maíz de verano con 84 Has ( $\pm 21$ ), sin embargo el 48% de los productores tienen un establecimiento menor a las 30 hectáreas, seguido del rango de 31-60 hectáreas con un 34.5% de los productores y solamente el 10% establecen más de 91 hectáreas de alfalfa.



**Figura 7.** Superficies promedio establecidas con cultivos forrajeros (Alfalfa, Maíz de primavera-verano; Maíz de verano; Sorgo de primavera-verano; Sorgo de verano y Avena en invierno) en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.

De los sorgos de primavera-verano y de verano se establecen un promedio de 70 hectáreas ( $\pm 10$ ) y del cultivo de la avena un promedio de 54 hectáreas ( $\pm 8.4$ ). El rango con mayor superficie de maíz y sorgo de primavera-verano es de 31-60 has con una frecuencia de establecimiento del 40% y 28.6% de los productores respectivamente. En la avena el mayor rango de establecimiento se encuentra entre 0-30 hectáreas con un 55% de los productores.

### **Láminas de riego de los cultivos forrajeros**

Los resultados encontrados respecto a las láminas de riego en los forrajes se muestran en la figura 8 en la que se puede observar que el cultivo de la alfalfa es el que utiliza la mayor lámina de agua con un promedio de 176 cm ( $\pm 12.83$ )

teniendo el rango de lámina de 151-200 cm la mayor frecuencia con 52% de los productores y solamente el 16% utilizan láminas menores a 150 cm. Las láminas encontradas en maíz p-v (primavera-verano) y v (verano) son muy similares encontrando que la lámina con mayor frecuencia en p-v es de 60 cm con el 55% de los productores.

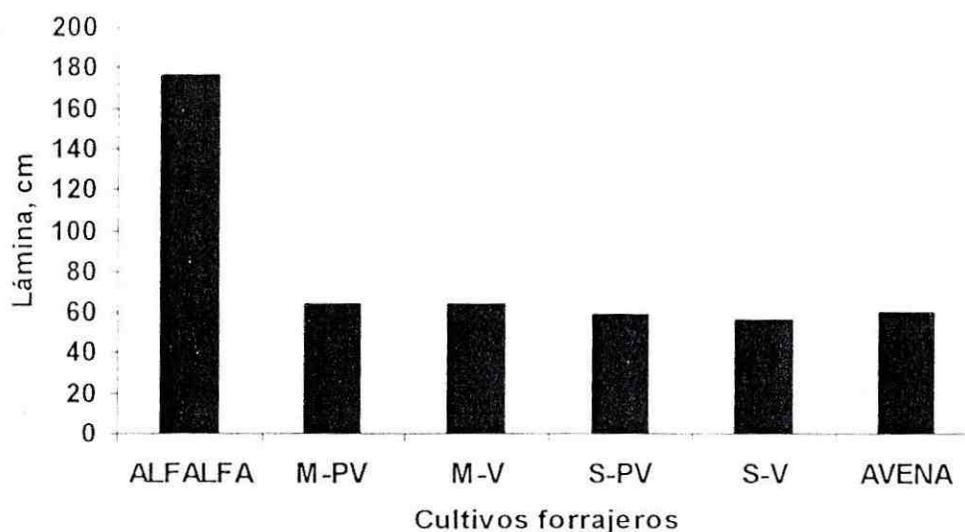


Figura 8. Lámina de riego promedio utilizadas en cultivos forrajeros (Alfalfa, Maíz de primavera-verano; Maíz de verano; Sorgo de primavera-verano; Sorgo de verano y Avena en invierno) en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.

En verano el 55% de los productores utilizan láminas de riego menores a 55 cm y el 18% utiliza más de 70 cm. En sorgo la lámina es menor en verano 56 cm ( $\pm 7.1$ ) con respecto a la p-v que es de 59 cm ( $\pm 2.4$ ), sin embargo el 53% de los productores utilizan láminas menores a 40 cm. En la avena la lámina promedio es de 56 cm ( $\pm 7.4$ ) siendo el 67% de los productores los que utilizan láminas de entre 41-60 cm.

## Rendimiento de los cultivos forrajeros

Los resultados obtenidos de la encuestas respecto al rendimiento de los cultivos muestran que el cultivo de la alfalfa muestra 23 ton/ms/ha ( $\pm 1.63$ ), siendo el 47% de los productores los que obtienen rendimientos de 21-25 ton/ms/ha y el 33% obtuvo más de 26 ton/ms/ha. Respecto al maíz en las dos épocas se muestran rendimientos similares con 23 ton/ms/ha ( $\pm 2.4$ ), encontrando que el 38% de los productores obtienen 19 ton/ms/ha y el 23% obtienen más de 26 ton al año de materia seca. (Figura 9).

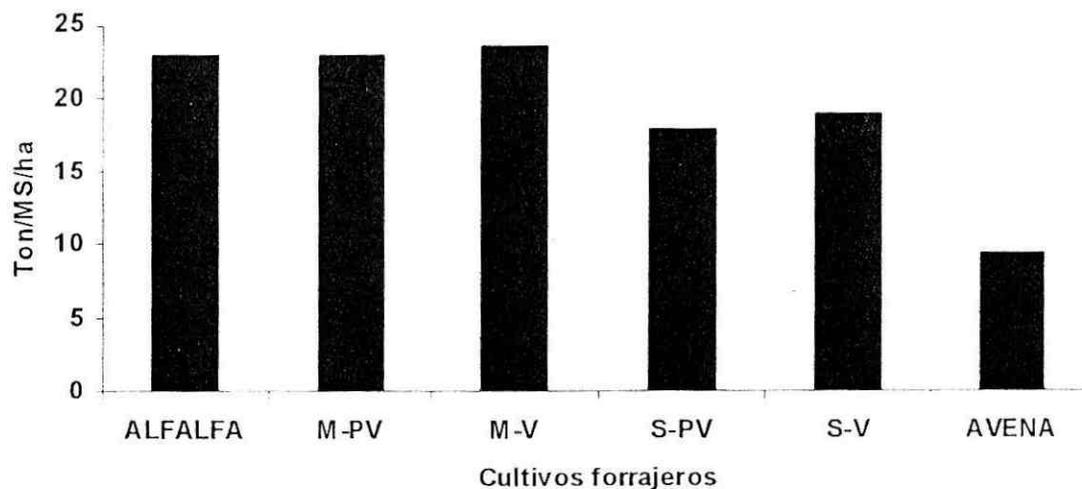


Figura 9. Rendimientos promedio obtenidos en cultivos forrajeros (Alfalfa, Maíz de primavera-verano; Maíz de verano; Sorgo de primavera-verano; Sorgo de verano y Avena en invierno) en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.

Los forrajes de invierno como la avena tuvieron un rendimiento de 9.5 ton/ms/ha ( $\pm 0.5$ ) encontrando que el 57% de los productores obtuvieron rendimientos menores a 10 ton, mientras que el 43% obtuvo rendimientos mayores a las 11 toneladas.

### Tamaño del hato bovino lechero

En la figura 10 se muestran los resultados del tamaño del hato bovino lechero encontrando un promedio de 1,554 vacas ( $\pm 379$ ) encontrando que los promedios de los rangos establecidos muestran productores que van desde las 347 hasta 3,629 vacas tal y como se muestra la figura 10.

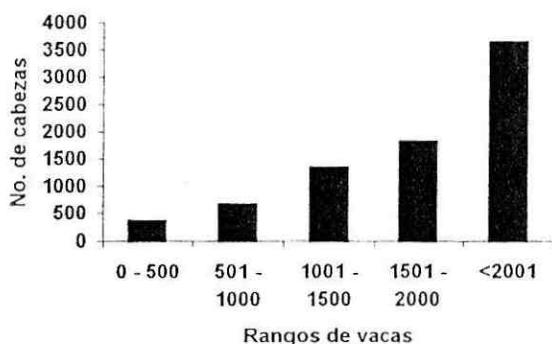


Figura 10. Rangos de número de vacas encontrado en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.

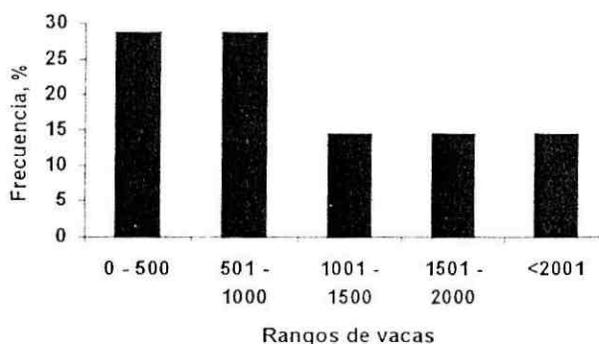


Figura 11. Frecuencia observada en relación al rango de número de vacas en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.

En la figura 11 se puede observar que el 28% de los productores tienen una cantidad menor a las 500 vacas y otro 28% tiene entre las 500 y 1000 vacas,

encontrando que existen productores (14%) que tienen vacas en tres rangos del número de vacas siendo estos mayores a las 1001, 1501 y más de las 2000 vacas. Cabe mencionar que la mayor frecuencia encontrada se localiza en los productores con inventarios menores a las 1000 vacas.

### Vacas en producción

Los resultados en lo referente al número de vacas en producción se obtuvo una media regional de 724 vacas ( $\pm 150$ ), encontrando que en el rango de 0-500 vacas en producción se tiene la mayor frecuencia de los predios encuestados con un 50%, el rango con más de 1000 vacas en producción muestra que el 25% de los productores se localizan en ese rango, seguido del rango entre 500-1000 vacas con solo el 7% de los productores (Figura 12).

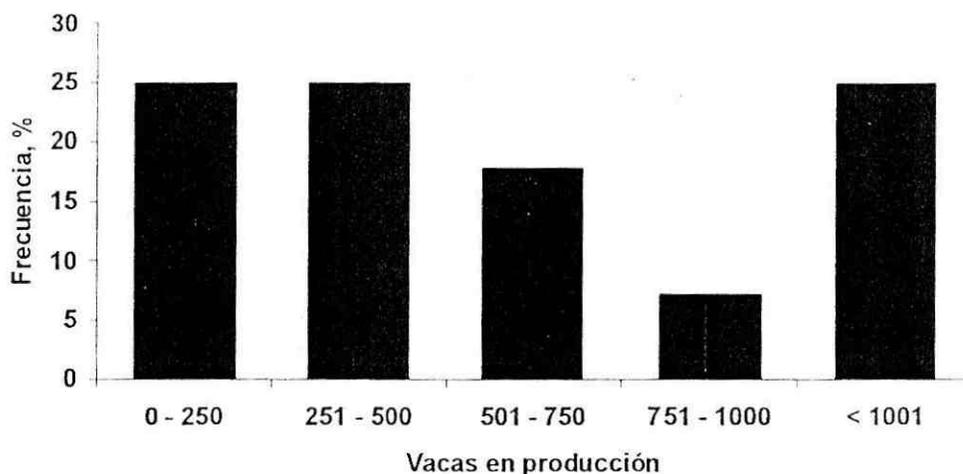
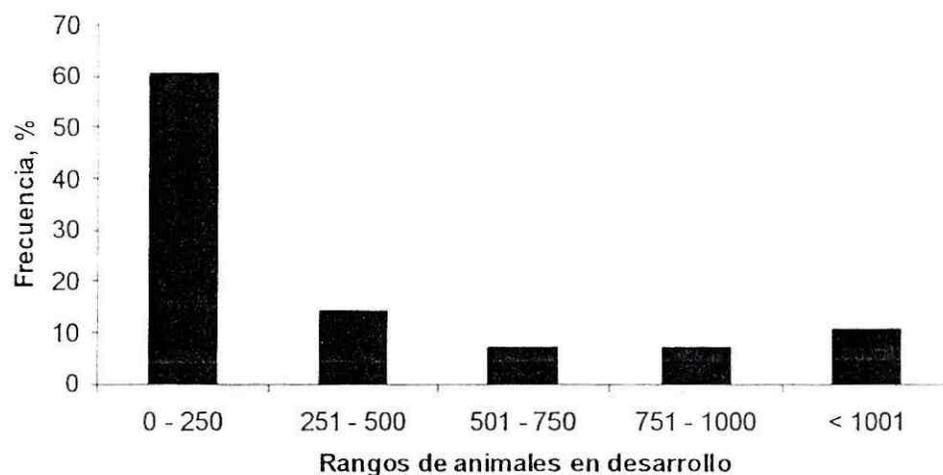


Figura 12. Rangos de número de vacas en producción encontrados en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.

Los promedios encontrados en los distintos rangos de vacas en producción muestran que en el rango de 0-250 vacas fue de 190 ( $\pm 51$ ), en el 251-500 fue de 342 ( $\pm 62$ ), en el rango de 500-750 fue de 593 ( $\pm 27$ ), y en el rango de más de 1000 vacas en producción fue de 1,617.

### Animales en desarrollo

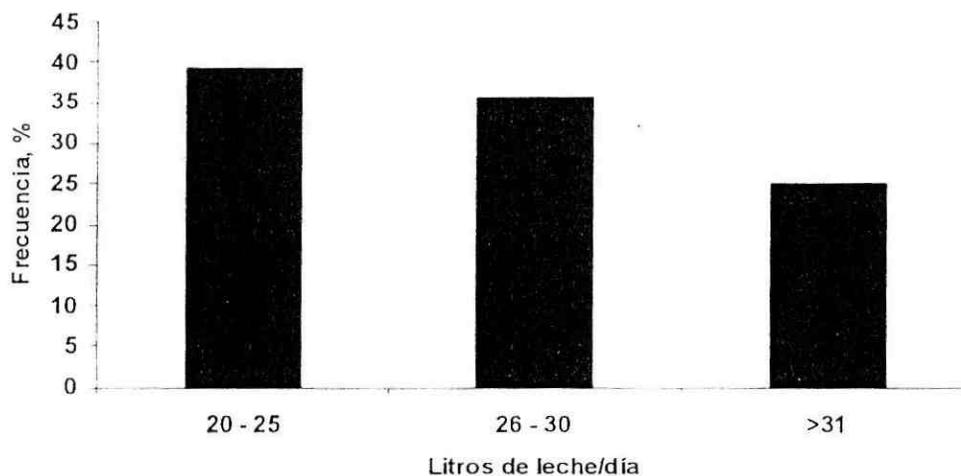
Los resultados muestran que el 60% de los productores tienen animales en desarrollo menores a los 250, seguido del rango de 251-500 con un 14% de los productores teniendo un promedio de 332 ( $\pm 45$ ), animales y el rango de mayor de 500 animales en desarrollo presentó solamente el 7% de los productores encuestados. El promedio regional encontrado de animales en desarrollo fue de 815 ( $\pm 222$ ), animales lo que pone de manifiesto la evidencia del incremento del inventario ganadero en los últimos años en la región (Figura 13).



**Figura 13.** Rangos de número de animales en desarrollo encontrados en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.

## Producción de leche por día

La producción de leche por día encontrada muestra un promedio regional de 28.0 lts/leche ( $\pm 1.68$ ) encontrando que el rango con mayor producción se localiza entre los 20-25 litros de leche con una frecuencia del 39% de los productores, sin embargo el rango entre 26-30 litros tiene una media de 27.75 ( $\pm 1.55$ ) litros y que representa el 35% de los productores encuestados. El rango con una producción mayor a los 31 litros mostró una media de 33 ( $\pm 2.24$ ) litros con una frecuencia del 25 % de los productores, lo que muestra que las tendencias a incrementar la producción de leche por día por parte de los productores es evidente a través del mejoramiento del ganado y mayor eficiencia en el manejo y la alimentación (Figuras 14 y 15).



**Figura 14.** Porcentaje de la frecuencia de productores en los diferentes rangos de producción de leche por día encontrados en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.

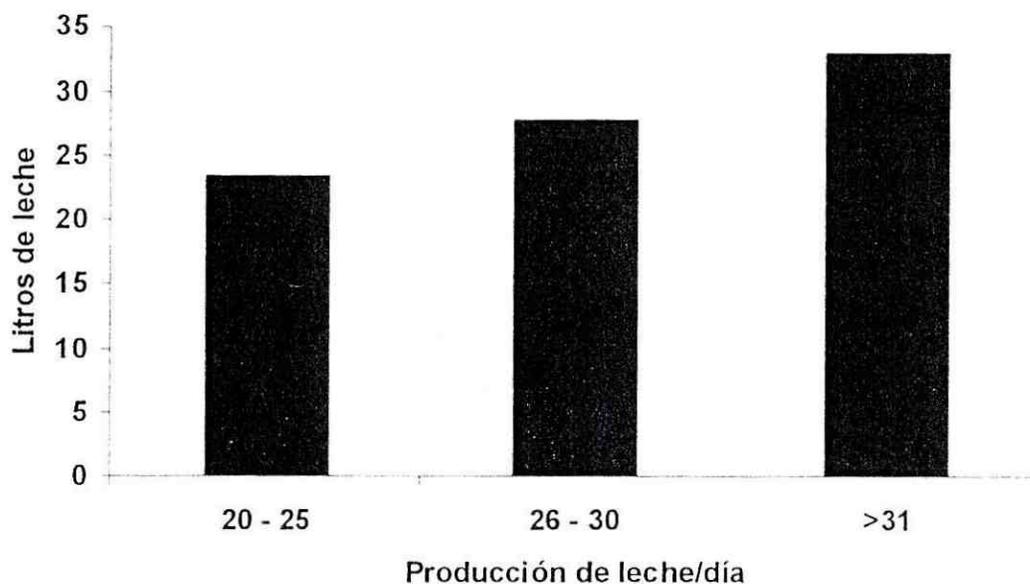


Figura 15. Promedios de producción de leche por día de diferentes rangos encontrados en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.

#### Producción por lactancia

Los resultados encontrados en la producción por lactancia muestran una media regional de 8,557 ( $\pm 207$ ) litros de leche por lactancia, encontrando el mayor rango de productores con el 35% con una producción media de 7,521 litros de leche. Los resultados muestran sin embargo, que los rangos mayores a lactancias de 8000 litros se localizan el 34% de los productores con lactancias promedio a las 8,500 y 9,300 litros, encontrando evidencias que el 14% de los productores presentan en sus hatos producciones mayores a los 10,000 ( $\pm 420$ ) litros por lactancia tal y como se puede observar en la figuras 16 y 17 con una media de 10,500 litros.

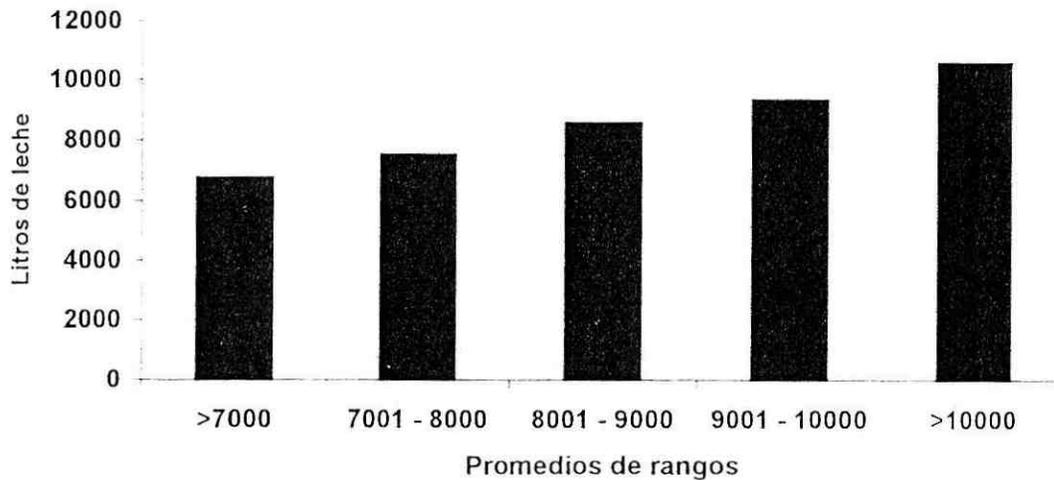


Figura 16. Promedios de producción de leche por lactancia de diferentes rangos encontrados en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.

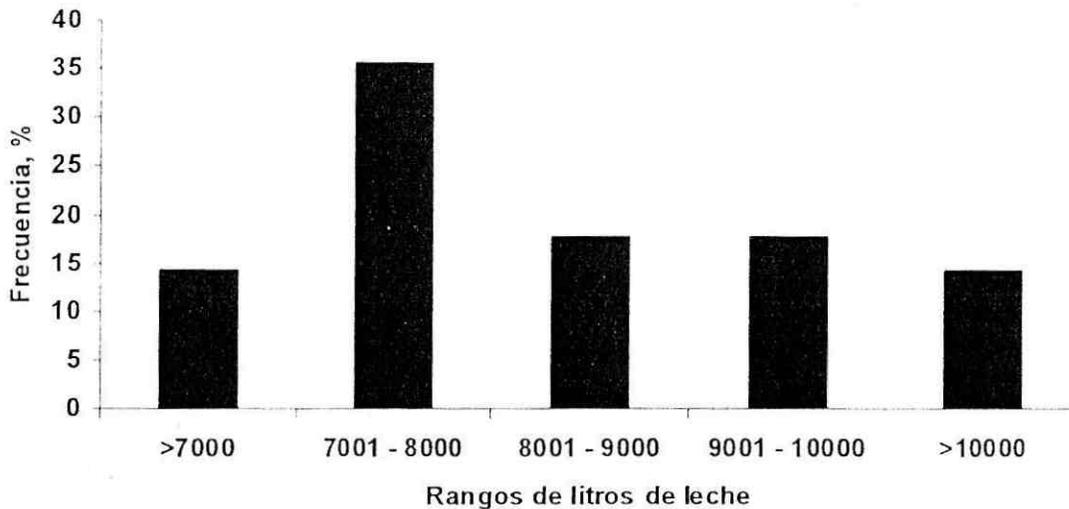


Figura 17. Porcentaje de frecuencia de productores de producción de leche por lactancia de diferentes rangos encontrados en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.

En la figura 17 se muestran los resultados de la frecuencia de productores que se localizaron en cada rango de producción de leche por lactancia

encontrando que el rango entre las 7000 y 8000 litros es el que presenta el mayor número de productores con una frecuencia del 35%, seguido de los rangos entre los 8,000 y 9,000 litros con un 17% de los productores en cada rango.

### Densidad de vacas por hectárea en la región

En la figura 18 se muestran los resultados de esta variable encontrando el número de vacas totales y vacas en producción que son mantenidas en los distintos rangos de superficie de forrajes, sin embargo el promedio regional encontrado fue de 8.23 vacas/ha de forrajes y de 4.09 vacas en producción/ha de forrajes. Se puede mencionar que los predios con menor superficie no son autosuficientes en la producción de forrajes por lo que tienen que llevar a cabo fuertes inversiones en la compra de forrajes para la alimentación del ganado.

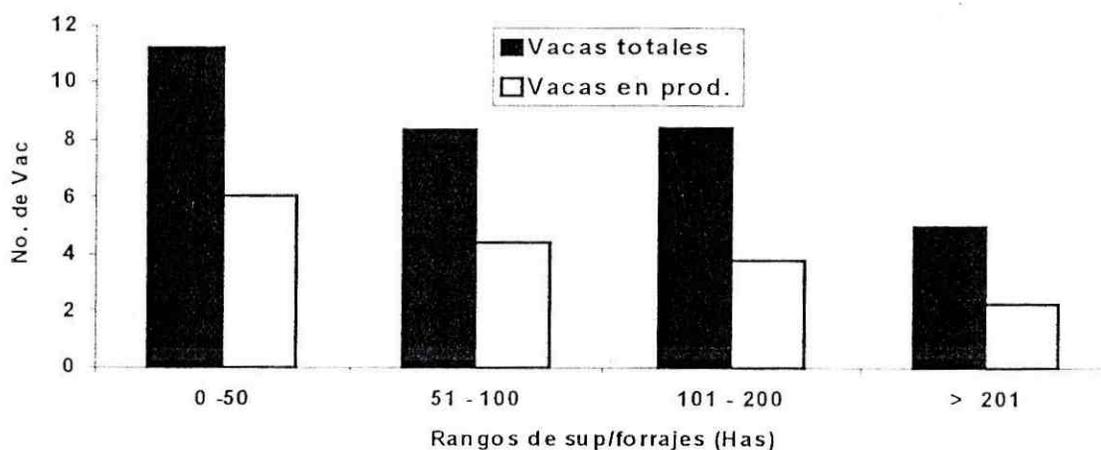


Figura 18. Densidad de vacas totales y vacas en producción por hectárea de forrajes de diferentes rangos encontrados en predios ganaderos lecheros encuestados en la Comarca Lagunera durante 2001-2002.

Los resultados también muestran que predios con más de 2,000 vacas en producción también tienen que acudir a la compra de forraje fuera de la explotación. El 50% de los productores se localizan en densidades entre las 8.34 y 8.41 vacas totales por hectárea de forrajes y de 6.0 vacas en producción por hectárea de forrajes. La densidad encontrada en predios con más de 2000 vacas en producción es de 2.22 vacas/ha de forrajes.

### **Discusión**

Las explotaciones lecheras en la Laguna presentan características similares a las explotaciones lecheras en Estados Unidos de América. Mowrey y Spain (1999) indican que la alfalfa es el forraje utilizado en mayor porcentaje (63%) en las explotaciones de Estados Unidos de América. Prácticamente este forraje se utiliza en todas las regiones de los Estados Unidos de América. Su utilización se debe a su alto contenido de proteína y a la respuesta en producción de leche cuando se incluye en la ración. El ensilado de maíz se emplea principalmente en el noreste y medio-oeste de los Estados Unidos de América. Los forrajes de sorgo y cereales se emplean en menor grado principalmente en el sureste y suroeste de los Estados Unidos de América.

Stahl *et al.* (1999) en otro estudio de explotaciones lecheras en Minnesota en los Estados Unidos de América, señalan que los principales forrajes fueron el

ensilado de maíz y la alfalfa. Este estudio señala que el 56 % de la superficie de forrajes fue dedicada a maíz forrajero y 34 % a alfalfa. En estas explotaciones, la producción de leche por lactancia fue de 8,591 a 8,899 litros por vaca.

En relación al tamaño de hato, Losinger y Heinrichs (1996) señalan que las explotaciones con más de 200 vacas se encuentran principalmente en el oeste de los Estados Unidos de América. Bailey *et al.* (1997) indican que el tamaño de hato promedio de explotaciones lecheras fue de 821 vacas en Tulare en California, en comparación con un tamaño promedio de 80 vacas en Wright County, Missouri. Estos autores explican el cambio a explotaciones grandes en algunas regiones con ventajas de las economías de escala y un uso más eficiente de la mano de obra y capital.

Desafortunadamente, la existencia de explotaciones lecheras grandes pueden causar algunos impactos negativos al entorno ambiental. Dado que en las grandes explotaciones lecheras se importan grandes cantidades de nitrógeno en forma de alimento o fertilizante, existen grandes cantidades en las excretas que deben ser recicladas a través de su utilización en la producción agrícola. Sin embargo Rotz *et al.* (1999a) señala que el aumento en la relación de animales por hectárea generalmente ocasiona mayores pérdidas de nitrógeno al ambiente debido a que no se recicla totalmente el exceso en las excretas. Rotz *et al.* (1999b) indican que en explotaciones con una alta cantidad de vacas por unidad de superficie y altas producciones de leche, la suplementación eficiente de proteína es la principal estrategia para disminuir la excreción de nitrógeno en las

excretas. La utilización de alfalfa o ensilado de maíz en la ración es un factor con menos efecto en la excreción de nitrógeno en las excretas en comparación a la suplementación de proteína.

Las producciones de leche por vaca en la región se consideran competitivas, en comparación con regiones de los Estados Unidos de América. Las producciones de leche son de 8,271, 7,492, 7,408 y 7,253 litros en las regiones oeste, noreste, medio oeste y sureste, para dichas regiones, respectivamente (Losinger y Heinrichs, 1996). Particularmente, los Estados de Arizona, California y Nuevo México tienen producciones de 9,128, 9,299 y 8,736 litros de leche por vaca (Unión Ganadera, 1998).

Respecto al uso del agua de riego, Phené (1999) indica que en áreas desérticas, las necesidades de agua de la alfalfa son alrededor de 190 cm. En el caso del maíz, Rhoads y Bennet (1990) indican requerimientos de agua de riego desde 43 hasta 65 cm. En el caso de los forrajes de invierno, se reportan requerimientos de 55 a 65 cm para cereales de grano pequeño. Dichos resultados son consistentes a los reportados en este estudio y sugieren evaluar una estrategia en la producción de leche con mayor grado de utilización de sorgo forrajero, maíz forrajero y cereales de grano pequeño debido a sus menores requerimientos de agua de riego.

Entre los datos relevantes que indican la caracterización y la situación actual de la producción lechera en la región Lagunera obtenidos por medio de la

realización de encuestas con productores representativos se pueden citar los siguientes:

- 1.- Al analizar las características de los predios encuestados se pudo observar que la superficie promedio fue de 159 has y que existe una relación estrecha entre la superficie de forrajes y el gasto disponible, y el coeficiente o índice de 8.23 vacas por ha de forrajes.
- 2.- El cultivo de la alfalfa se establece en todas las explotaciones, pero a diferencia de lo que se piensa la superficie promedio en la región por predio no excedió de las 85.2 has.
- 3.- En los predios con más de 1000 vacas existe una producción insuficiente de forrajes, por lo que obligatoriamente para satisfacer su demanda interna tienen que comprar forrajes del exterior, sobre todo en la época de primavera y en menor grado en otoño.
- 4.- Por el contrario en predios con menos de 500 vacas en producción por lo general son autosuficientes en la producción de forrajes.
- 5.- El nivel de producción promedio de leche/vaca/día en los predios encuestados es de 28.05, y el volumen de producción por lactancia por vaca en promedio es de 8,557.0 litros, con promedio de 724 vacas en producción y 815 animales en desarrollo.
- 6.- Respecto a las láminas de riego y rendimientos de los cultivos se observaron algunas diferencias, sin embargo, los datos obtenidos fueron bastante aceptables de acuerdo con la tecnología actual disponible.

7.- Casi el 45% de los predios han implementación de algún tipo de sistema de riego, lo que demuestra el interés de los productores por hacer un mejor uso del agua, siendo el gasto disponible por ha/forraje de 1.07 (Lps).

## CONCLUSIONES

La mayoría de las explotaciones lecheras en la Región Lagunera se caracterizan por tener superficies menores de 100 ha y mayores de 500 ha con una disponibilidad de agua de 1.07 litros por segundo por hectárea.

La alfalfa se siembra en el 100 % de las explotaciones seguida de maíz forrajero en primavera y cereales de grano pequeño en otoño-invierno. En estas explotaciones, la alfalfa ocupa de 40 a 60 % de la superficie dedicada a la producción de forrajes. La alfalfa es el forraje que utiliza mayores láminas de riego.

La mayoría de las explotaciones tienen más de 1000 cabezas de ganado. La relación de 5.1 a 7.5 vacas en producción por hectárea fue la más frecuente en estas explotaciones. Este tipo de explotaciones se caracterizan por la compra de forrajes. La producción de leche por lactancia fue de 7,000 a 8,000 litros en la mayoría de las explotaciones.

## LITERATURA CITADA

- Acosta, Y.M., C.C. Stallings., C.E. Polan and C.N. Miller. 1991. Evaluation of barley silage harvested at boot and soft dough stages. *J. Dairy Sci.* 74: 167-176.
- Aguilar, V.A. y A. Luévano G. 1999. Impacto social y económico de la ganadería lechera en la Región Lagunera. Grupo Industrial LALA, S.A. de C.V. Sexta Edición.
- Aguilar, V.A. y L.A. García H. 2000. El Impacto social y económico de la ganadería lechera en la Región Lagunera. Grupo Industrial LALA, S.A. de C.V. Séptima Edición. Marzo.
- Australian Milk Production. 2002. <http://www.Dairycorp.com.au/statistics>.
- Bailey, K., D. Hardin, J. Spain, J. Garret, J. Hoehne, R. Randle, R. Ricketts, B. Steevens, and J. Zulovich. 1997. An economic simulation study of large scale dairy units in the Midwest. *J. Dairy Sci.* 80:205-214.
- Beauchemin K. A., L. M. Rode, and M. V. Eliason. 1997. Chewing Activities and Milk Production of Dairy Cows Fed Alfalfa as Hay, Silage, or Dried Cubes of Hay or Dried Cubes of Hay or Silage. *J. Dairy Sci* 80:323-333.
- Borton, L.R., C.A. Rotz, J.R. Black., M.S. Allen, and J.W. Lloyd. 1997. Alfalfa and corn silage systems compared on Michigan dairy farms. *J. Dairy Sci.* 80:1813-1826.
- Broderick, G.A. 1985. Alfalfa silage or hay versus corn silage as the sole forage for lactating dairy cows *J. Dairy Sci.* 68:3262-3271.

- Cantú B. J. E. 1989. Apuntes de cultivos forrajeros. Depto. de Fitomejoramiento. U.A.A.A.N U.L. Torreón, Coah. Agosto, 1989.
- Cantú, B.J.E. 2001. Modelo de producción sustentable de forrajes para producción de leche en regiones con limitantes de agua. Tesis Doctoral. DEP-FAZ-UJED. Junio del 2001.
- Chalupa, 1995. Requerimientos de forrajes de vacas lecheras. Ciclo internacional de conferencias sobre nutrición y manejo. La importancia de los forrajes en la optimización económica. Envases especializados de la L.A.L.A. Gómez Palacio, Dgo. Noviembre, 1995.
- CIAN-SARH-INIA. 1979. El nuevo enfoque y resultados de investigación agrícola en forrajes. CAELALA-CIAN-INIA-SARH. Comarca Lagunera. Septiembre
- CENID-RASPA.1999. Estación Agrometeorológica del Centro Nacional del Investigación Disciplinaria en Relación Agua- Suelo- Planta- Atmósfera. SAGAR-INIFAP. Gómez Palacio, Dgo.
- Clark P. W. and L. E. Armentano. 1997. Replacement of Alfalfa Neutral Detergent Fiber with a Combination of Nonforage Fiber Sources. J. Dairy Sci 80: 675-680.
- Contreras, G. E., R. Faz C, y G. Nuñez Hernández. 1999. Parcela demostrativa de híbridos de maíz y sorgos forrajeros para ensilado, en la Comarca Lagunera. P.P. Granja Ana Primavera de 1999. V Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutrición y Manejo. Grupo Industrial LALA. Nov. 11-13 Torreón, Coah.
- Dhiman, T.R. and L.D. Satter. 1997. Yield response of dairy cows fed different proportions of alfalfa silage and corn silage. J. Dairy Sci. 80:2069-2082.

- Duvick, D.N., and K.G. Cassman. 1999. Post-green revolution trends in yield potential of temperate maize in the North-central United States. *Crop. Sci.* 39:1622-1630.
- Espinoza, B.A. 1995. El girasol forrajero como alternativa en el patrón de forrajes en la Comarca Lagunera. *Informa de Investigación U.A.A.A.N.U.L.*
- F.I.R.A-BANCO DE MEXICO. 1998. Diagnóstico de la ganadería de leche. Subdirección Regional Norte. Residencia Estatal: Comarca Lagunera. Marzo. Torreón, Coah.
- F.I.R.A-BANCO DE MEXICO. 1999. Diagnóstico de la ganadería de leche. Subdirección Regional Norte. Residencia Estatal: Comarca Lagunera. Marzo. Torreón, Coah.
- Farías, F.J.M. 1983. Avena forrajera. Su cultivo en la Comarca Lagunera. Desplegable No.7 SARH-CIAN- C.A.E.L.A.L.A. Matamoros, Coah.
- Grant, R. L. S.G. Haddad., K.J. Moore, and J.F. Pedersen. 1995. Brown midrib sorghum silage for midlactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78:1970-1980.
- Herrera, R y S. 1999. La importancia de la calidad en los maíces y sorgos seleccionados para forraje y su efecto en la producción y costos de alimentación. V Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutrición y Manejo. Grupo Industrial LALA. Nov. 11-13 Torreón, Coah.
- Herrera, R y S. 2000. La importancia de los maíces y sorgos mejorados para la producción de ensilaje. *Lechero latino*. Primer cuarto 2000. Recursos de Negocios para Productores de Leche Exitosos. p 8-11. Htt :// [www.DairyBusiness.com](http://www.DairyBusiness.com).

- Hutjens, M. 1997. Importancia de la calidad de los forrajes para maximizar la producción de leche a bajo costo. III Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutrición y Manejo. La Relación Nutrición-Reproducción y su Importancia en la Producción de Leche. Grupo Industrial LALA. Nov. 13-15. Gómez Palacio, Dgo. p. 2-11.
- Jáquez, F. A. 1995. Estudio de variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) en la Comarca Lagunera. Monografía. División de carreras agronómicas. U.A.A.A.N.U.L. Torreón, Coah. Noviembre. Pág. 19-20
- LALA. 1995. El impacto social y económico de la ganadería lechera en la Región Lagunera. 1995 2a. edición marzo. Grupo Industrial LALA. S.A. de C.V.
- Littell, C.R., R. J. Freund, and Ph. C. Spector. 1995. SAS. System for Lineal Models. SAS Series in Statistical Applications. Third edition. SAS Institute Inc. p 9-49.
- Losinger, W. C., and A. J. Heinrichs. 1996. Dairy operation management practices and herd milk production. 79: 506-514.
- Marble, V.L. 1996b. Como maximizar la producción de alfalfa bajo condiciones semiáridas. II Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutrición y Manejo. Producción y manejo de forrajes para aumentar la eficiencia del ganado lechero Grupo Industrial LALA. Nov. 21-23. Gómez Palacio, Dgo. p. 23-29.
- Martínez, P. A., M. Quiroga, N. Thomas, and K.F. Byerly. 1981. Alternative forage-production patterns for dairy cattle under conditions of limited water supply in Northern Mexico. Proc. XIV. International Grassland Congress. Lexington, Kentucky, USA.

- Mowrey, A., and J.N. Spain. 1999. Results of a nation wide survey to determine feedstuffs fed to lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82:445-451.
- Nuñez, H. G. 2002. Sorgo BMR 100. (Nervadura café) Alternativa para la producción de ensilaje de sorgo de alta calidad nutritiva. *Unión Ganadera Año6 Vol. 40 Julio-Agosto.* p 12.
- Nuñez H, G., J. Santamaría., J.E. Cantú, y R. Faz. 2000. Modelo de producción sustentable de forrajes para la producción de leche en regiones con limitante de agua. En: *Memorias de la III Reunión de Investigación.* Sivilla-Durango. Durango, Dgo. 145-152.
- Nuñez H.,G., F. Contreras G., M. Quiroga G, y R. Faz C. 1997. Cultivos forrajeros de invierno. III Ciclo de Conferencias Internacionales sobre Nutrición y Manejo. "Producción y manejo de forrajes para aumentar la eficiencia del ganado lechero" Gerencia de Asistencia Técnica. E.E.L.S.A. División Alimentos Balanceados. Gómez Palacio, Dgo. Noviembre. Pag 59-67
- Nuñez, H. G., J. Márquez O., Y. I. Chew, E. Castro M., M. Ramírez D. y J. Santamaría 1996. Proyecto de manejo integrado para alfalfa en la Comarca Lagunera. II Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutrición y Manejo. Grupo Industrial LALA. Nov. 21-23. Gómez Palacio, Dgo. p. 111-122.
- Nuñez, H. G., J. Santamaría C., y R. Faz Contreras. 1999. Resultados de investigación en forrajes de alta calidad nutritiva con condiciones limitadas de riego en la Región Lagunera. V Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutrición y Manejo. Grupo Industrial LALA. Nov. 11-13 Torreón, Coah.

- Núñez, H.G., J. Santamaría., J. E. Cantú, y R. Faz. 2000. Modelo de producción sustentable de forrajes para la producción de leche en regiones con limitantes de agua. En: Memorias de la III Reunión de Investigación. Sivilla-Durango, Durango, Dgo. 145-152.
- Phené, C. 1999. Producción de alfalfa con riego por goteo. Primer Simposium Internacional de Irrigación y Nutrición vegetal. 75-83.
- PIONNER 1995. Inoculantes para ensilaje, Boletín técnico. 1995.
- PROGRESA, 1995. Programa PROGRESA. Gobierno de la Republica. México, D.F.
- Rhoads, F.M., and J.M. Bennett. 1990. Corn. *In: Irrigation of Agricultural Crops.* ASA-CSSA-SSSA. Agronomy Monograph No. 30. Madison, WI. USA. 569-596.
- Romero, F. E. 1996. El manejo de los suelos para incrementar la producción de los forrajes. II Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutrición y Manejo. Producción y manejo de forrajes para aumentar la eficiencia del ganado lechero Grupo Industrial LALA. Nov. 21-23. Gómez Palacio, Dgo. p. 10-22.
- Rosen S. 1999. Nutrición y manejo de la alimentación de vacas lecheras de alta producción – Una perspectiva Israelí. V Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutrición y Manejo. Grupo Industrial LALA. Nov. 11-13 Torreón, Coah. p 58-68.
- Rotz, C.A., D. R. Mertens., D.R. Buckmaster., M.S. Allen, and J.H. Harrison. 1999a. A dairy herd model for use in whole farm simulations. *J. Dairy Sci.* 82:2826-2840.

- Rotz, C. A., L.D. Satter., D.R. Mertens, and R.E. Muck. 1999b. Feeding strategy, nitrogen cycling and profitability of dairy farms. *J. Dairy Sci.* 82:2841-2855.
- SAGAR. 1994-1999. Anuario estadístico de la producción agropecuaria. Ciclos 1994-1999. Sistema de Información Agropecuaria. Región Lagunera Coahuila-Durango. Alianza para el Campo. Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural. Cd. Lerdo Dgo.
- SAGAR. 2000. Anuario estadístico de la producción agropecuaria 1999. Sistema de Información Agropecuaria. Región Lagunera Coahuila-Durango. Alianza para el Campo. Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural. Cd. Lerdo, Dgo.
- SAGARPA. 2001. Anuario estadístico de la producción agropecuaria 2000. Sistema de Información Agropecuaria. Región Lagunera Coahuila-Durango. Alianza para el Campo. Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural. Cd. Lerdo Dgo.
- SAGARPA. 2002. Anuario estadístico de la producción agropecuaria 2001. Sistema de Información Agropecuaria. Región Lagunera Coahuila-Durango. Alianza para el Campo. Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural. Cd. Lerdo Dgo.
- Satter, L.D. 1999. Como utilizar la alfalfa eficientemente para obtener la máxima producción de leche. V Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutrición y Manejo. Grupo Industrial LALA. Nov. 11-13 Torreón, Coah.
- Stahl, T.J., B.J. Conlin, A.J. Seykora, and G.R. Steuernagel. 1999. Characteristics of Minnesota dairy farms that significantly increased milk production from 1989-1993. *J. Dairy Sci.* 82:45-51.

- Stallings Ch. 1999. Los cereales de grano pequeño son forrajes excelentes para vacas en ordeño. Libreta de apuntes... Hoard's Dairyman en español. Octubre, 1999. Editores Agropecuarios, México. p 660.
- Tauer L. W. and W. A. Knoblauch. 1997. The Empirical Impact of Bovine Somatotropin on New York Dairy Farms. J. Dairy Sci 80: 1092-1097.
- Titgemeyer E. C. and J. E. Shirley. 1997. Effect of Processed Grain Sorghum and Expeller Soybean Meal on Performance of Lactating Cows. J. Dairy Sci 80: 714-721.
- Tollenaar. M. and J. Wu. 1999. Yield improvement in temperate maize is attributable to greater stress tolerance. Crop. Sci. 39:1597-1604.
- U.S.D.A. 1993-1997. Milk Cows and Production. Final Estimates. National Agricultural Statistics Service. Statistical Bulletin Number 952.
- Unión Ganadera. 1998. Qué le espera a la industria lechera nacional en el año 2004. Año 4. Volumen 14:3.
- Wattiaux M. y Howard T. 1994. Guía técnica lechera. Nutrición y alimentación. Universidad de Wisconsin, U.S.A.