

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

División Regional de Ciencia Animal



**“DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA LECHERA  
GENERAL Y AJUSTADA A GRASA DE NUEVE  
ESTABLOS LECHEROS DE LA COMARCA  
LAGUNERA EN ÉPOCA DE PRIMAVERA”**

POR:

ROBERTO VÁZQUEZ CERVANTES

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN COAHUILA MÉXICO

DICIEMBRE 2012.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

División Regional de Ciencia Animal



**“DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA LECHERA GENERAL Y AJUSTADA A GRASA DE NUEVE ESTABLOS LECHEROS DE LA COMARCA LAGUNERA EN ÉPOCA DE PRIMAVERA”**

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

PRESIDENTE DEL JURADO

---

DR. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

---

M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAH.

DICIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
Unidad Laguna  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



ROBERTO VÁZQUEZ CERVANTES

**"DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA LECHERA GENERAL Y  
AJUSTADA A GRASA DE NUEVE ESTABLOS LECHEROS DE  
LA COMARCA LAGUNERA EN ÉPOCA DE PRIMAVERA"**

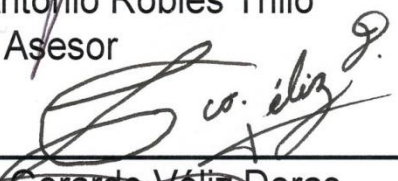
**Tesis**

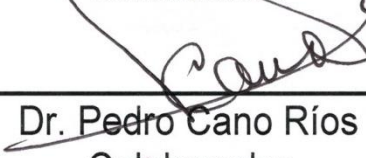
Que se somete a la consideración del Comité asesor, como  
requisito parcial para obtener el título de


**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

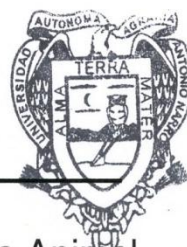
**COMITÉ PARTICULAR**

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Pedro Antonio Robles Trillo  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras  
Colaborador

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Pedro Cano Ríos  
Colaborador

  
\_\_\_\_\_  
M. V. Z. Rodrigo Simón Alonso  
Coordinador de la División de Regional de Ciencia Animal



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

División Regional de Ciencia Animal



TESIS:


ROBERTO VÁZQUEZ CERVANTES

**“DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA LECHERA GENERAL Y AJUSTADA A GRASA DE NUEVE ESTABLOS LECHEROS DE LA COMARCA LAGUNERA EN ÉPOCA DE PRIMAVERA”**

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. Pedro Antonio Robles Trillo

Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Francisco Gerardo Veliz Deras

Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Ma. de los Angeles De Santiago  
Miramontes

Vocal suplente

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Leticia Romana Gaytán Alemán

## **DEDICATORIA**

### **A mis tíos:**

Sra. María del Carmen Berra Huerta y Sr. José Alberto Román Vázquez Vázquez.

### **A mis padres:**

Sra. Juana María Cervantes Zamora y Sr. Fernando Vázquez Vázquez

### **A mis hermanos:**

Sr. Fernando Vázquez Cervantes, Mariana Vázquez Cervantes, José Luis Vázquez Cervantes.

### **A mis primos:**

Maricarmen Vázquez Berra, Valeria Vázquez Berra, José Alberto Vázquez Berra

### **A mis abuelos:**

Sr. Petra Vázquez García (+) y Mariano Vázquez Gómez

### **A mis maestros:**

Quienes contribuyeron en mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Es difícil trasladar al papel mis agradecimientos por las oportunidades y experiencias brindadas en la vida y más aún encontrar la manera de transmitirlo con significado pleno.

A dios quien es dador de la vida y salud, por todas las dedicaciones recibidas y por permitirme seguir viviendo en este mundo; poder darme la oportunidad de ser alguien en la vida. Muchas gracias Dios mío.

### **A mi Alma Terra Mater**

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna por darme la oportunidad de poder terminar mi carrera.

**A mis padres:** Sra. Juana María Cervantes Zamora y Sr. Fernando Vázquez Vázquez.

Por haberme dado la vida y ser unos de los primeros en enseñarme el camino mi formación moral y académica.

**A tíos:** Sra. María del Carmen Berra Huerta y Sr. José Alberto Román Vázquez Vázquez.

Gracias por darme y brindarme su gran apoyo incondicional mente en los tiempos que fue necesarios para mi persona y por haberme brindando unas palabras de aliento y de motivación, y en cabio los regaños y consejos fueron siempre para lograr un bien en mi vida futura se los agradezco de todo corazón gracias.

**A mis Hermanos:** Sr. Fernando V.C., Mariana V.C., José Luis V.C.

Con todo mi respeto y gratitud, por la amistad, confianza, cariño, unión y comprensión cuyos e inspiración fueron importantes para alcanzar esta meta.

**A mis primos:** José Alberto V.B, Maricarmen V.B., Valeria V.B.

Por darme su apoyo y confianza, demostrándolo con palabras de aliento para que yo pudiera seguir en mi carrera.

### **A mi asesor:**

Dr. Pedro Antonio Robles Trillo por dedicarme parte de su valioso tiempo y paciencia, por el apoyo en las correcciones y sugerencias que tuvo conmigo acerca de este trabajo por el conocimiento que compartió conmigo, que sin ellos no hubiera sido posible culminar el trabajo, no encuentro palabras para agradecersele. Muchas gracias.

Al Dr. Francisco Gerardo Vèliz Deras por su apoyo y sugerencias en la revisión de este trabajo por haber compartido sus conocimientos y por sus valiosos consejos que enriquecieron este trabajo.

A la Dra. Ma. de los Angeles De Santiago Miramontes por su apoyo en la revisión de este trabajo y por a verme compartido de sus conocimientos para enriquecer este trabajo.

Al Dr. Pedro Cano Ríos por su participación en la revisión del trabajo y haber compartido sus conocimientos que me brindo por ello no hubiera sido posible culminar el trabajo. Gracias

A la MC Leticia Romana Gaytán Alemán por su apoyo y sus conocimientos brindados y los valiosos consejos en el área bromatología que sin ellos no hubiera sido posible concluir nuestro trabajo de investigación. Muchas gracias.

Al MC Oscar Ángel García por su apoyo y sugerencias en la revisión de este trabajo, por haberme compartido su conocimiento y su valioso tiempo y consejos para enriquecer este trabajo. Muchas gracias.

#### **A mis amigos:**

Gracias por estar conmigo en los momentos de alegría, nostalgia, obstáculo, etc. En el paso de mi camino. Sr. Cesar Cabrera y Sra. Gabriela Mendoza, Sr. Fernando Zubia y Sra. Bertha Urbina, Sr. Rodolfo Zubia y Sra. Selene MVZ. Fernando Zubia y Sra. Alma Delia Hrz, MVZ. Alfredo Zubia y Ing. Frida Eunice, Dra. Ángeles De Santiago, MC. Leticia Romana Gaytán y familia, MC. Araceli Zúñiga, MC. Oscar Ángel, MC. Manuel Guillen. MVZ. Roció Burciaga y familia MVZ. Cassandra Garza, MVZ. Isis Moraga, MVZ. Karla Barraza, Ing. Patricia López Ing. Edith Morales. MVZ. Ignacio Ochoa, MVZ. Oscar Rivera, MVZ. Edgar de Jesús, MVZ, Gerardo Anaya, MVZ; Armando Corzo, MVZ. Carlos Corzo Alma Montoya, Arely Escareño y familia, Mónica Chairez, Alan Alejandro García Román Ríos, José Elvira, Habrán López, Omar Gustavo Juárez gracias por su amistad y que Dios los bendiga.

## RESUMEN

Con la finalidad de determinar la eficiencia lechera corregida a grasa de 9 establos lecheros se llevó a cabo un estudio de corte transversal en la Región Lagunera. Los establos seleccionados al azar se visitaron durante tres veces en la temporada de primavera y en cada una de esas visitas se determinó la producción y composición de leche, consumo de materia seca, así como la composición química de la misma. Posteriormente se calculó la eficiencia lechera general (ELG) y corregida a grasa (ELCG). Los consumos de materia seca mostraron diferencia ( $P < 0.05$ ) entre los establos, sólo dos establos tuvieron consumos superior a los 22 kg, en tanto que la producción también fue diferente ( $P < 0.05$ ) con un rango de 27 a 35 kg. La ELG también fue diferente entre establos ( $P < 0.05$ ), en dos de ellos los datos alcanzados fueron de 1.73 y 1.87. En tanto que el dato más alto en la ELCG fue de 1.68 y 1.89 y los menores fueron de 1.38 con diferencia significativa ( $P < 0.05$ ). La eficiencia lechera es una herramienta de gran importancia para determinar la rentabilidad de la granja y bajo los alcances de este trabajo la ELG y la ELCG podría ser afectada por la cantidad de FDN por lo tanto es importante seleccionar forrajes de calidad óptima para alimentar al ganado, sobre todo en zonas cálidas.

### PALABRAS CLAVE:

- Bovinos.
- Eficiencia Alimenticia.
- Consumo de materia seca.
- Producción de leche.



## Índice

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vi
RESUMEN .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1 Eficiencia lechera.....	3
2.2 Calculo eficiencia lechera (FE).....	4
2.3 Factores que afectan la FE .....	6
2.3.1 Genética .....	6
2.3.2 Factores del medio ambiente.....	7
2.3.3 Nutrición.....	8
2.3.4 Nitrógeno en la ración.....	10
2.3.5 Enfermedades metabólicas que afectan a la FE .....	11
III.MATERIALES Y MÉTODOS .....	12
3.1 Localización. ....	12
3.2 Periodo de estudio. ....	12
3.3 Metodología. ....	12
3.4 Análisis estadístico de la información .....	13
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. ....	14
CONCLUSIÓN .....	18
LITERATURA CITADA.....	19

## I. INTRODUCCIÓN

En México la población de bovinos es, en general, de 31.5 millones de cabezas de ganado, de las que un poco más de 29 millones está destinado a la producción de carne y leche (doble propósito); y 2.2 millones de cabezas son utilizadas para la producción especializada de leche en sus diferentes tipos de explotación. La región con el mayor inventario de ganado bovino productor de leche es la Comarca Lagunera (Durango y Coahuila) con el 23%, otras cuencas lecheras importante son Los Altos (Jalisco- Aguascalientes- Guanajuato) con 21%; y las regiones conformadas por Hidalgo y Chihuahua, acumulan el 89% de la producción de leche nacional (SAGARPA, 2009). Actualmente, la producción de leche constituye una de las actividades económicas más importantes de la región dado su impacto laboral y la derrama económica que esta genera, además se consumen grandes cantidades de forrajes y granos que se producen en la región. La eficiencia lechera es un componente crítico de una operación lechera exitosa mientras que la ineficiencia lechera es uno de los problemas más costosos que enfrenta la industria lechera intensiva. Actualmente se considera que existe una eficiencia de leche en el país de aproximadamente 5 millones de litros diarios, ya que se requieren 32 millones de litros diarios de leche y solamente se producen entre 26 y 27 millones a nivel nacional, produciendo la región Lagunera aproximadamente 5.5 millones de litros diarios (SIAP, 2009). Existen varios factores que afectan a la producción de leche tales como las enfermedades, ya sean de tipo metabólica (cetosis y acidosis), o derivadas del parto (mastitis, metritis, aborto), problemas pódales, mastitis etc., las cuales son un factor limitante en la producción, además una inadecuada nutrición trae como consecuencia una baja producción de leche. La genética de los animales puede afectar la eficiencia lechera ya que ésta determina la participación entre los nutrientes de mantenimiento, producción de leche y otras funciones metabólicas (Linn y Raeth-Knight, 2005b). El factor genético es muy importante, ya que por medio del mejoramiento genético se pueden obtener vacas con resistencia a enfermedades, mayor producción de leche y eficiencia lechera. El ganado lechero también es afectado por factores medio ambientales como son:

temperatura, humedad, precipitación pluvial y viento (Sepúlveda-González, 2009) El impacto de las temperaturas elevadas en el ganado lechero resulta una baja en la eficiencia lechera y acentuándose fundamentalmente en la eficiencia reproductiva (Collier et al., 2006). Cuando el ganado bovino está sujeto a una temperatura en la que ya no le es posible estar confortable y por el contrario, se encuentra en un ambiente demasiado cálido, se considera que está sufriendo de estrés calórico. La Comarca Lagunera, está enclavada en la zona semidesértica de la república mexicana y una cuenca lechera de gran importancia para el país, sin embargo, no se han realizado estudios sobre el efecto de la época del año sobre la eficiencia lechera. Considerando lo anterior, este trabajo tuvo como objetivo llevar a cabo la determinación de la eficiencia lechera general y la eficiencia corregida a grasa a un contenido de 3.5% (FCM\_FE 3.5%) y la composición química de las dieta mediante un estudio de corte transversal en 9 establos de la Comarca Lagunera en la época de primavera, ya que la eficiencia lechera y corregida a grasa es una herramienta de gran importancia para determinar la rentabilidad de las granjas.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Eficiencia lechera**

Shirley (2006) define la eficiencia lechera como la capacidad de las vacas lecheras para convertir alimentos en productos de uso humano, consumo se refiere generalmente a alimentar como eficiencia y se expresa como libras de leche producida por cada kilogramo de materia seca consumido. Esta expresión representa una medida bruta de la eficiencia alimentaria y no toma en cuenta los nutrientes de particiones, reproducción, crecimiento y el tejido de deposición; por lo tanto la interpretación del valor obtenido debe considerar la etapa de lactancia, edad y etapa de la gestación de la manada en cuestión.

La eficiencia alimenticia se utiliza a menudo para evaluar la formulación de la dieta, pero puede ser mal interpretada si el medio ambiente y los factores de manejo no se tienen en cuenta. Un argumento para el uso de la producción de la eficiencia, expresado como libras de 3,5% de grasa de leche corregida (FCM) producido por libra del consumo de materia seca (CMS), se considera como la gestión de herramienta y discutir algunos de los factores que influyen en la eficiencia de producción.

La eficiencia alimenticia es un término que se usa para medir la conversión de nutrimentos en productos de origen animal y desde hace algunas décadas se ha utilizado en engorda de bovinos, cerdos, pollos y recientemente en el ganado bovino se inició su cálculo de producción de leche (Hutjens, 2005). La eficiencia alimenticia adecuada no sólo es de importancia económica, también puede ayudar a revisar el manejo de los nutrimentos en explotación lechera.

En los establos lecheros de la Comarca Lagunera, se presentan factores que afectan la producción de la leche, como enfermedades metabólicas (mastitis, acidosis). El ganado lechero también es afectado por factores medioambientales como son: temperaturas (verano-invierno), humedad relativa, radiación solar, precipitación pluvial y viento.

Los rendimientos decrecientes es un fenómeno generalizado de la economía y la biología, sin embargo, varios estudios han demostrado que la selección para la producción de leche trae incrementos lineales de eficiencia de la alimentación. (Custodio et al., 1983).

Según Hall (2008), la eficiencia alimenticia es una medición de cómo las vacas convierten los nutrimentos que ellas consumieron a productos: leche, músculo, grasa, etc. En el nivel más básico, proporciona una idea muy cercana a cómo la ración satisface los requerimientos y de la demanda relativa de mantenimiento y de producción. La evaluación de cómo los animales convierten la MS y la proteína en productos vendibles puede ser otra herramienta útil para decidir si es posible obtener una mejor rentabilidad de la inversión alimenticia y cómo reducir la cantidad de nutrimentos de las excretas que se tendrían que manejar.

Según Linn et al., (S/F) la transferencia de FE mide directamente a una especie animal como la leche en lactancia /vaca, donde puede haber múltiples requerimientos (producción de leche, la reproducción, el crecimiento y cambios en la condición corporal) para alimentar con nutrientes que implica la medida, pero no disminuye su utilidad. Diferencias de la vaca en producción de energía, contenido de grasa de la leche también deben ser considerada la interpretación de los valores de FE. Debido a estos factores, ningún valor de FE se puede establecer como una norma o una meta a través de todas las vacas, todas las etapas de la lactancia y todos los rebaños y el mejor uso de las medidas de FE puede ser la de vigilar los cambios en la producción y la economía dentro de un rebaño en el que los factores de origen animal, el medio ambiente y múltiples requisitos para alimentar con nutrientes se mantienen relativamente constantes. Las mejoras en la FE siempre serán rentables si de más leche por kilogramos de MS alimentados u obtener el mismo la producción de la leche en un menor consumo de MS.

## **2.2 Calculo eficiencia lechera (FE)**

Según Casper (2008) la medida más simple de la FE es de libras de leche producidas por libra de la materia seca (MS) consumida (libras de leche /

libras de consumo de MS,). Esta relación es una estimación de la eficiencia en que la energía consumida aparece como la producción de leche ( producción). Esta forma simple de FE también se ha llamado la Eficiencia de Lechera (DE). Sin embargo, debido a la cantidad de energía de salida como la leche, varía con el contenido de grasa de la leche, una medida preferible de FE utiliza leche corregido para el contenido de grasa (FCM) y se ajustó a un valor normalizado tal como 3,5% de grasa:

$$(3,5\% \text{ FCM (libras o kg)} = 0,432 \times \text{leche (libras o kilogramos)} + 16,23 \times \text{grasa (libras o kilogramos)})$$

El ajuste para el contenido de grasa de la leche pone todas las vacas lecheras en una base equivalente de energía de salida lo que permite una evaluación más precisa de la materia seca de alimento o de energía que se utiliza para la producción.

Una simple medición de la FE es la cantidad de leche producida por la cantidad de materia seca la materia (MS) consumida. El cálculo sobre una base por vaca es: kilogramos diario de leche producida dividida por los kilogramos de alimento consumido (DM (alimentados con alimento - Alimentación se negó) x% de MS de la alimentación). Por ejemplo: 34 kg de leche por día producido ÷ (48 kg alimentados con alimento - 2,7 kg de alimento rechazado) x 50% MS) de la ración = 1,50 FE.

El problema con esta sencilla medida FE es que no tiene en cuenta el contenido de grasa de leche. La producción de grasa de la leche es una energía grande o gasto de alimentación por el gasto de vaca. Por lo tanto, el contenido de grasa de leche o la energía debe ser normalizado en el cálculo de la FE para obtener la medición más precisa y una comparación a través de las vacas y los grupos. Un 3,5% de grasa de leche corregida (3,5% FCM) debe ser utilizado en el cálculo de FE y FE-denota como 3,5%. La fórmula para calcular **3,5% FCM es [FCM 3,5%, en kg = (0.432 x kg de leche) + (16,23 x kg de grasa)**

Una regla de oro es sumar o restar 0,5 kg de leche por cada punto porcentual de una décima por parte para cambiar por encima o por debajo de

un 3,5% de grasa. Por ejemplo, para un rebaño promedio de 34 kg del 4,0% de grasa de leche, la FCM estimado de 3,5% sería de 36,5 kg de leche (Linn, 2006)

## **2.3 Factores que afectan la FE**

### **2.3.1 Genética**

La selección genética se puede utilizar para mejorar la eficiencia alimenticia, aunque puede dar lugar a cambios genéticos no deseados, por lo tanto, aunque parece que hay un gran potencial para mejorar la eficiencia económica mediante la selección para el consumo de alimento y el peso vivo, todavía hay incertidumbre acerca de algunos de los parámetros genéticos, especialmente entre los rasgos relacionados con la salud, la reproducción y el balance de energía (Veekamp, 1998). La genética de los animales puede afectar la eficiencia lechera ya que ésta determina la participación entre los nutrientes de mantenimiento, producción de leche y otras funciones metabólicas (Linn y Raeth-Knight, 2005b).

Blake et al. (1986) llevaron a cabo un estudio para determinar si las razas Holstein y Jersey tienen diferencias en la eficiencia alimenticia y la tasa de conversión de la proteína o energía dietética a proteína o energía en leche. Los resultados no mostraron diferencias en la conversión de proteína y energía de la dieta a proteína y energía láctea, por lo cual estos investigadores concluyen que la raza jersey no tiene una ventaja comparativa que la raza Holstein. Así mismo, Heins et al (2008) compararon los efectos sobre peso corporal, condición corporal, consumo de materia seca y eficiencia alimenticia de la cruce de vacas Jersey x Holstein -JH- (n=24) con vacas Holstein puras (n=17) durante los primeros 150 días de lactación. Este estudio se realizó durante el invierno en el estado de Minnesota, el CMS fue medido diariamente y promediado en períodos de 7 días, en tanto que la producción y composición láctea fue tomada de los registros mensuales. No se observaron diferencias significativas en el CMS tampoco hubo diferencia en la eficiencia alimenticia del día 4 hasta el 150 de lactancia entre la cruce de JH y las vacas Holstein puras.

Generalmente, mientras los días en leche incrementan, la eficiencia alimenticia disminuye (Hall, 2004). La reducción de días en leche puede llevar a valores más altos de EA mientras que las vacas dirijan más alimentos a la producción de leche a expensas de aumento del crecimiento y de peso. Las vacas que pierden condición corporal o las reservas del cuerpo tendrán altos valores de FE como estos alimentos se puedan capturar como producción de leche más alta (Hutjens, 2005).

### **2.3.2 Factores del medio ambiente.**

Broucek et al. (2006) concluyeron que la temperatura elevada del aire es un factor negativo del medio ambiente que afecta a las vacas lecheras. La ocurrencia de estrés por calor puede ser determinada por el seguimiento de las condiciones meteorológicas y por medición de algunos parámetros en las vacas lecheras, sobre todo temperatura rectal y la elevada tasa de respiración. El estrés calórico incrementa los requerimientos energéticos de mantenimiento disminuyendo el CMS, con lo que se dificulta la satisfacción de requerimientos de energía y reduce la eficiencia lechera.

Cuando la vacas se mantiene entre los 5° y 23°C, ningún proceso fisiológico de la vaca se requiere para el mantenimiento de la temperatura corporal. Cuando la temperatura baja de 5°C, la producción de la leche no se afecta si el animal consume alimento adicional, destinado a la generación de calor, y si se le protege de las inclemencias del tiempo. A temperaturas inferiores a los 15°C bajo cero, sin embargo, el animal experimenta un estrés térmico, lo cual conduce a la reducción en la producción de leche. Las razas grandes son más tolerantes al frío que las vacas pequeñas, En las razas lecheras, a temperaturas arriba de los 25° C se reduce la producción de leche y el consumo de alimento, incrementa a la vez el consumo de agua y la tasa de respiración. Tanto la humedad relativa como la radiación solar incrementan el estrés de los animales (Baldwin et al., 1994).

Los hatos deberían tener un promedio superior a 1.4 kilos de leche por kilo de MS consumida, pero los hatos con producción elevada podrían alcanzar valores de 1.7 a 1.8 kg. Algunos hatos con estrés calórico, raciones mal



balanceadas, acidosis ruminal, muchos días en leche, etc. podrían tener menos de 1.2 (Hall, 2008). Según Hall (2004), la versión más simple de calcular la eficiencia alimenticia (a partir de ahora eficiencia lechera, EfL) es kilos de leche por kilos de MS, o preferiblemente, kg de grasa o proteína de leche corregidas por kilo de MS. La producción de leche de las tomas de alimento de materia seca llamada la eficiencia de productos lácteos o los piensos, no se mide comúnmente en los hatos lecheros como en la conversión alimenticia al aumento de peso en el ganado porcino, ganado de carne y de aves de corral, sin embargo, no tiene relevancia a la conversión de la entrada comprada de producto para la venta y la proporción de nutrientes de la dieta excretados (Britt et al., 2003). Es preferible usar los kg de grasa o proteína de la leche corregida a 3.5, más que los kg de leche (Linn and Raeth-Knight, 2005).

Los animales hacen frente a las condiciones adversas del clima mediante la modificación de mecanismos fisiológicos y de comportamiento para mantener su temperatura corporal dentro de un rango normal. Como consecuencia, es posible observar alteraciones en el consumo de alimento, comportamiento y productividad. Estos cambios se acentúan bajo condiciones extremas de frío o calor, implicando drásticas reducciones en los índices productivos, tales como tasa de ganancia de peso y producción diaria de leche (Arias et al., 2008).

El gasto energético debido al jadeo aumenta prácticamente de forma exponencial desde los 21°C y puede incrementar las necesidades de mantenimiento de aproximadamente un 30% sobre el metabolismo basal a una temperatura ambiente de 40°C. Este gasto se relaciona con la temperatura ambiente media diaria del mes transcurrido. El incremento de calor derivado de la actividad muscular al jadear se suma al calor total que el organismo debe disipar (Fox and Tylutki, 1998)

### **2.3.3 Nutrición.**

Se considera la nutrición como un de las bases de gran importancia para la producción lechera por lo cual se han realizado numerosas investigaciones sobre la Eficiencia lechera (FE, por sus siglas en inglés), es decir, la forma de

medir y calcular la FE, y los factores que afectan en la explotación lechera (Casper et al., 2003.).

La alimentación y nutrición animal tienen factores que afectan a la eficiencia lechera, por ejemplo, Schingoethe et al. (2004) administraron en la dieta de vacas lactantes *Aspergillus oryzae* lo que provocó un aumento en la producción de leche, la eficiencia alimenticia y la tolerancia al estrés por calor. Por otra parte, el exceso de proteína dietética en relación al requerimiento puede incrementar las emisiones de N al medio y puede perjudicar la eficiencia reproductiva y productiva del ganado como resultado de la digestión proteica en rumen e intestino, la alimentación proteica puede evaluarse a través de la concentración del nitrógeno ureico en sangre y leche.

Los alimentos para vacas frecuentemente se clasifican de la siguiente manera: Forrajes; Suplementos energéticos; Suplemento proteicos; Minerales y vitaminas. Aunque es arbitraria, esta clasificación se basa en el valor del alimento como un suministro de nutrientes específicos. Los nutrientes son las sustancias químicas necesarias para la salud, mantenimiento, crecimiento y producción del animal. Los nutrientes que se encuentran en los alimentos y que los animales requieren se pueden clasificar en, Agua, Energía, Proteína, Vitaminas, Minerales. Los forrajes también pueden contener sustancias que no tienen valor nutritivo Algunos componentes tienen estructuras complejas (fenólicos) que son indigestibles y que pueden interferir con la digestión de algunos nutrientes (ejemplo con la de lignina y tanino) (Wattiaux, S/F).

Cruz and Sanchez (2000), la fibra tiene implicaciones importantes en la alimentación del ganado lechero ya que contribuye a mantener la salud del rumen y del animal en general, la producción de la leche tanto en cantidad como en calidad y permite estimar el consumo voluntario, así como el contenido energético de los alimentos y forrajes. La cantidad de fibra en la dieta debe ser tal que contribuya a mantener la salud del animal pero que no interfiera con el consumo de materia seca ni con la concentración energética de la dieta. La fibra físicamente efectiva (FDNfe) se define como las características físicas de la fibra que influyen en la masticación y la naturaleza bifásica del contenido ruminal (maraña flotante de partículas largas sobre una de líquido y

partículas chicas). La FDNfe se relaciona con las características de fibrosidad, el índice de valor forrajero, la estructura física y el índice de fibrosidad (Mertens, 1997), FDN en el forraje es un factor importante que afecta el consumo de alimento y ruminal en vacas de alta producción. (Waldo 1986) Digestibilidad ruminal de la FDN del forraje puede variar desde menos de 25% a más del 75% de diferente tipos de forraje (NRC, 2001). Esta depende de la condición corporal de la vaca, el tamaño de partícula del alimento, la capacidad tampón de la dieta, la frecuencia de consumo y aspectos de carácter económico (Cruz and Sanchez, 2000).

Las vacas que ganan peso corporal tienen valores más bajos de FE porque los nutrientes se almacenan en forma energía grasas corporales. Esta disminución de la FE debe ocurrir si las vacas pierden peso a principios de lactancia. Los valores más bajos de FE en el final de la lactancia puede ser deseable para el secado (Hutjens, 2005b).

Un aumento en condición corporal es un factor importante para la FE porque si la asimilación de nutrientes que no sean utilizados para la producción de leche y se dirijan hacia los tejidos del cuerpo esto aumentara la ganancia de peso pero disminuirá la FE por la disminución de producción de leche, las vacas pierden peso corporal es por el desgates energético que ocasiona la producción de leche (Linn and Salfer, 2006).

Mertens (1997), Kononoff and Heinrichs (2003), el uso óptimo de la dieta depende de la composición química y las características físicas de la ración, las cuales son medidas con la fibra efectiva. La forma física del forraje afecta la masticación, el CMS, la función ruminal, la eficacia digestiva, la producción y la composición de la leche y la salud de la vaca (Yang et al., 2002). El tamaño de partícula y la relación forraje: concentrado influyen en la biohidrogenación de las grasas en el rumen y en el flujo post-ruminal de los ácidos grasos insaturados que pasan después a la grasa de la leche (Soita et al., 2005).

#### **2.3.4 Nitrógeno en la ración.**

Nousiainen et al. (2004), consideran que el nitrógeno ureico en leche se ha usado a menudo para proporcionar un indicador de la eficiencia de la

utilización del N de la dieta y para predecir las emisiones de N al medio. Por lo tanto, esos investigadores opinan que el nitrógeno de urea en leche puede ser relativamente fácil de analizar en el tanque o en muestras individuales de leche de rebaños que participan en los planes de mejoramiento del hato. Esta evaluación se apoya la sugerencia de que las mediciones de MUN se podrían utilizar para evaluar la adecuación de la proteína en la alimentación de vacas lecheras y la eficiencia de utilización de N para la producción de leche.

### **2.3.5 Enfermedades metabólicas que afectan a la FE**

#### **MASTITIS**

La mastitis es la enfermedad más costosa de los hatos lecheros por la reducción en la producción de leche, la leche que se desecha y el incremento en el descarte involuntario de vacas (DeGraves and Fetrow, 1993; Philpot and Nickerson, 2000). Sin embargo, el costo de la mastitis va mucho más allá de la pérdida en la producción de leche y el aumento de la tasa de desechos, pues según han demostrado los estudios recientes, la mastitis tiene efectos nocivos sobre la eficiencia reproductiva (Hansen et al., 2004; Ahmadzadeh et al., 2005).

#### **CETOSIS**

La cetosis es otro de los trastornos que se presentan en vacas lecheras durante el inicio de la lactancia en vacas con una alta producción de leche, lo cual hace que se aumente el consumo de alimento, pero la insuficiente ingesta de alimentación aumenta las necesidades de nutrientes, particularmente de energía. Para satisfacer las demandas nutricionales de la síntesis de leche, las vacas lecheras deben movilizar grandes cantidades de lípidos y proteínas de las reservas corporales, lo que causa un balance energético negativo, con un consecuente aumento en la incidencia de trastornos metabólicos como la cetosis, hipocalcemia, hígado graso y desplazamiento del abomaso (Roche, 2006).

### **III.MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización.**

El presente estudio se llevó a cabo en 9 establos de explotación lechera intensiva, situados en la Comarca Lagunera (Durango y Coahuila). Las condiciones climáticas de la zona de estudio son clasificadas como las del desierto de Chihuahuense, las cuales son condiciones cálidas extremas con temperaturas máximas de mayo a septiembre de hasta 43°C y promedios de 27°C, mientras que las temperaturas mínimas que se registran en diciembre y enero son de 2°C con un promedio de 9°C. La zona tiene una precipitación pluvial promedio anual de 240 mm. Presenta una humedad relativa promedio de 58 % y una máxima de 83% y la mínima de 29%, con viento de 5 km/h y una radiación moderada promedio de 5 y una máxima de 10. La evaporación es de 2500 mm anual, es decir mayor a la precipitación pluvial.

#### **3.2 Periodo de estudio.**

El periodo del estudio comprendió del 1 de marzo al 30 de junio de 2011. Para el cálculo de la eficiencia lechera los establos fueron seleccionaron al azar dentro de la Comarca Lagunera, a los cuales se les realizó tres visitas durante el período de estudio.

Los establos visitados tenían un rango de vacas de 800 hasta 7000 vacas, todos ellos con ordeña automatizada, alimentación con dietas completamente mezcladas y con dos y tres ordeñas por día.

#### **3.3 Metodología.**

Para determinar la eficiencia lechera general se hizo mediante la recomendación de Hall (2004) y la producción de leche se determinó midiendo la cantidad total de leche en el tanque recolector y se dividió entre las vacas en producción de cada hato visitado.

Eficiencia lechera =

**Producción de Leche / CMS = promedio de leche kg / promedio de CMS,**

**Kg**

En tanto que el consumo de materia seca se determinó considerando la cantidad total de alimento ofrecido en verde menos la cantidad de alimento verde rechazado por día multiplicado por el porcentaje de MS de la ración de ese día. La muestra se tomó del primer carro servido en los comederos y de distintos puntos y corrales con el fin de que fuese representativa. La MS de la dieta se determinó por desecación en una estufa del laboratorio de Nutrición Animal de la UAAAN-UL.

Para determinar la eficiencia lechera corregida al 3.5% de grasa láctea se consideró la propuesta de Linn y Raeth-Knight (2005), que además de lo anterior requirió la cuantificación de la grasa en la leche.

Eficiencia lechera ajustada a grasa =

$$3.5\% \text{ GCL} = (\text{lb o kg}) = .432 \times \text{leche (lb o kg)} + \text{grasa (lb o kg)}$$

Durante cada una de las visitas del período de prueba a los establos se tomaron tres muestras representativas de las dietas de las vacas en producción láctea, esas muestra fueron colectada inmediatamente al ser vaciadas del carro revolvedor, para ello se definieron tres puntos del comedero para dicha colección, dichas muestras se homogenizaron en una sola muestra para la determinación por triplicado de MS, Proteína Cruda (N\*6.25, técnica de micro Kjeldahl) , extracto etéreo, cenizas siguiendo las recomendaciones del AOAC, (1980). Para la determinación de fibra detergente neutro se utilizó el método de Van Soest (1991)

### ***3.4 Análisis estadístico de la información***

La información se analizó mediante un diseño completamente al azar, donde cada establo fue considerado la fuente de variación y para ello se usó el SAS ver 9.2., (2009).

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En la figura 1 se presenta la cantidad de alimento en base verde ofrecido a 9 establos de la Comarca Lagunera, con la finalidad de determinar la eficiencia lechera general y la eficiencia lechera corregida al 3.5% de grasa. Se llevó a cabo este estudio de corte seccional y se muestra la variación en el consumo de alimento en base verde en cada establo, se observa que 35 kg fue el menor y el mayor fue de 46 kg observándose diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). Los forrajes típicamente representan la mitad o más de la dieta de vacas y afectan profundamente la energía y la ingesta de carbohidratos. El consumo de carbohidratos digestibles en el forraje es una gestión importante, porque la energía es necesaria para el mantenimiento y la producción de leche, a menudo excede la cantidad de producción de alta energía que las vacas pueden consumir (Kendall, 2009).

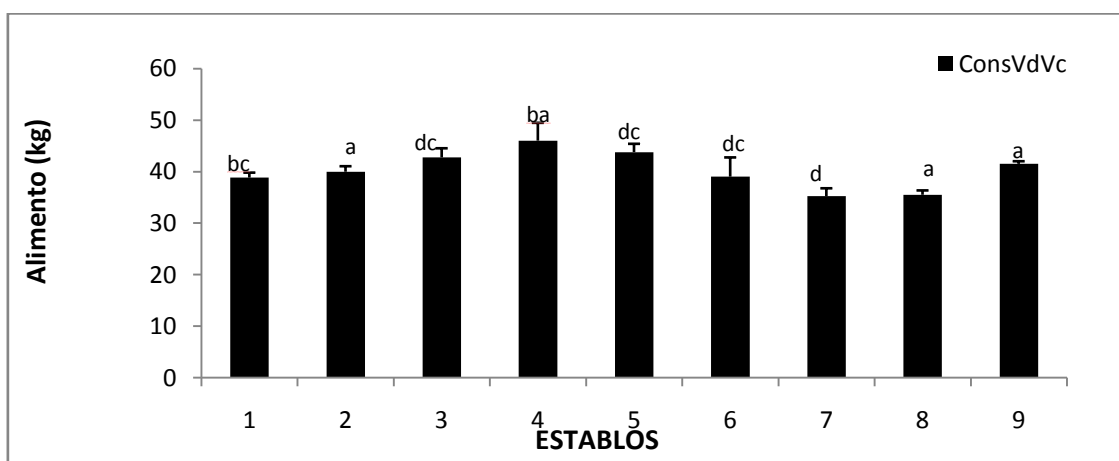


Figura 1.- Cantidad de alimento (kg) en base verde ofrecido en los 9 establos. Barras con literales fueron estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

En la figura 2 se presenta la producción diaria de leche (kg) por vaca de los establos estudiados durante el período de evaluación mostró diferencia significativa encontrando sólo un establo con producción menor a los 27 kg por día y la producción mayor fue de 36 kg que se observó en un establo, observándose diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). La reducción de días en leche puede conducir a mayores valores de FE como vacas dirigir mayor cantidad de nutrientes para la producción de leche, a expensas del crecimiento y aumento de peso. Las vacas que pierden condición corporal o de las reservas

corporales tienen altos valores de FE, ya que estos nutrientes pueden ser capturados como mayor producción de leche (Hutjens, 2005b).

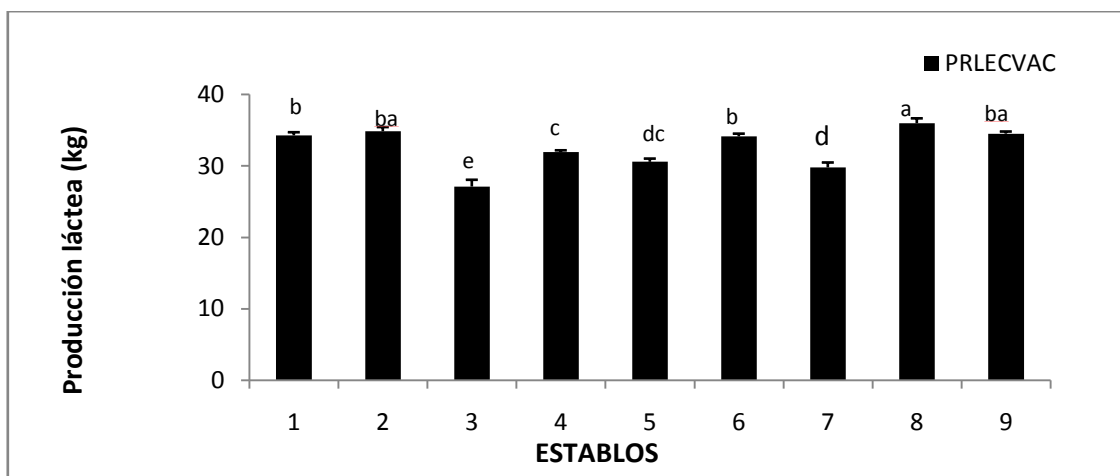


Figura 2. Cantidad de producción diaria (kg) de leche por vaca en los 9 establos.

Barras con literales fueron estadísticamente diferentes (P 0.05).

En la figura 3 se presentan los resultados de CMS (Kg por vaca por día) entre los 9 establos del estudio, se observó que el menor CMS fue 18 kg y el mayor fue de 24 kg de MS, observándose diferencia significativa ( $P < 0.05$ ). Broucek et al. (2006), indica que las diferencias entre las estaciones anuales podría deberse a que el estrés por calor aumenta los requisitos de energía de mantenimiento y disminuye el consumo de materia seca, haciendo dificultades para cubrir sus necesidades energéticas. Otra explicación de las diferencias de consumo de materia seca entre los establos y estaciones, pudiera ser el uso de aditivos en la dieta de los animales, como ejemplo podemos señalar el uso de levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) que puede aumentar el CMS y por lo tanto la producción láctea (Moallem et al., 2009).



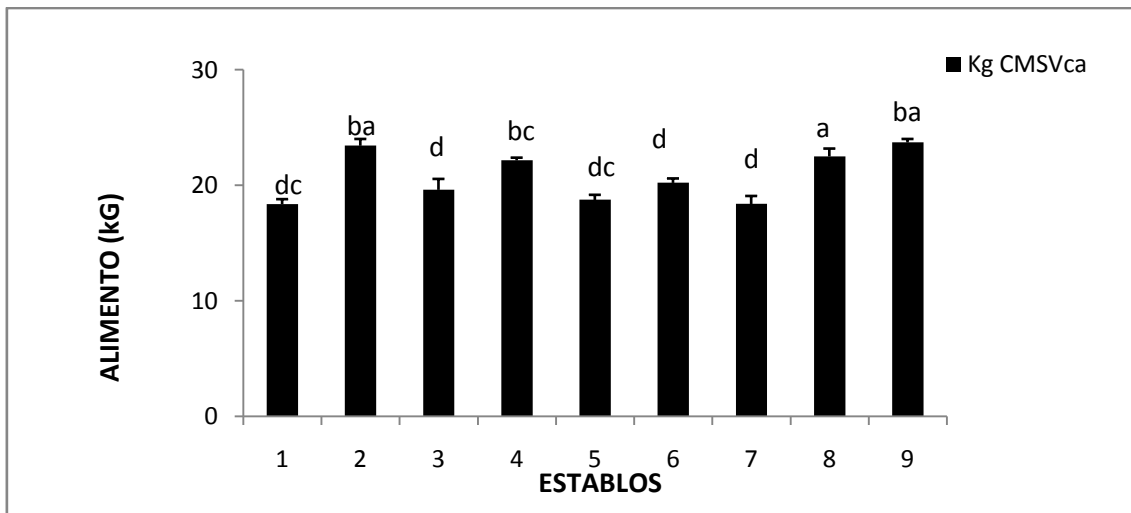


Figura 3.- Cantidad de alimento (kg) en materia seca consumida en los 9 establos. Barras con literales distintas fueron diferentes estadísticamente ( $P < 0.05$ ).

En la figura 4 se muestra la eficiencia lechera la cual mostró que 4 establos tuvieron menos de 1.5 (el más bajo con 1.39) y cinco establos alcanzaron más de 1.6, el valor mayor fue para el estable 1 con 1.9, observándose diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). La eficiencia alimenticia (FE) es un concepto que ha ganado popularidad en los últimos años en la industria láctea. El monitoreo FE se está convirtiendo en un punto de referencia más común para el control de la rentabilidad de la producción de leche en relación a la materia seca (MS) de admisión. En los mercados actuales, los piensos y las materias primas son cada vez más costosos, lo que está impulsando la necesidad de utilizar de manera más eficiente para mantener la rentabilidad (Casper, 2008).

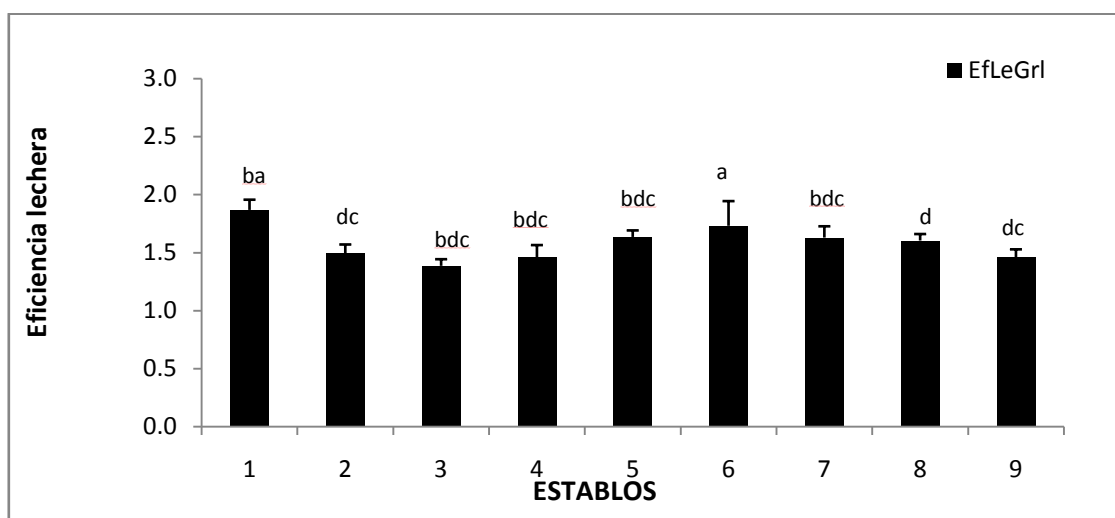


Figura 4. Eficiencia lechera general en los 9 establos. Barras con literales fueron estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

En la figura 5 se muestra la eficiencia lechera ajustada a grasa corregida a 3.5%, donde se denota que ésta, en términos generales fue menor en relación a la eficiencia lechera general, el dato más alto correspondió al establo 6 con 1.89, los establos 2, 8 y 9 tuvieron la eficiencia menor con 1.38, observándose diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). Hutjens (2005b) menciona que los piensos, productos lácteos o alimentos eficiencia refleja el nivel de producción de leche corregida por grasa producida por unidad de materia seca consumida con un rango óptimo de 1.3 a 1.9 libras de leche por kilo de materia seca. Un factor que determina la eficiencia lechera corregida a grasa, es la cantidad de MS de la ración, en los estudios demostraron que raciones con el 60% de MS mejoraron la eficiencia lechera, lo que significa que el porcentaje de MS en la dieta aumenta para que la Eficiencia lechera corregida es mejorada (Martínez et al., 2009).

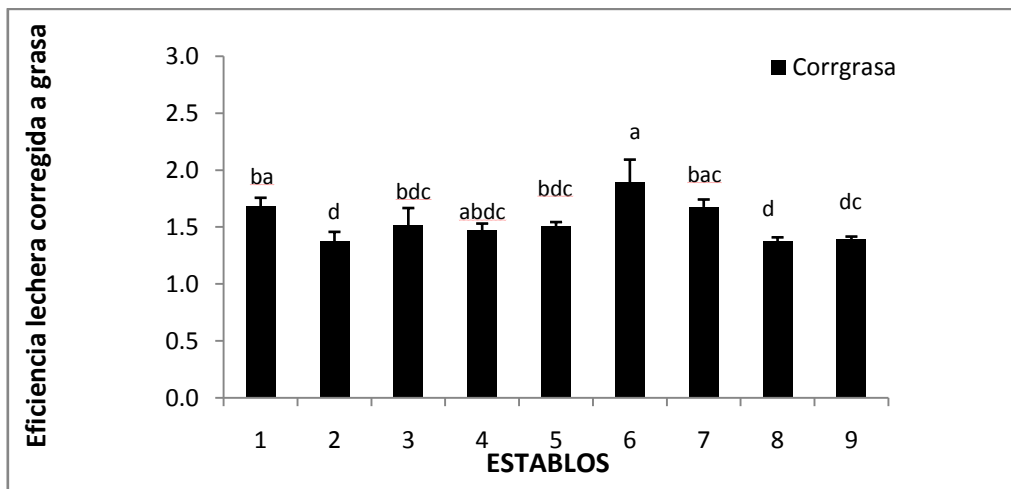


Figura 5. Eficiencia lechera corregida a grasa a 3.5%. Barras con literales fueron estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

## **CONCLUSIÓN**

En los 9 establos y durante el período de prueba fueron acordes a la temporada primaveral, en donde el factor de corrección de grasa a 3.5 no encontró diferencia. A los valores más altos de la ELG y la ELCG fueron para los establos 1 y 6 con 1.68 y 1.89, respectivamente, fueron las menores de los 9 establos muestreados, lo cual podría explicar la eficiencia máxima alcanzada en ellos, Se concluye que en las condiciones de este trabajo, la cantidad y calidad del forraje podría ser un factor determinante en la eficiencia alimenticia.

## LITERATURA CITADA

- AOAC, 1980: Official Methods of Analysis. 13th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Arias, R. A.; Mader, T. L.; Escobar, P. C., 2008: Climatic factors affecting cattle performance in dairy and beef farms. *Arch Med Vet. Rev*, **40**, 7-22.
- Ahmadzadeh, A., H. Adam., P. Stephen, A. Jadbabaie and V. Kumar.2005. Analysis of the Lactose metabolism in *E. coli* using sum-of-squares decomposition. Preprint submitted to 44th IEEE Conference on Decision and Control and European Control Conference.
- Baldwin, R. L.; Emery, R. S.; McNamara, J. P., 1994: Metabolic relationships in the supply of nutrients for milk protein synthesis: integrative modeling. *J Dairy Sci*, **77**, 2821-2836.
- Blake, R. W.; Custodio, A. A.; Howard, W. H., 1986: Comparative feed efficiency of Holstein and Jersey cows. *J Dairy Sci*, **69**, 1302-1308.
- Britt, J. S.; Thomas, R. C.; Speer, N. C.; Hall, M. B., 2003: Efficiency of converting nutrient dry matter to milk in Holstein herds. *J Dairy Sci*, **86**, 3796-3801.
- Broucek, J., Mihina,S., Ryba,S. Tongel,P. Kisac,P. Uhrincat,M. Hanus, A. , 2006: Effects of high air temperatures on milk efficiency in dairy cows. *Czech J. Anim. Sci*, **51**, 93–101.
- Casper, D. P., 2008: Factors Affecting Feed Efficiency of Dairy Cows. *Agri-King Inc, Tri-State Dairy Nutrition Conference*.
- Casper, D. P.; Whitlock, L. A.; Schauff, D.; Jones, D., 2003.: Consider the intake/efficiency tradeoff. *Hoard's Dairyman*, **148**, 604.
- Custodio, A. A.; Blake, R. W.; Dahm, P. F.; Cartwright, T. C.; Schelling, G. T.; Coppock, C. E., 1983: Relationships between measures of feed efficiency and transmitting ability for milk of Holstein cows. *J Dairy Sci*, **66**, 1937-1946.
- Cruz, M. C.; Sanchez, J. M., 2000: La fibra en la alimentación del ganado lechero. *Nutrición Animal Tropical*, **6**.
- DeGraves, F. J. and J. Fetrow. 1993. Economics of mastitis and mastitis control. *Vet. Clin. North. Am. Food. Anim. Pract.* 9:421-434.
- Fox, D. G.; Tylutki, T. P., 1998: Accounting for the effects of environment on the nutrient requirements of dairy cattle. *J Dairy Sci*, **81**, 3085-3095.
- Hansen, P. J., P. Soto, R. P. Natzke. 2004. Mastitis and fertility in cattle – Possible involvement of inflammation or immune activation in embryonic mortality. *Am. J. Repr. Immun.* **51:294 – 301**.
- Hall, M. B., 2004: Using feed efficiency as a ration evaluation and nutrient management tools. *Advances in Dairy Technology*, **16**, 29-36.
- Hall, M. B., 2008: What you feed vs what you get: Feed efficiency as a evaluation tool. In: F. University, (ed.) *Proceeding 14 th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*.
- Heins, B. J.; Hansen, L. B.; Seykora, A. J.; Hazel, A. R.; Johnson, D. G.; Linn, J. G., 2008: Crossbreds of Jersey x Holstein compared with pure Holsteins for body weight, body condition score, dry matter intake, and feed efficiency during the first one hundred fifty days of first lactation. *J Dairy Sci*, **91**, 3716-3722.

- Hutjens, M. F., 2005: Dairy Efficiency and Dry Matter Intake. Proceedings of the 7th Western Dairy Management Conference. March 9-11, 2005. Reno, NV. .
- Hutjens, M. F., 2005b: Feed Efficiency and Its Economic Impact on Large Herds. *Proc. Southwest Nutr. Conf.*, 186-191.
- Kendall, C.; Leonardi, C.; Hoffman, P. C.; Combs, D. K., 2009: Intake and milk production of cows fed diets that differed in dietary neutral detergent fiber and neutral detergent fiber digestibility. *J Dairy Sci*, **92**, 313-323.
- Kononoff, P. J.; Heinrichs, A. J., 2003: The Effect of Reducing Alfalfa Haylage Particle Size on Cows in Early Lactation. *Journal Dairy Sci*, **86**, 1445–1457.
- Linn, J., 2006: Feed Efficiency: Its Economic Impact In Lactating Dairy Cows. *Department of Animal Science, University of Minnesota*, **18**, 19-28.
- Linn, J.; Raeth-Knight, M., 2005: Using Feed Efficiency to Evaluate Performance of Lactating Dairy Cows. Proceedings of the California Animal Nutrition Conference, May 11-12, 2005 Fresno, CA.
- Linn, J.; Salfer, J. A., 2006: Feed Efficiency. *University of Minnesota Extension Service, Dairy Days*, 1-4.
- Linn, J.; Terre-Trulla, M.; Casper, D.; Raeth-Knight, M., S/F: Feed Efficiency of Lactating Dairy Cows *University of Minnesota, St. Paul, MN*.
- Mertens, D. R., 1997: Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J Dairy Sci*, **80**, 1463-1481.
- Moallem, U.; Lehrer, H.; Livshitz, L.; Zachut, M.; Yakoby, S., 2009: The effects of live yeast supplementation to dairy cows during the hot season on production, feed efficiency, and digestibility. *J Dairy Sci*, **92**, 343-351.
- Nousiainen, J.; Shingfield, K. J.; Huhtanen, P., 2004: Evaluation of Milk Urea Nitrogen as a Diagnostic of Protein Feeding. *J. Dairy Sci.*, **87**, 386–398.
- National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Philpot, W. N. y S. N. Nickerson. 2000. Importancia económica de la mastitis. Ganando la lucha contra la mastitis. Westfalia-Surge. Estados Unidos de América. Pp. 44-53.
- Roche, J. F. 2006. The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *Anim. Reprod. Sci.* 96:282-296.
- SAS/STAT, 2009: Users Guide. Version 9 Edition 2009. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación(SAGARPA 2009.Programa de Fomento Lechero.
- Sepulveda, G. E.,2009 Effect of ambient temperature, humidity, month of insemination and semen (fresh or frozen) on reproductive performance of holstein cows treated with rbSt in northern Mexico. MS Thesis. Univ. Aut. Agric. Antonio Narro, Torreon, Mexico
- Schingoethe, D. J.; Linke, K. N.; Kalscheur, K. F.; Hippen, A. R.; Rennich, D. R.; Yoon, I., 2004: Feed Efficiency of Mid-Lactation Dairy Cows Fed Yeast Culture During Summer. *J. Dairy Sci.*, **87**, 4178–4181.
- Shirley, J. E., 2006: Feed Efficiency Is an Important Management Tool for Dairy Producers *High Plains Dairy Conference*,.
- SIAP, 2009: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SAGARPA - Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. México.

- Soita, H. W.; Fehr, M.; Christensen, D. A.; Mutsvangwa, T., 2005: Effects of corn silage particle length and forage:Concentrate ratio on milk fatty acid composition in dairy cows fed supplemental flaxseed. . *J Dairy Sci*, **88**, 2813-2819.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583–3597.
- Veekamp, R. F., 1998: Selection for Economic Efficiency of Dairy Cattle Using Information on Live Weight and Feed Intake: A Review. *J Dairy Sci*, **81**, 1109-1119.
- Wattiaux, M. A., S/F: Composicion y analisis de alimentos. *Instituto Babcock, Universidad de Wisconsin-Madison*, 5-8.
- Waldo, D. R. 1986. Symposium: Forage utilization by the lactating cow. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. *J. Dairy Sci.* 69:617–632.
- Yang, W. Z.; Beauchemin, K. A.; Rode, L. M., 2002: Effects of particle size of alfalfa-based dairy cow diets on site and extent of digestion. *J Dairy Sci*, **85**, 1958-1968.