

76



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**COMPOSICION Y CALIDAD DE LA LECHE DE VACAS F1
HOLSTEIN X CEBU EN PASTOREO DE PRADERAS DE
GRAMINEAS SOLAS O ASOCIADAS CON
LEGUMINOSAS EN EL TROPICO**

Tesis presentada ante la
División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

de la

Universidad Nacional Autónoma de México

para la obtención del título de

Médico Veterinario Zootecnista

por

Gabriela Isabel Velasco Serrano
MC. Bernardo de Jesús Marín Mejía
MSc. Epigmenio Castillo Gallegos

México, D.F.
2001





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres Antonio Velasco Britones y Ma. Margarita Isabel Soriano Ramírez; porque gracias a su esfuerzo y dedicación me fue posible alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por apoyarme en esta difícil tarea.

A las familias Velasco Briones, Semano Ramírez y Valle Velasco.

A mis asesores M.C. Bernardo J. Marín M. y M.Sc. Epigmenio Castillo G. por el apoyo y conocimientos aportados para la realización de este trabajo.

Al respetable jurado: MCVZ. Pedro Cano Celada, MCVZ. Francisco Monroy López, MCVZ. Fernando Livas Calderón, MCVZ. Bernardo J. Marín Mejía e IAZ, Epigmenio Castillo Gallegos por aportar sus puntos de vista para el mejoramiento del presente trabajo.

Al personal académico del CEIEGT, en especial a los MCVZ. Fernando Livas, Leticia Galindo, Hugo Pérez, Mario Garduño, Adriana Saharrea y Jorge A. Álvarez; a los IAZ, Jesús Jarillo, y Eliazar Ocaña y al biólogo Germán Muñoz.

A Ana L. Rentería M. e Iván A. García G. por su amistad sincera e incondicional.

A todos los compañeros del Clarín por haber hecho mi estancia inolvidable: Los Malqueridos: Orlando Lara y Emiliano Hidalgo, Rolando Ortega, Adriana Verduzco, Karla Rodríguez, Carlos Sosa, Francisco Chavelas, Ricardo Mousalve, Fernando Cristancho, Fernanda Manzo, Xóchitl Cano, Ericka Fernández, y Alberto González.

A mis compañeros de la Facultad: Paola Mérida, Lourdes Grajales, Tania Velázquez, Rafael Martínez y Sandra Corona.

A mis amigos de siempre Paola León y Luis Velis.

Al Sr. José G. de la Cruz por su amistad y apoyo.

A las Sras. Teresa Ponce y Angélica Torres por la amistad brindada desde hace tanto tiempo.

Al personal administrativo del CEIEGT.

A todas aquellas personas que en un momento u otro me apoyaron para que este trabajo saliera adelante.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
JUSTIFICACIÓN	8
HIPÓTESIS	9
OBJETIVOS	9
MATERIAL Y MÉTODOS	
Localización del área de estudio	10
Distribución de tratamientos	10
Sistema de pastoreo	11
Colección de muestras	11
Análisis de las características fisicoquímicas de las muestras	11
Diseño experimental	12
Variables experimentales	12
Análisis estadístico	13
RESULTADOS	16
DISCUSIÓN	
Producción de leche vendible	19
Porcentaje de grasa	20
Sólidos no grasos	21
Sólidos totales	22

Acidez titulable	23
Mastitis subclínica	24
CONCLUSIONES	25
LITERATURA CITADA	26
INDICE DE CUADROS	VI
INDICE DE FIGURAS	VII

INDICE DE CUADROS

No. Cuadro	Página
CUADRO 1	32
ANDEVA para las variables: leche vendible, densidad y acidez de la leche, de vacas F1 (H x C) que recibieron tres tratamientos alimenticios en el CEIEGT.	
CUADRO 2	33
ANDEVA para las variables: porcentaje de grasa, sólidos totales y sólidos no grasos de la leche, de vacas F1 (H x C) que recibieron tres tratamientos alimenticios en el CEIEGT.	
CUADRO 3	34
ANDEVA para el grado de mastitis (0= ausencia, 5= severa) para cada cuarto, de vacas F1 (H x C) que recibieron tres tratamientos alimenticios en el CEIEGT. Los datos se transformaron a $\sqrt{y+0.5}$, para cumplir con los supuestos de independencia y normalidad del análisis de varianza	
CUADRO 4	35
Promedios de las características fisicoquímicas de la leche de vacas F1 H x C pastoreando en praderas de gramas nativas solas o asociadas con leguminosas en el trópico	
CUADRO 5	36
Correlación entre algunas características fisicoquímicas de la leche de vacas F1 (H x C) pastoreando en praderas de gramas nativas solas o asociadas con leguminosas en el trópico	

INDICE DE FIGURAS

No. Figura	Página
FIGURA 1	37
Efecto del número de muestreo sobre la PLV y la densidad de la leche	
FIGURA 2	38
Efecto del número de muestreo sobre los sólidos no grasos	
FIGURA 3	39
Efecto del número de muestreo sobre la acidez titulable	
FIGURA 4	40
Comportamiento de los sólidos no grasos (SNG) en relación con la acidez titulable durante los muestreos	
FIGURA 5	41
Efecto del muestreo sobre la presentación de mastitis (datos clasificatorios 0 a 5 transformados con el arcoseno de la raíz cuadrada y + 0.5)	
FIGURA 6	42
Efecto del mes de lactancia sobre la presentación de mastitis (datos clasificatorios 0 a 5 transformados con el arcoseno de la raíz cuadrada y + 0.5)	

RESUMEN

Velasco Serrano Gabriela Isabel. Composición y calidad de la leche de vacas F1 Holstein x Cebú en pastoreo de praderas de gramíneas solas o asociadas con leguminosas en el trópico (bajo la dirección de: Bernardo de Jesús Marín Mejía y Epigmenio Castillo Gallegos)

Con el fin de determinar el efecto de la dieta y otros factores sobre la composición fisicoquímica de la leche, durante los meses de octubre de 1999 a febrero del 2000 se analizó quincenalmente la leche de 24 vacas F1 (H x C) de 2 a 4 partos con un rango de lactación de 50 a 150 días, quedando formados los siguientes tratamientos: A) gramas nativas (*Axonopus spp* y *Paspalum spp*) + *Arachis pintoi*; B) gramas nativas solas (*Axonopus spp* y *Paspalum spp*) y C) Praderas con 80% de gramas nativas y 15% de pasto Estrella Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*), suplementadas con una mezcla de heno de Pangola (*Digitaria decumbens*), y melaza, antes y después del ordeño. Todas las vacas recibieron melaza a libre acceso durante el ordeño. El efecto del tratamiento fue significativo ($P < 0.05$) sobre la producción de leche vendible (PLV), sólidos totales (SOT) y sólidos no grasos (SNG). Los efectos lineal, cuadrático y cúbico del muestreo fueron altamente significativos ($P < 0.01$) sobre PLV, densidad (DEN) y acidez titulable (ACI). Los promedios de PLV, SOT y SNG obtenidos fueron de 4.4 ± 1.61 kg/vaca/día, $12.93\% \pm 1.4$ y 7.89 ± 0.89 respectivamente. Se observó un aumento en PLV del 34.04% del grupo C con respecto al A. El porcentaje de grasa no fue modificado por el tipo de alimentación, y el promedio general fue de

4.9%±1.22. La presentación de mastitis no estuvo influenciada por el tipo de tratamiento, sino por el manejo del ordeño y la fase de lactancia. Se concluye que el aumento en PLV que presentó C con respecto a A se debió a la baja cantidad de fibra que consumieron los animales de la pastura asociada; así mismo, el porcentaje de grasa obtenido se consideró alto por la época del año en la que se realizó el experimento.

INTRODUCCION

La leche es el alimento natural del mamífero recién nacido, a quien proporciona la única fuente de nutrientes durante el periodo inmediatamente posterior al nacimiento¹ y el hombre la ha utilizado como complemento de su alimentación desde hace miles de años² ya que además de ser el alimento más completo y de primera necesidad, representa la materia prima para elaborar una gran cantidad de productos lácteos como quesos, yoghurt, y mantequilla. Estos productos pueden contener todos o algunos de los principios nutricios presentes en la leche pero cada uno de ellos puede suponer una contribución importante a la dieta.¹ La leche para consumo humano se define como la secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas sanas, excluyendo el producto obtenido 15 días antes del parto y 5 días después del mismo.³ La composición de la leche difiere no sólo de una especie a otra, sino que tiene un amplio margen de variación dentro de la misma e incluso entre individuos de una misma raza.¹ Los constituyentes de la leche se encuentran en tres estados físicos: solución (fase hídrica), suspensión micelar (parte de las proteínas) y emulsión (grasa). Esto permite la división de los ingredientes en tres grupos: agua, sólidos no grasos y grasa.⁴ La composición promedio de la leche de vaca es la siguiente:

AGUA: Sirve como medio de solución, dispersión o suspensión de los otros componentes. El contenido varía de 79 a 90.5% siendo el promedio de 87%.^{1, 4, 5}

GRASA: Interviene directamente en la nutrición, sabor, aroma y otras propiedades físicas de la leche y sus subproductos. Su valor promedio varía entre 3.4 y 4%.^{4, 5}

PROTEINAS: Constituyen la parte más importante de la leche desde el punto de vista nutricional; están formadas por 78% de caseínas, 17% de proteínas del suero y

5% de sustancias nitrogenadas no proteicas.⁴

LACTOSA: Ocupa un 4.7-4.9%^{1, 4, 5} y es el carbohidrato más importante de la leche, ya que es el principal factor en el control de la fermentación y maduración de los productos lácteos.

Otros componentes de la leche que se encuentran en menor cantidad son las enzimas, vitaminas y sales minerales o cenizas.

Los elementos mencionados pueden verse modificados por muchos factores tanto ambientales como del animal, entre los que se encuentran: raza, clima, estación del año y alimentación.^{6, 7, 8, 9} En cuanto a la raza, en estudios realizados en vacas F1 Holstein x Cebú, F1 Suizo Pardo x Cebú y vacas Cebú, se observaron variaciones en los porcentajes en grasa de 2.73%, 3.10% y 3.57%, en proteína de 3.01%, 3.14% y 3.46% y de acidez de 0.15%, 0.15% y 0.16% respectivamente, encontrándose que en las tres variables, los valores fueron mayores en las vacas cebú que en las cruzas con razas europeas.⁸ La estación del año y el clima también afectan la composición de la leche, encontrándose generalmente que la riqueza en grasa y extracto seco magro suele ser más elevada durante los meses de invierno, declina en marzo y abril y alcanza un valor mínimo en julio y agosto en regiones de climas templados y semiáridos con ganaderías de tipo intensivo.^{10 11, 12} De igual manera, la densidad o peso específico de la leche se ve afectada por la estación del año, encontrándose que en el verano es mayor que en la primavera.¹³

Una de las principales causas de variación del contenido de grasa es la alimentación del ganado, ya que la falta de forraje con materia seca o de fuentes de calorías adecuadas provoca su disminución.⁷ En las regiones de clima tropical donde se

manejan ganaderías de doble propósito, la concentración máxima de grasa se da hacia los meses de septiembre a enero cuando comienza a escasear el forraje y la producción de leche disminuye, mientras que la concentración mínima se encuentra en los meses de marzo a julio cuando hay mayor disponibilidad de forraje verde y aumenta la producción de leche.¹⁰ Por otro lado, el porcentaje de grasa varía con el estado de la lactancia, siendo mayor al inicio, luego disminuye en el “pico” de producción y aumenta después conforme se reduce progresivamente la misma.^{10, 11, 14}

La producción de leche es un proceso biológico complejo influenciado por factores genéticos y no genéticos,^{6, 11} ya que vacas con superioridad genética son capaces de producir grandes cantidades de leche a diferencia de vacas genéticamente inferiores, sin embargo, los niveles de producción de leche también están influenciados por el nivel y tipo de alimentación y otros factores ambientales, por lo que aunque todas las vacas tengan la misma dieta, normalmente las vacas genéticamente superiores tendrán niveles de producción más elevados.¹⁵

La producción diaria de leche en los sistemas de doble propósito es baja (3 a 4 kg/vaca) porque está asociada con una deficiente nutrición animal particularmente en la época seca y con el bajo potencial genético de las vacas.¹⁶ Sin embargo, con vacas de mediano potencial genético la producción diaria de leche puede alcanzar los 9 o 10 litros si se utilizan gramíneas fertilizadas con nitrógeno o asociaciones de gramíneas con leguminosas.¹⁷

Se sabe que las leguminosas forrajeras incorporadas en las pasturas pueden fijar nitrógeno que transfieren a la gramínea, incrementando de esta forma el crecimiento

vegetativo y la calidad a través del aumento en la cantidad de energía y proteína disponibles para los animales.¹⁸ Los resultados de diferentes experimentos en donde se analizó la composición de la leche de vacas pastoreando en praderas de gramíneas asociadas con leguminosas, como *Arachis pintoii* CIAT 17434, muestran que hay diferencias en la leche producida/vaca/día y en el contenido de sólidos totales, siendo mayor en las vacas pastoreando en praderas mixtas (8.8 kg y 13.6%, respectivamente) que en las vacas pastoreando en praderas de gramíneas solas (7.7 kg y 13.1%, respectivamente).¹⁹ Así mismo, la escasa alimentación reduce la producción de leche y el porcentaje de lactosa, incrementándose el contenido de grasa, proteína y minerales; sin embargo, la pobre calidad del forraje en el invierno puede afectar la producción de ácido propiónico, lo que resulta en una disminución del contenido de proteína en la leche.¹⁴ El contenido de proteína también se ve afectado por el tipo de alimentación¹⁴ y el número de parto,¹³ ya que dietas de mejor calidad y mayor número de partos aumentan su porcentaje.

La presentación de enfermedades, especialmente la mastitis, también causan variación en la cantidad de leche producida así como en sus componentes.²⁰ Esta enfermedad, altera la permeabilidad del tejido mamario y afecta negativamente la capacidad de síntesis de los constituyentes de la leche por el tejido secretor, además de destruir este tejido con el consiguiente descenso en la capacidad de producción. Esta enfermedad en su presentación clínica o subclínica ocasiona grandes pérdidas económicas en la industria lechera al disminuir la cantidad y calidad de la leche producida y al aumentar los costos de producción por concepto de terapias y provocar el desecho temprano de los animales que la padecen de manera

crónica, los cuales tienen que ser reemplazados.^{21, 22, 23, 24} La prueba de California (CMT) puede ser un índice de la inflamación de la ubre y está relacionada con el recuento de leucocitos en la leche. Waite y Blackburn (1957) citados por Schmidt (1974),²⁰ clasificaron las alteraciones de la composición de la leche de acuerdo con el recuento total de células somáticas en la leche. La que contiene menos de 100,000 células/ml es producida por vacas que no padecen mastitis subclínica y por lo tanto su composición no está alterada, pero cuando el conteo celular asciende de 100,000 a 500,000 células/ml (relacionado con una reacción de CMT correspondiente a Trazas), la composición se modifica al disminuir el extracto seco magro y el contenido de lactosa.²⁰ Otro factor que influye en la calidad de la leche es su capacidad de convertirse en un medio de cultivo muy apropiado para los microorganismos, incluyendo los patógenos, por lo que el mal manejo higiénico del ordeño así como las temperaturas elevadas durante la recolección y el transporte, determinan en gran medida que se obtenga una acidez muy elevada.¹³

Para obtener leche de buena calidad es necesario considerar los siguientes aspectos.²⁵

1. Manejo de una alimentación con la mejor calidad, ya que de esto depende en parte la composición de la leche producida.
2. Establecimiento de programas de medicina preventiva, particularmente de control de mastitis.
3. Capacitación del ordeñador para realizar el ordeño en forma higiénica.

JUSTIFICACION

El interés por conocer la composición y calidad de la leche se basa en que es un alimento destinado al consumo humano y desde el punto de vista de investigación y zootécnico, es importante para establecer el adecuado manejo de la nutrición en las zonas de trópico húmedo donde la producción de leche se mantiene bajo los sistemas de doble propósito y las condiciones de alimentación en pastoreo son limitadas. Por otra parte, es necesario que la producción y el manejo de la leche se realicen de la manera más higiénica posible para no poner en riesgo la salud de los consumidores.

HIPOTESIS

La alimentación de las vacas con tres tipos de dieta, una con base en el consumo de gramas nativas; otra en el consumo de forraje en praderas de gramíneas nativas e introducidas + suplementación energética y otra en el consumo de forraje en praderas asociadas de gramíneas con leguminosas (*Arachis pintoii*), puede modificar la composición fisicoquímica de la leche de vacas F1 Holstein x Cebú en el trópico.

OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

El presente trabajo tuvo como objetivo principal la caracterización física y química de la leche producida en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) con 3 diferentes tipos de alimentación durante la época de invierno.

5.2 Objetivo Específico

Este fue, estimar el efecto de la dieta así como otros factores (grado de mastitis, número de lactancia, mes de lactancia), sobre la composición fisicoquímica de la leche de vacas F1 Holstein x Cebú en pastoreo en el trópico.

MATERIAL Y METODOS

Localización del área del estudio

El CEIEGT se encuentra localizado en el km 5.5 de la carretera federal Martínez de la Torre-Tlapacoyan, Ver., a una altura de 151 msnm. El clima en la zona es de tipo Af (m) wⁿ (e) con una temperatura promedio de 23.4°C y precipitación anual de 1990 mm. Los suelos en el área son ultisoles, con pH de 4.9 a 6.7 y la capa de materia orgánica varía entre 1 y 2.5%^{26, 27}

Distribución de Tratamientos

El experimento tuvo una duración de 5 meses (octubre de 1999 a febrero del 2000) y se utilizaron 24 vacas F1 Holstein x Cebú (H x C) de 2 a 4 partos en promedio con un rango de lactación de 50 a 150 días, que fueron asignadas a los siguientes tratamientos:

Tratamiento A: 8 vacas alimentadas con gramas nativas (*Paspalum spp* y *Axonopus spp*) asociadas a la leguminosa *Arachis pintoi* CIAT 17434.

Tratamiento B: 8 vacas alimentadas con gramas nativas (*Paspalum spp* y *Axonopus spp*).

Tratamiento C: 8 vacas alimentadas en praderas con gramas nativas, suplementadas con una mezcla de heno de Pangola (*Digitaria decumbens*), y melaza, por 45 minutos antes y 45 minutos después del ordeño.

Todas las vacas recibieron melaza *ad libitum* durante el tiempo que duró el ordeño, además de sales mineralizadas mientras esperaban ser ordeñadas.

Sistema de pastoreo

Para los tratamientos A y B, se utilizó un sistema de pastoreo rotacional intensivo con tiempos variables de recuperación (20-60 días) y de pastoreo (1-3 días) según la época del año: corto en época de lluvias (20/1) y largo en época de nortes y sequía (40-60/2-3). Se manejó una carga animal variable estacional: del 15 de septiembre al 29 de noviembre, la carga fue de 8 vacas en 2.5 hectáreas divididas en 7 potreros y el resto del tiempo la carga fue de 5 vacas. Para el tratamiento C también se manejó un sistema de pastoreo rotacional intensivo con tiempo de pastoreo de 2 días por 30 días de descanso y se manejó una carga animal promedio de 2.5 UA/ha.

Colección de muestras

El sistema de ordeño fue mecánico, pero para fines del presente estudio, quincenalmente se ordeñó a fondo en forma manual y se tomaron muestras de 500 ml de leche del total producido por cada vaca. Las muestras se mantuvieron en refrigeración (hielo) hasta que se transportaron y almacenaron en el laboratorio del CEIEGT. La producción diaria de leche y el grado de mastitis subclínica se registraron al momento de realizar el muestreo.

Análisis de las características fisicoquímicas de las muestras

Las muestras fueron analizadas para determinar: porcentaje de grasa, según el método de Gerber,²⁸ peso específico de la leche²⁹ y acidez titulable.²⁹ De igual manera, en cada muestreo quincenal se realizó la prueba de California (CMT) para la detección de mastitis subclínica.²⁸ La clasificación que se otorgó a las diferentes reacciones del CMT así como su equivalencia en células somáticas/ml fue la

siguiente:

Clasificación	Reacción	Células / ml
0	Negativa	0 a 200,000
1	Trazas	150,000 a 500,000
2	Tipo 1	400,000 a 1'500,000
3	Tipo 2	800,000 a 5'000,000
4	Tipo 3	> 5'000,000
5	Mastitis clínica	

Fuente: Jasper GE., 1967. Proc. of NMC.

Además se hizo el cálculo de sólidos totales y sólidos no grasos de acuerdo a las fórmulas utilizadas por Revilla.²⁹

Diseño experimental

El diseño experimental fue completamente al azar con tres tratamientos. La vaca fue la unidad experimental y se encontró anidada dentro de tratamientos. La leche de las vacas se muestreó cada 15 días en nueve ocasiones consecutivas, por lo que el diseño se constituyó también en uno de mediciones repetidas en la misma unidad experimental.

Variables experimentales

Las variables de respuesta fueron: producción de leche vendible (PLV, kg/vaca/día), las características fisicoquímicas de la leche como peso específico (PE, g/ml), acidez (ACI, °D), grasa (GRA, %), sólidos totales (SOT, %) y sólidos no grasos (SNG, %). Las variables independientes fueron cada uno de los tratamientos (A, B y C) y el número de muestreo (1 al 9).

Análisis estadístico

En primer término se obtuvieron las medias, desviaciones estándar y coeficientes de variabilidad de cada variable dependiente para cada tratamiento y número de muestreo, con el fin de observar tendencias generales. En seguida, se analizó la varianza de cada variable dependiente con el siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + T_j + V_i(T_j) + b_1(M_k) + b_2(M_k)^2 + b_3(M_k)^3 + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = es la variable de respuesta registrada en la i-ésima vaca, dentro del j-ésimo tratamiento en el k-ésimo mes de muestreo,

μ = es la media general,

T_j = es el efecto del j-ésimo tratamiento (j= A,B,C),

$V_i(T_j)$ = es la variación entre vacas dentro de tratamientos, usada como error "a" para probar el efecto de tratamientos,

M_k = es el efecto lineal del k-ésimo muestreo (k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9),

$(M_k)^2$ = es el efecto cuadrático del k-ésimo muestreo (k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9),

$(M_k)^3$ = es el efecto cúbico del k-ésimo muestreo (k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9),

$b_1 - b_3$ = son coeficientes de regresión asociados a los efectos de primero, segundo y tercer orden del muestreo,

ε_{ij} = es la variación residual, o no explicada por el modelo, usada como error "b" para probar los efectos lineal, cuadrático y cúbico del muestreo, el cual se supone: $I, \sim N, \mu = 0$ y $\sigma^2 = 1$.

Dado que se contó con diferente número de vacas por muestreo, se utilizaron las sumas de cuadrados tipo III, que son las recomendables para estos casos.³⁰

El análisis de varianza preliminar, mostró que el tratamiento no interactuó con los efectos lineal, cuadrático y cúbico del muestreo, por lo cual no se incluyó la interacción en el modelo final presentado arriba.

Las variables GRA, SOT y SNG, que se expresaron en porcentaje, fueron transformadas a valores angulares mediante la fórmula $\arcsen \sqrt{\text{porcentaje}/100}$, con el fin de cumplir con el supuesto de que los errores del análisis de varianza se distribuyen normalmente.

Las comparaciones entre medias de tratamientos se efectuaron por medio de la prueba de "t" de Student, pero sólo en el caso de que la prueba de "F" del análisis de varianza indicara un efecto significativo ($P < 0.05$) o altamente significativo ($P < 0.01$) del tratamiento.³¹

Al efectuar el análisis de varianza preliminar, resultó que todos los efectos del polinomio de tercer grado resultaron significativos o altamente significativos sobre las variables PLV, PE y ACI, por lo cual se efectuaron las regresiones polinomiales correspondientes del tipo:

$$Y_{ij} = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3 + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = es la variable de respuesta, medida en la i-ésima vaca del j-ésimo tratamiento,

b_0 = es la ordenada al origen,

X , X^2 , X^3 = son los efectos lineal, cuadrático y cúbico, respectivamente, del k -ésimo muestreo ($k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$),

b_1 , b_2 , b_3 = son los coeficientes de regresión respectivos a los efectos lineal, cuadrático y cúbico del muestreo,

ϵ_{ij} = es el error experimental, supuesto I , $\sim N$, $\mu = 0$ y $\sigma^2 = 1$.

Lo anterior se hizo para estimar los parámetros de cada modelo, lo que permitió expresar gráficamente cada relación y así mostrar el comportamiento de cada variable de respuesta conforme transcurrió el experimento. Asimismo, estas relaciones servirán en el futuro para modelar el comportamiento de la producción y calidad de la leche del ganado de doble propósito.

El procesamiento estadístico de la información que se recabó, se efectuó en un computador personal, usando el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) en su versión 6.02 ³² Las medias, desviaciones estándar, así como la comparación entre medias con la prueba de "t" se obtuvieron con la opción LSMEANS.

Para el análisis de los datos de mastitis, estos fueron transformados con la $\sqrt{y+0.5}$, para cumplir con los supuestos del análisis de varianza.

RESULTADOS

De acuerdo a los análisis de varianza, el tratamiento tuvo efecto significativo ($P < 0.05$) sobre PLV, SOT y SNG, en tanto que sobre las demás variables de respuesta no fue significativo ($P > 0.05$) (Cuadros 1 y 2). Por otro lado, los efectos lineal, cuadrático y cúbico del muestreo fueron altamente significativos ($P < 0.01$) sobre PLV, PE y ACI (Cuadro 1). En las otras tres variables, sólo el efecto lineal del muestreo fue altamente significativo ($P < 0.01$) sobre SOT (Cuadro 2).

En cuanto a PLV, la media general obtenida en el presente trabajo fue de 4.4 ± 1.61 kg/vaca/día. No hubo diferencia entre el tratamiento A (3.3 ± 0.18) y el tratamiento B (4.0 ± 0.13) ($P > 0.05$), pero A fue inferior al tratamiento C (4.7 ± 0.13) ($P < 0.01$). Tampoco hubo diferencia entre los tratamientos B y C ($P > 0.05$) (Cuadro 4). El tratamiento B obtuvo 0.7 kg/vaca/día más que A y la misma diferencia se presentó entre B y C, lo que representa un incremento del 14.89%; por otro lado, C tuvo 1.6 kg/vaca/día más que A, equivalente a un aumento del 34.04%.

Con relación a los SOT, no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre el tratamiento B ($13.3\% \pm 0.16$) y el tratamiento C ($13.0\% \pm 0.16$), mientras que el tratamiento A ($12.5\% \pm 0.22$), fue inferior ($P < 0.01$) al tratamiento B (Cuadro 4).

En cuanto a SNG, el tratamiento B ($8.3\% \pm 0.10$) fue superior ($P < 0.01$) a los tratamientos A ($7.9\% \pm 0.14$) y C ($7.8\% \pm 0.10$), no existiendo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre éstos últimos (Cuadro 4).

En relación a la presentación de mastitis, el análisis de varianza reveló que no hubo efecto significativo del tratamiento sobre la misma, pero sí lo hubo ($P < 0.01$) del

efecto lineal, cuadrático y cúbico del número de muestreo para los cuartos anterior izquierdo (AI) y posterior derecho (PD), mientras que para el cuarto anterior derecho (AD) sólo el efecto lineal del muestreo fue significativo ($P < 0.05$). Los mismos efectos fueron significativos ($P < 0.05$) para el cuarto posterior izquierdo (PI) (Cuadro 3).

La figura 1 muestra el comportamiento de la densidad y PLV durante el período de experimentación. Se observó un aumento en la PLV durante los muestreos quincenales 1 a 4, correspondiendo éstos al periodo comprendido entre octubre y diciembre, y se presentó una disminución en la misma durante los muestreos quincenales 5 a 9, los cuales se efectuaron en los meses de diciembre a febrero. El peso específico se comportó de manera inversa a PLV, de tal forma que éste presentó una disminución durante los primeros cuatro muestreos, mientras que en los muestreos restantes, a medida que la producción disminuyó, el peso específico se incrementó.

En la figura 2 se presenta el efecto del muestreo sobre el porcentaje de SNG, observándose que éste fue menor en los muestreos 2 a 5, correspondientes al periodo comprendido entre noviembre y diciembre y aumentó en los muestreos 6 a 9, realizados entre los meses de diciembre y febrero; este comportamiento fue similar al presentado por la curva del peso específico, por lo que el porcentaje de SNG también se relacionó de manera inversa con la PLV.

En la figura 3 se aprecia que la acidez titulable se mantuvo con poca variación durante el periodo de experimentación; ésta fue menor en los muestreos 1 y 2 (octubre – noviembre), aumentó en el muestreo 3 y se mantuvo con poca variación desde el muestreo 4 hasta el 9, efectuados entre los meses de diciembre a febrero.

En el cuadro 5, se muestran las correlaciones entre peso específico y sólidos totales ($r^2= 0.69486$), grasa y sólidos totales ($r^2=0.87239$) y sólidos totales y sólidos no grasos ($r^2= 0.36003$), las cuales fueron estadísticamente significativas ($P<0.01$).

En la figura 4 se observa que la acidez se comportó de manera inversa a los SNG, aun cuando la correlación entre ambas variables no fue significativa.

En las figuras 5 y 6 se aprecia el efecto que tuvieron tanto el mes de lactancia como el número de muestreo sobre la presentación de mastitis para los cuartos en donde hubo significancia del efecto lineal, cuadrático o cúbico de las mencionadas variables, observándose que existió una tendencia al aumento en la presentación de mastitis conforme avanzó el experimento y aumentó el mes de la lactancia, excepto para el cuarto posterior izquierdo, el cual tendió a presentar menor cantidad de células somáticas hacia el 4º, 5º 6º, y 7º mes de lactancia, aunque al final de la misma mostró el valor máximo.

DISCUSION

La producción de leche en las zonas tropicales se realiza en explotaciones de doble propósito, sistema que al contribuir de manera importante a la producción láctea Nacional, hace necesario el mejoramiento de la alimentación de los animales mediante el establecimiento de pasturas mejoradas,¹⁸ ya que no se puede pensar en altas producciones de leche por vaca cuando no existen los recursos alimenticios de la calidad necesarios.³³ La leche al ser un producto biológico, está sujeta tanto a variaciones en composición como en cantidad producida¹³ y éstas son el resultado de la interacción de muchos elementos dentro de la vaca y su ambiente externo.⁸

En este capítulo se discutirán algunos de los componentes que están implicados en la calidad y composición de la leche bajo el contexto particular del presente estudio.

PRODUCCION DE LECHE VENDIBLE (PLV)

Los resultados obtenidos en el incremento de PLV en el presente trabajo son diferentes a los informados por González,¹⁹ Monsalve,³⁴ y Castillo,³⁵ quienes obtuvieron una mayor producción de leche en las pasturas asociadas que en las pasturas de gramas nativas solas. Cipaguta y col.,³⁶ no encontraron diferencias en los niveles de producción de leche al evaluar pasturas de gramíneas solas o asociadas con leguminosas, mientras que en el presente estudio sí las hubo. Estas diferencias pueden estar relacionadas con las cargas animales manejadas para cada grupo. Según Minson y col.(1993)³⁷ y Davison y col.(1985)³⁸ las leguminosas tropicales presentan una mejor productividad con cargas animales entre 1.3 y 3 vacas/ha, mientras que las gramíneas solas son capaces de mantener una mayor

productividad con cargas animales más altas. También cabe señalar que las vacas adaptadas a las condiciones tropicales, como las utilizadas en el presente trabajo, aparentemente no destinan la mayor parte de los nutrimentos consumidos sólo a producir leche sino también a la producción de tejidos, dando como resultado una baja capacidad para reflejar el mejoramiento del valor nutritivo de dietas con base en pasturas.¹⁸ Es importante mencionar que en este trabajo se utilizaron lactancias incompletas, ya que al momento de iniciar el experimento, la mayoría de las vacas se encontraba en el cuarto o quinto mes de lactancia, lo cual tuvo influencia sobre los resultados obtenidos.

CONTENIDO DE GRASA

En el presente estudio, el porcentaje de grasa no fue afectado por el tipo de alimentación, siendo el promedio de 4.9%. Sin embargo, Cipaguta,³⁶ encontró que sí hubo efecto de la pastura sobre el porcentaje de grasa de la leche, siendo más alto en las vacas que pastaron en la asociación de gramíneas con leguminosas; esto se relacionó con la baja disponibilidad de forraje en las pasturas asociadas, lo que llevó a un menor consumo de energía, con una menor producción láctea y un aumento en el porcentaje de grasa. En el presente estudio, la relación inversa entre el porcentaje de grasa y la producción de leche no se presentó, ya que como se observa en el cuadro 3, el tratamiento A tuvo la menor producción de leche y el menor porcentaje de grasa, mientras que los tratamientos B y C fueron diferentes en PLV, pero no hubo diferencia en el porcentaje de grasa. Posiblemente las vacas en A consumieron menor cantidad de fibra que las vacas de B y C, lo que explicaría el porqué A obtuvo la menor cantidad de PLV y el menor % de grasa, ya que existe una relación

directamente proporcional entre la cantidad de fibra en la dieta y el porcentaje de grasa de la leche. Los componentes de la fibra, al ser fermentados en el rumen, dan origen a los ácidos grasos volátiles que determinan el porcentaje de grasa, por lo que las dietas bajas en fibra ocasionan una disminución del porcentaje de grasa^{39, 40, 41} Por otro lado, el que no hubiera diferencia en el porcentaje de grasa entre tratamientos quizá se deba a que no existieron variaciones estacionales en la dieta, ya que en cuanto al contenido de grasa en la leche, el mínimo se presenta en verano y el máximo en invierno, independientemente del régimen de alimentación.³⁵

SÓLIDOS NO GRASOS (SNG)

Dentro de los SNG se encuentran los carbohidratos como la lactosa y las proteínas; ambos componentes son importantes ya que los primeros participan en la maduración de los productos lácteos y las proteínas constituyen la parte nutritiva de la leche. La media general obtenida de SNG fue de $7.98\% \pm 0.89$, correspondiendo el mayor porcentaje al tratamiento B. Este porcentaje fue similar al obtenido por Trujillo y col 1988¹³ en un estudio realizado en el CEIEGT durante las 4 épocas del año. En el presente trabajo no se encontraron diferencias en el porcentaje de SNG entre el grupo que pastoreó en la pradera asociada y los que se alimentaron con gramas nativas, lo que coincide con los resultados obtenidos por Lascano y Avila.⁴² Sin embargo, sí observaron variación en los SNG relacionada con el mes de lactancia de las vacas, mismo que en este estudio no tuvo influencia sobre esta variable. Por otro lado, el porcentaje de SNG promedio obtenido en el presente estudio es inferior al obtenido por Vinay y col.⁹, quienes obtuvieron un promedio de SNG de 8.21% en animales con 50% de sangre Holstein, como los utilizados en este

trabajo. Ellos consideraron alto este porcentaje y lo asociaron con un aumento en los sólidos totales debido a la baja producción de leche, que fue menor a 4.0 kg/vaca/día.

SOLIDOS TOTALES (ST)

Los ST tienen gran importancia desde el punto de vista comercial,¹ ya que se relacionan directamente con el rendimiento de los productos lácteos, como el queso.¹⁰ El promedio general de ST en este experimento fue de 12.93%±1.4, correspondiendo el mayor porcentaje al grupo B y el menor al grupo A, con diferencias entre ellos atribuibles a la pastura; en un estudio realizado por González y col.¹⁹ también hubo diferencias en el porcentaje de ST, pero en ese caso, la pastura asociada fue la que obtuvo el mayor porcentaje de ST. Cabe mencionar que no sólo el tipo de alimentación influyó sobre los ST, sino también la época en la que realizó el experimento. Patwardhan y col (1986),¹⁴ encontraron que durante el invierno la cantidad de sólidos totales en la leche aumentó al incrementarse el porcentaje de grasa; esta relación es directamente proporcional y en este trabajo, ambas variables tuvieron una correlación altamente significativa.

ACIDEZ TITULABLE

La acidez titulable es una característica fisicoquímica importante que resulta de la determinación de la cantidad de ácido láctico producido por los microorganismos al degradar la lactosa. Así, la acidez puede ser un indicador del buen o mal manejo higiénico al ordeñar.²⁸

El tipo de alimentación no tuvo ningún efecto sobre el nivel de acidez; éste se vio

afectado solamente por el número de muestreo, considerándolo como el comportamiento de la acidez durante el tiempo que duró el experimento. El promedio de acidez obtenido en el presente estudio fue de 15.64 ± 3.25 °D, con valores que variaron desde 12.5 hasta 21.0 °D. Este promedio se encuentra dentro del margen establecido como aceptable en la Norma Oficial Mexicana de la leche³, cuyo rango va de un mínimo de 13% a un máximo de 17% de acidez. La media en este trabajo concuerda con lo reportado por Vinay y Vargas,⁹ quienes obtuvieron un promedio de acidez superior al 15%, valor que consideraron alto y que relacionaron al mal manejo del ordeño. Cabe señalar que algunos autores consideran que niveles de acidez inferiores al 15% pueden estar relacionados con estados de desnutrición por parte de los animales.¹⁰

Por otro lado, el valor de la acidez titulable refleja de manera indirecta la riqueza de la leche en SNG, especialmente en proteínas que en alto porcentaje aumentan la acidez de la leche, sin que haya desarrollo bacteriano.¹⁰ Aunque en el presente estudio la correlación entre estas variables no fue significativa ($P > 0.05$), la acidez se comportó de manera inversa a los SNG.

MASTITIS SUBCLÍNICA

La calidad de la leche se ve afectada por la presentación de mastitis clínica y subclínica. Un ejemplo de esto es la rancidez que ocasiona a la leche y a los productos lácteos que con ella se elaboran por un incremento en la cantidad de ácidos grasos libres.⁴³

En el presente trabajo, la reacción más frecuentemente presentada en las muestras evaluadas con el CMT fue del tipo 1. Las vacas que presentaron las reacciones más

severas fueron las del grupo A, lo cual probablemente se debió a que estos animales se encontraban en una fase muy avanzada de la lactancia al momento de iniciar el estudio (entre el séptimo y el décimo mes de lactación) y esto a su vez influyó para que este grupo fuera el que presentara la menor producción de leche. Estos resultados coinciden con lo reportado por Alarcón y col.,⁴⁴ quienes observaron que la frecuencia de mastitis subclínica se incrementa a partir del sexto mes de lactación, y este aumento continúa conforme avanza la misma; concluyeron que es necesario evaluar el mantener o no animales con lactancias prolongadas dentro de la explotación, como los utilizados en el presente trabajo.

CONCLUSIONES

- El promedio general del porcentaje de grasa fue alto debido a la avanzada fase de lactancia en la que se encontraban los animales al momento de iniciar el experimento y a la época del año en la que se realizó el mismo.
- La presentación de mastitis clínica y subclínica estuvo influenciada principalmente por el manejo del ordeño y por la fase de lactancia. Esto reafirma la importancia que tiene el establecer prácticas para el manejo higiénico del ordeño, así como la supervisión de las mismas.
- La dieta proporcionada en el tratamiento A tendió a disminuir el porcentaje de grasa en la leche, lo cual pudo deberse a su bajo contenido de fibra, lo cual parece corroborar el hecho de que las vacas del tratamiento C, que recibieron fibra adicional, presentaron los valores más altos. Esto implica que al ofrecer dietas altamente digestibles y con alto contenido de proteína y humedad, producto de la gran cantidad de agua en el forraje y la suplementación con melaza, es indispensable dar fibra de buena calidad (Fibra Neutro Detergente Efectiva) para estimular la función ruminal a través de la rumia y con esto favorecer la formación de aportar ácidos grasos volátiles, precursores de la grasa láctea.

LITERATURA CITADA

1. Porter JW. Leche y Productos Lácteos. 1ª ed. España: Acribia, 1981
2. LGC, JPJH. Manual para el control de calidad de leche fresca. México: Laboratorio de garantía de la calidad, 1991.
3. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-091-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Leche Pasteurizada de vaca. Disposiciones y Especificaciones Sanitarias. DOM; México, 1994.
4. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT). Taller de Productos Lácteos. México (Veracruz): CEIEGT, 1997.
5. Valencia HE. Vinculación Tecnológica para el desarrollo de la unión de Ejidos Proyecto Fábrica Artesanal de Quesos Santa Catalina de Zena S.P.R. (Catamis, Tzucacab, Yucatán). México (Yucatán): TECADER, S.C.P., 1996.
6. Vamam AH, Sutherland JP : Leche y productos lácteos. Tecnología, Química y Microbiología. Alimentos básicos Serie 1. España; Acribia, 1994.
7. Marín MB, Nodot CP, Villalobos M. Determinación de las causas de variación en el contenido de sólidos grasos en la leche de vacas F1 y ¾ Holstein x Cebú en el trópico húmedo. Memorias de XI Congreso Nacional de Buiatría; 1985 agosto 1-3; Guadalajara (Jalisco) México. México (DF): Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, 1985:121-123
8. Vinay VJ, Avila DA, Morales VM. Composición y Producción de leche de vacas Holstein, Suizo Pardo y sus cruzas con Cebú en el trópico subhúmedo. Memorias

- de VI Reunión Científica del Sector Agropecuario Forestal en el estado de Veracruz; 1993 diciembre; Veracruz (Veracruz) México. Publicaciones Especiales INIFAP. 1993:81.
9. Vinay VJ, Vargas VS, Rodríguez CHM. Calidad fisicoquímica de la leche bronca en el Municipio de Jamapa, Veracruz. Memorias de VI Reunión Científica del Sector Agropecuario y Forestal del Estado de Veracruz; 1993 diciembre; Veracruz (Veracruz) México. Publicaciones Especiales INIFAP, 1993:80.
10. Villegas A. Los Quesos Mexicanos. 1ª ed. México: CIESTAAM, 1993.
11. Yadav SBS, Yadav AS, Yadav MS. Seasonal fluctuations in milk composition at various stages of lactation in crossbred dairy cattle. Indian J. Dairy Sci 1991;1:33-36.
12. Ol'shevskil PA. The determination of the concentration of protein and fat in milk. In: Dairy Sci. Abstr. 1990;5: Abstract no. 2884.
13. Trujillo SF, Avila TS, Vargas GR, Blanco OM. Calidad de la leche producida durante las diferentes épocas del año con ganado bovino en el área de influencia del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT), Martínez de la Torre, Veracruz. Vet. Mex. 1988; 19:345-351.
14. Patwardhan NP, Toro VA, Majgaonkar SV. Seasonal variation in chemical composition of milk under heavy rainfall region of Konkan, Indian J. Dairy Sci. 1986, 3:256-260.
15. Holmes CW y Wilson GF. Producción de leche en praderas. 1ª ed. España: Acribia, S.A., 1981.

16. Seré C. Primera aproximación a una clasificación de sistemas de producción lechera en el trópico sudamericano. *Prod. Anim. Trop.* 1983; 8:110-121.
17. Stobbs TH. Milk Production per cow and per hectare from tropical pastures. En Seminario Internacional de Ganadería Tropical. FIRA. Acapulco, México. 1976:129-146
18. Ulrich RC, Vera R, Weniger JH. Producción de leche con vacas de doble propósito en pasturas solas y asociadas con leguminosas. *Pasturas Tropicales* 1994; 3:27-30.
19. González MS, Van Heurk LM, Romero F, Pezo DA, Argel PJ. Producción de leche en pasturas de estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) solo y asociado con *Arachis pintoi* o *Desmodium ovalifolium*. *Pasturas Tropicales* 1992; 1:2-12.
20. Schmidt GH. *Biología de la Lactación*. 1ª ed. España: Acribia, 1974.
21. Youl BS, Nicholls TJ. The relationships between somatic cell counts and lactation yield of dairy cows. *Australian J. Of Dairy Technology*. 1987;42:68-70
22. Fetrow J, Mann D, Butcher K, McDaniel B. Production losses from mastitis: Carry-Over from the previous lactation. *J. Dairy Sci.* 1991;74:833-839.
23. Saini SS, Sahrma JK, Kwatra MS. Prevalence and etiology of subclinical mastitis among crossbred cows and buffaloes in Punjab. *Indian J. Dairy Sci.* 1994; 47:103-106.
24. Simpson RB, Wesen DP, Anderson KL, Armstrong JD, Harvey RW. Subclinical mastitis and milk production in primiparous simmental cows. *J. Anim. Sci.* 1995;73:1552-1558.

25. Marín MB. Control de calidad de la leche, impacto en el pago y su transformación. En Memorias del Curso de Avances en Ganadería de Doble Propósito en el Trópico; 1999 septiembre 8-10; Tuxpam (Veracruz) México. FMVZ/UNAM, 1999:54-56.
26. Hernández SG. Introducción al estudio y reconocimiento de los suelos del CEIEGT y de sus áreas de influencia. CEIEGT-FMVZ-UNAM. México, 1988.
27. Toledo JM. Plan de Investigación en leguminosas tropicales para el CIEEGT, Martínez de la Torre, Veracruz, México. México: UNAM-CIEEGT, 1986.
28. Schneider K, Arroyo M. Tratado práctico de los análisis de la leche y del control de los productos lácteos. España: Dossat 2000, 1994.
29. Revilla A. Tecnología de la leche. 2ª ed. Costa Rica: Instituto Americano de Cooperación para la Agricultura, 1982.
30. Freund y Littel 1981.
31. Steel RGD, torrie JH. Principles and procedures of Statistics. A biometrical Approach. 2nd ed. Singapore: Macgraw-Hill, 1981.
32. SAS 1986.
33. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura en el Banco de México. Boletín Informativo. Producción de leche en Praderas Tropicales. FIRA 1991; 23: 2-29.
34. Monsalve LRA. Composición botánica del forraje ingerido por vacas F1 (Holstein x Cebú) que pastaron Gramas Nativas y Gramas Nativas asociadas a *Arachis pintoi* durante la transición entre las épocas de lluvias y nortes en un sitio con clima Af (m) del estado de Veracruz, México (tesis de licenciatura) Martínez de la

- Torre (Veracruz) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México – Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales Santa Fé de Bogotá, Colombia, 2000.
35. Castillo GE. Producción de leche en praderas de grama nativa asociadas a la leguminosa *Arachis pintoi*. Memorias del Primer Curso de Actualización en Producción de leche y Carne en el trópico con base en el pastoreo; 2000 febrero 17 y 18; Tuxpam (Veracruz) México: CEIEGT-FMVZ-UNAM, 2000:53-58.
36. Cipaguta M, Velásquez J, Pulido J. Producción de leche en tres pasturas del Piedemonte amazónico del Caquetá, Colombia. *Pasturas Tropicales* 1988;20:2-9.
37. Minson DJ, Cowan T, Havilah E. Northern dairy feedbase 2001: 1. Summer pasture and crops. *Tropical Grasslands* 1993; 27:131-149.
38. Davison TM, Cowan RT, Shepherd RK. Milk production from cows grazing on tropical grass pastures 2. Effects of stocking rate and level of nitrogen fertilizer on milk yield and pasture-milk yield relationships. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 1985;25:515-523.
39. National Research Council. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 6^a ed. USA: National Academy Press, 1989.
40. Wilcox & Van Horn. *Large Dairy Herd Management*. USA: University Press of Florida, 1978.
41. Miller WJ. *Dairy Cattle Feeding and Nutrition*. England; Academy Press, 1979.

42. Lascano CE, Avila P. Potencial de Producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Pasturas Tropicales* 1990;3:2-10.
43. Munro GL, Grieve PA, Kitchen BJ. Effects of mastitis on milk yield, milk composition, processing properties and yield and quality of milk products. *Australian J. Of Dairy Technology* 1984;39:7-16.
44. Alarcón RF. Frecuencia de mastitis en vacas Holstein x Cebú y susceptibilidad de las bacterias asociadas. Estudio retrospectivo (tesis de licenciatura) Martínez de la Torre (Veracruz) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 1997.

Cuadro 1. Análisis de varianza para las variables: leche vendible, peso específico y acidez de la leche, de vacas F1 (H x C) que recibieron tres tratamientos alimenticios en el CEIEGT.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios tipo III					
		Leche vendible (kg/vaca/día)		Peso específico (g/ml)		Acidez (°D)	
		CM ¹	Pr>F ²	CM, x10 ⁻⁵	Pr>F	CM	Pr>F
Tratamiento	2	23.5771	0.0184	3216	0.0719	9.3732	0.4856
Vaca dentro de Tratamiento (error "a")	46	5.4046	-----	1153	-----	12.7626	-----
Muestreo lineal	1	6.7292	0.0117	10485	0.0001	424.7383	0.0001
Muestreo cuadrático	1	10.3995	0.0018	7377	0.0002	360.4698	0.0001
Muestreo cúbico	1	9.3968	0.0030	4804	0.0023	311.3872	0.0001
Residual (error "b")	147 (143) (131) ³	1.0318	-----	947	-----	4.2895	-----

1: CM = cuadrados medios.

2: Pr>F = probabilidad de que la F calculada no sea mayor que la F teórica.

3: Son los grados de libertad para leche vendible, densidad y acidez de la leche, respectivamente.

Cuadro 2. Análisis de varianza para las variables: porcentaje de grasa, sólidos totales y sólidos no grasos de la leche, de vacas F1 (H x C) que recibieron tres tratamientos alimenticios en el CEIEGT.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios tipo III					
		Grasa		Sólidos totales		Sólidos no grasos	
		CM ¹ , x10 ⁻³	Pr>F ²	CM, x10 ⁻⁶	Pr>F	CM, x10 ⁻⁴	Pr>F
Tratamiento	2	1400	0.1205	118171	0.0165	148108	0.0399
Vaca dentro de Tratamiento (error "a")	46	1163	-----	61702	-----	82824	-----
Muestreo lineal	1	1998	0.0821	936	0.0002	122865	0.1005
Muestreo cuadrático	1	1549	0.1254	261	0.8551	107960	0.1234
Muestreo cúbico	1	1476	0.1346	2283	0.9232	78275	0.1890
Residual (error "b")	138 (138) (138) ³	6515	-----	27941	-----	44928	-----

1: CM = cuadrados medios.

2: Pr>F = probabilidad de que la F calculada no sea mayor que la F teórica.

3: Son los grados de libertad para porcentajes de grasa, sólidos totales y sólidos no grasos de la leche, respectivamente.

Cuadro 3. Análisis de varianza para el grado de mastitis (0= ausencia, 5= severa) para cada cuarto, de vacas F1 (H x C) que recibieron tres tratamientos alimenticios en el CEIEGT. Los datos se transformaron a $\sqrt{y+0.5}$, para cumplir con los supuestos de independencia y normalidad del análisis de varianza.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios tipo III							
		AI ¹		AD ¹		PI ¹		PD ¹	
		CM ²	Pr>F ³	CM ²	Pr>F ³	CM ²	Pr>F ³	CM ²	Pr>F ³
Tratamiento	2	0.42373785	0.4254	0.27079421	0.5555	0.05139065	0.8908	0.70310864	0.3202
Vaca (Tratamiento) (error "a")	46	0.48660491	-----	0.45478793	-----	0.44568348	-----	0.60224668	-----
Muestreo lineal	1	1.87940006	0.0002	0.92004530	0.0177	0.393150851	0.0034	0.56347258	0.0184
Muestreo cuadrático	1	1.69879542	0.0003	0.58702968	0.0572	0.92190950	0.0036	0.55700773	0.0190
Muestreo cúbico	1	1.79926562	0.0002	0.56203581	0.0627	1.11549043	0.0014	0.59643859	0.0153
Residual (error "b")	147	0.12544413	-----	0.15975329	-----	0.10504307	-----	0.09908390	-----

1: AI, es cuarto anterior izquierdo; AD, es cuarto anterior derecho; PI, es cuarto posterior izquierdo; PD, es cuarto posterior derecho

2: CM = cuadrados medios

3: Pr>F = probabilidad de que la F calculada no sea mayor que la F teórica

CUADRO 4
PROMEDIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA LECHE DE VACAS F1 H x C PASTOREANDO EN PRADERAS DE GRAMÍNEAS NATIVAS SOLAS O ASOCIADAS CON LEGUMINOSAS EN EL TROPICO

TRATAMIENTO	CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS					
	PLV (kg/vaca/día)	PE (g/ml)	GRASA (%)	ST (%)	SNG (%)	ACIDEZ (°D)
A	3.3 ^a	1.028	4.5	12.5 ^a	7.9	16
B	4.0 ^{b,a}	1.029	5.0	13.3 ^b	8.3 ^a	15
C	4.7 ^{c,b}	1.028	5.0	13.0	7.8 ^b	16

a, b, c: literales distintas dentro de cada columna son estadísticamente significativas (P ≤ 0.05)

CUADRO 5
CORRELACION ENTRE ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE LA
LECHE DE VACAS F1 (H x C) PASTOREANDO EN PRADERAS DE GRAMAS
NATIVAS SOLAS O ASOCIADAS CON LEGUMINOSAS EN EL TRÓPICO

CORRELACION	N	VALOR DE R	SIGNIFICANCIA
PE - SNG	190	0.69486	$P \leq 0.001$
Grasa- ST	190	0.87239	$P \leq 0.001$
ST - SNG	190	0.36003	$P \leq 0.001$

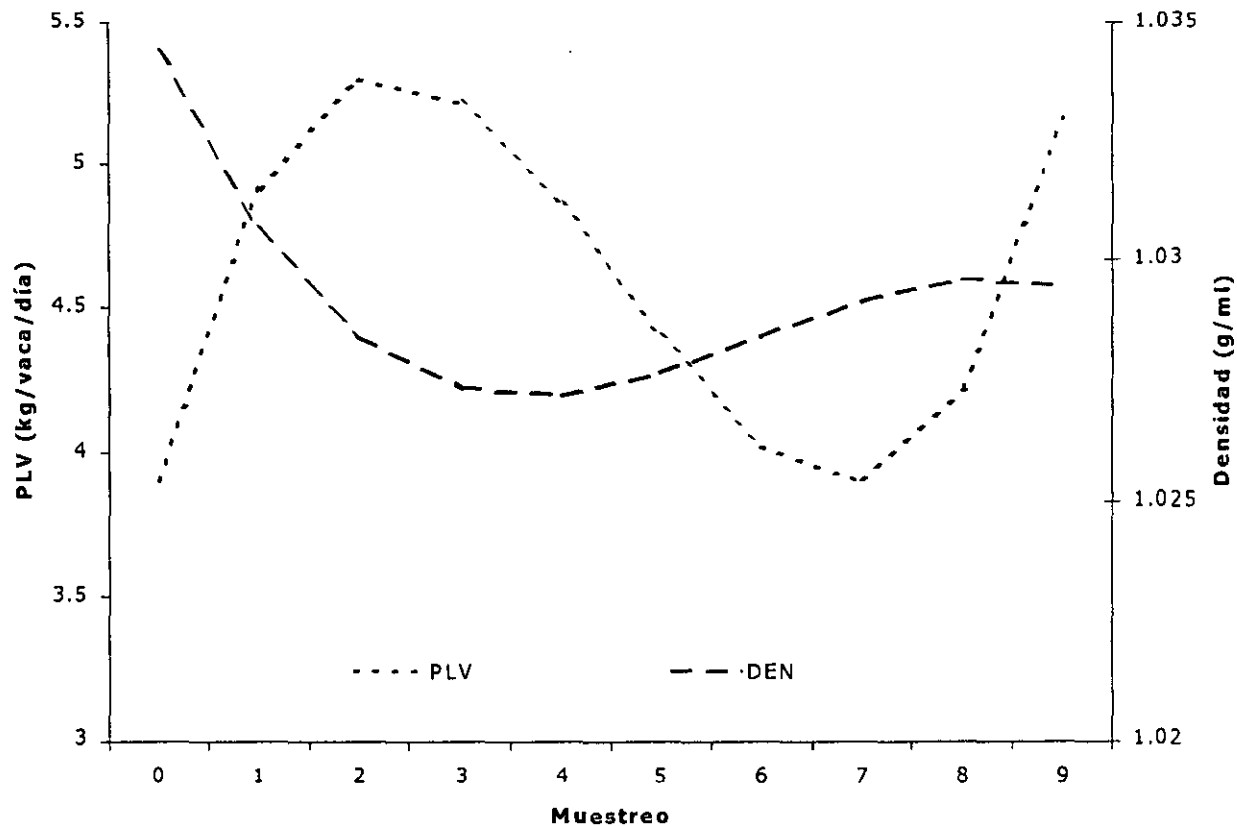


Figura 1. Efecto del número de muestreo sobre la PLV y la densidad de la leche

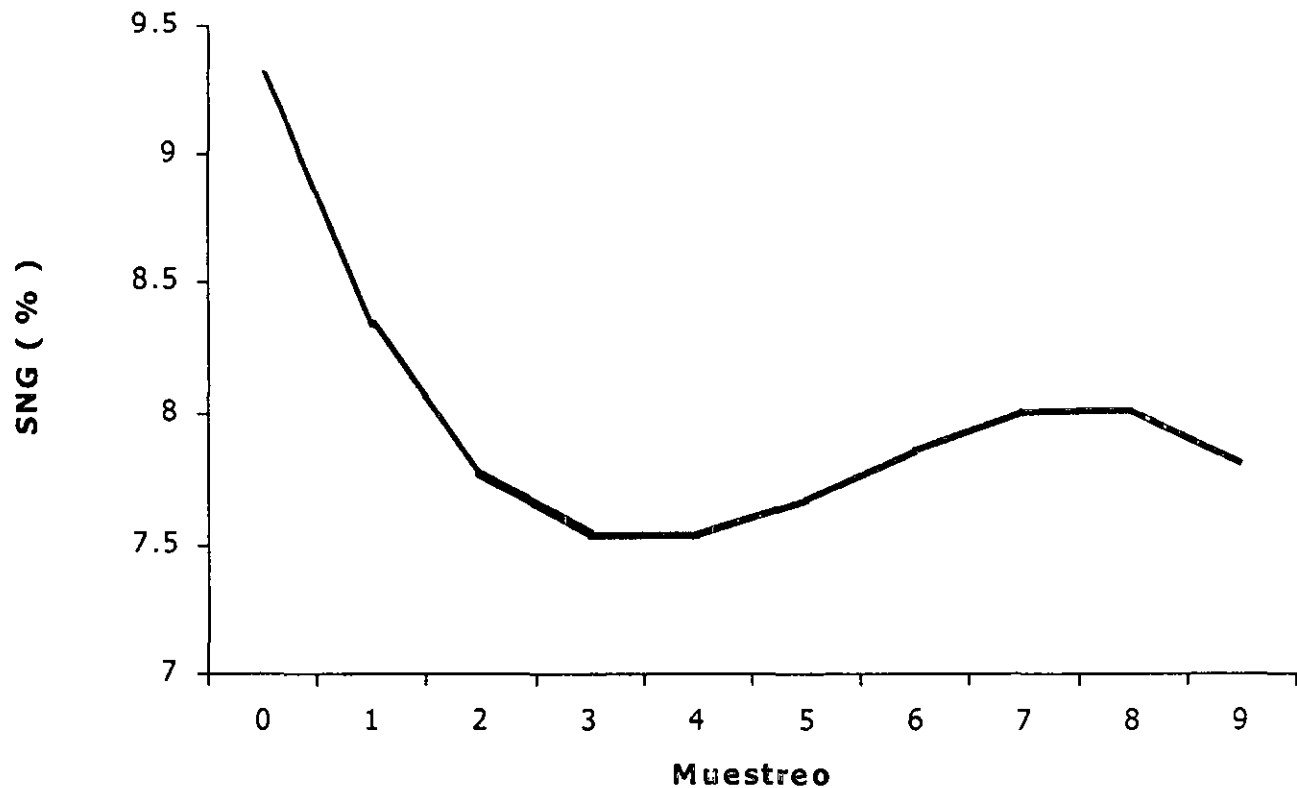


Figura 2. Efecto del número de muestreo sobre los sólidos no grasos

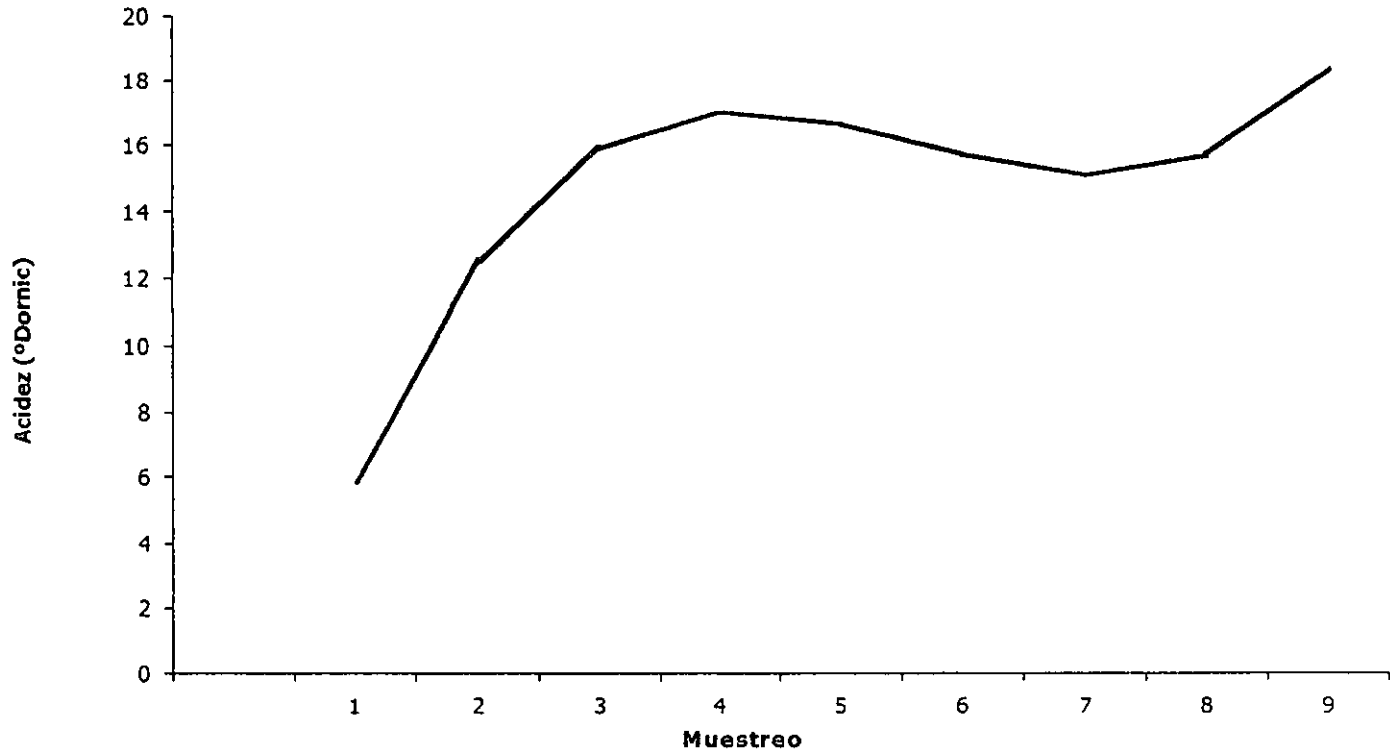


Figura 3. Efecto del número de muestreo sobre la acidez titulable

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

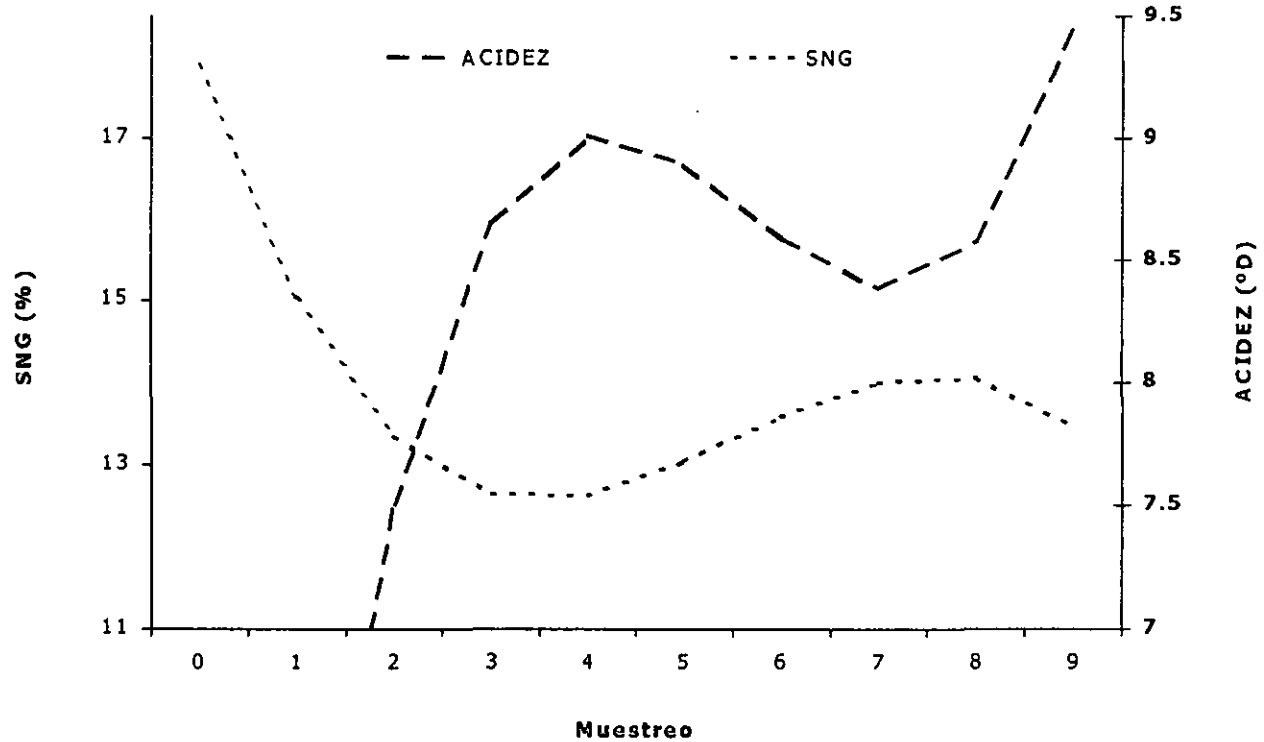


Figura 4. Comportamiento de los sólidos no grasos (SNG) en relación a la acidez titulable durante los muestreos

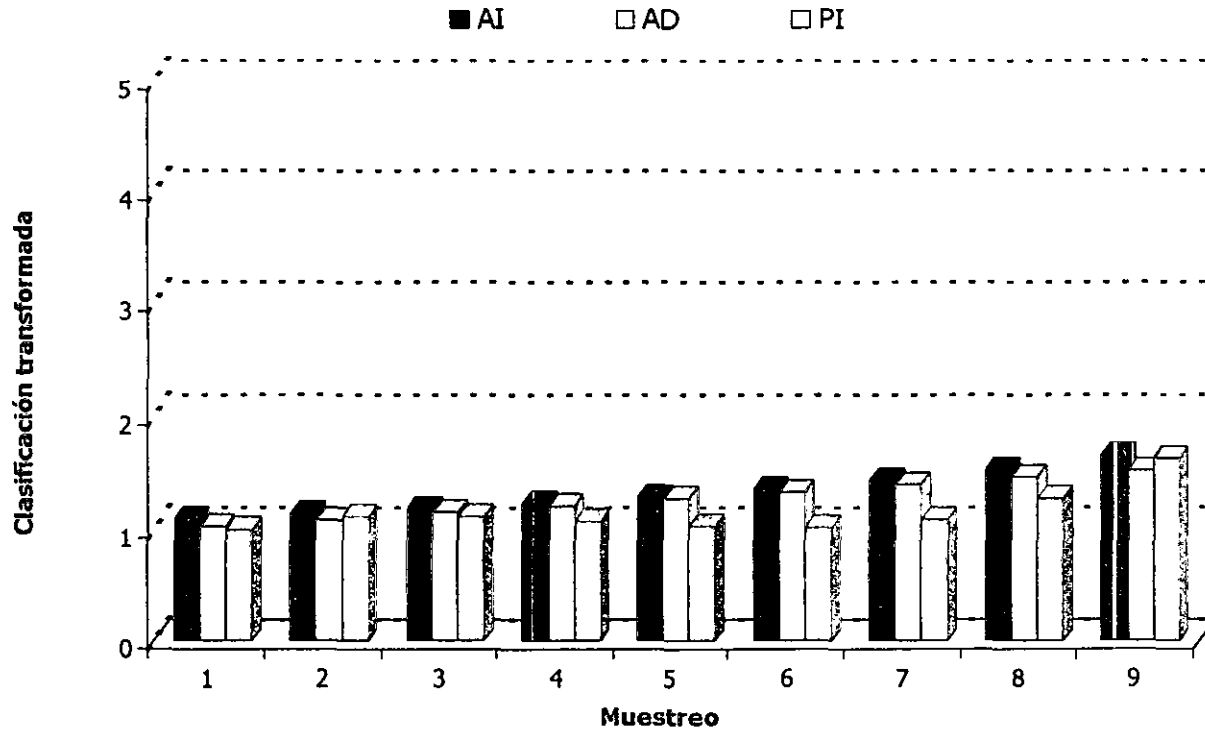


Figura 5. Efecto del muestreo sobre la presentación de mastitis (datos clasificatorios 0 a 5 transformados con el arcoseno de la raíz cuadrada y + 0.5)

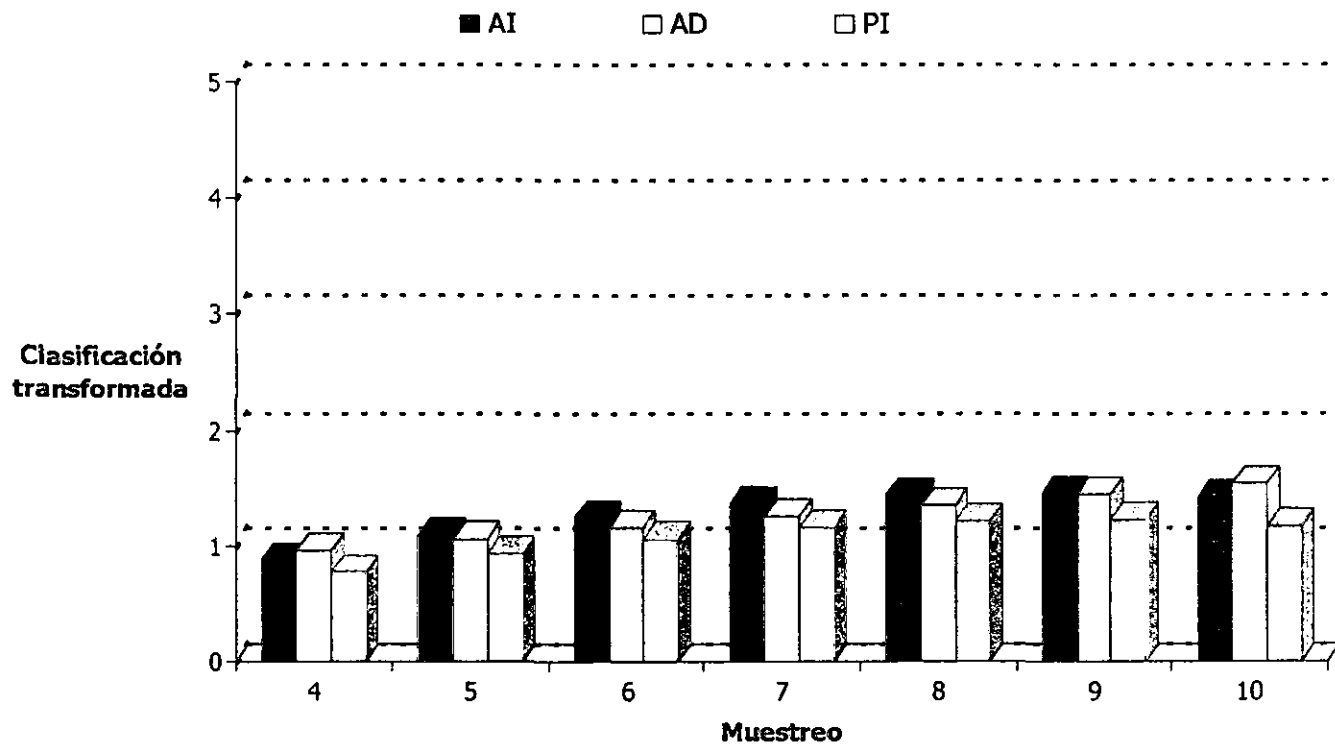


Figura 6. Efecto del mes de lactancia sobre la presentación de mastitis (datos clasificatorios 0 a 5 transformados con el arcoseno de la raíz cuadrada y + 0.5)