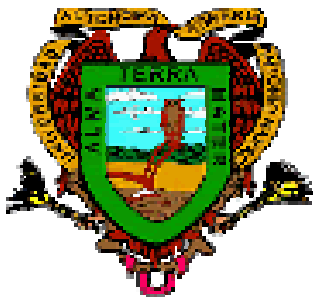


**RELACION ENTRE METABOLITOS Y MINERALES DEL
SUERO SANGUÍNEO Y COMPONENTES DE HECES
CON LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE
DE CABRAS CRIOLLAS EN AGOSTADERO**

SERJIO RODRÍGUEZ ALEMÁN

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN ZOOTECNIA**



Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

Buenvista, Saltillo, Coah.

DICIEMBRE DE 2004

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO**

**RELACION ENTRE METABOLITOS Y MINERALES DEL
SUERO SANGUÍNEO Y COMPONENTES DE HECES CON LA
PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE DE CABRAS
CRIOLLAS EN AGOSTADERO**

TESIS

POR

SERJIO RODRÍGUEZ ALEMÁN

**ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE
ASESORIA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN ZOOTECNIA**

COMITÉ PARTICULAR

ASESOR PRINCIPAL:

Dr. Miguel Ángel Mellado Bosque

ASESOR:

Dr. Ramiro López Trujillo

ASESOR:

Dr. Álvaro Fernando Rodríguez Rivera

**Dr. Jerónimo Landeros Flores
Subdirector de Postgrado**

Buнавista, Saltillo, Coah. México.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT – Gobierno del Estado de Coahuila por el financiamiento de este estudio (Proyecto COAH-2002-CO1-3753).

Mi más sincero agradecimiento al Dr. Miguel Mellado Bosque, por estar al pendiente en la realización de este trabajo y por su apoyo y tiempo dedicado para la terminación de esta investigación.

Al Dr. Ramiro López Trujillo, por su apoyo en la revisión de esta investigación, además por haberme permitido captar parte de sus conocimientos.

Al Dr. Álvaro Fernando Rodríguez Rivera, por su gran apoyo en la revisión de esta investigación.

Al MC. J. Eduardo García Martínez y su esposa MC. Camelia Cruz Rodríguez por su gran amistad y consejos que me han brindado durante mi estancia en esta universidad y también por el apoyo en la realización de esta investigación.

Al Dr. Ramón García Castillo y su esposa Sra. Isabel del Carmen Escude por los consejos y amistad que me han dado, muchas gracias padrinos.

Al MC. Oscar Noe Reboloso, por haberme permitido hacer los análisis en el laboratorio de lácteos.

A los laboratoristas, Carlos Arévalo, Laura Marisela Lara, Laura Ma. Duron y Ma. De Jesús Sánchez por el apoyo en la realización de los análisis químicos que complementaron este trabajo de investigación.

A mis amigos Francisco Javier, Raúl Jiménez, Enrique Galván, Alain Salas, Rogelio Hernández y Vicente por el apoyo brindado en los muestreos de esta investigación.

Al Sr. Rubén Peña, ya que gracias a su colaboración al prestarnos las cabras pudimos realizar esta investigación.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico especialmente a mis padres, **Sra. Felicitas Alemán y Sr. Andrés Rodríguez (†)**, gracias a mi mama pude ver la luz por vez primera, dándome la vida y mucha felicidad y poder sentirme apoyado con su comprensión y amor. Gracias mama por tenerme tanta confianza, nunca te defraudare. Gracias a ti e podido superarme y llegar hasta donde hoy me encuentro, no encuentro palabras para poder expresar tantas cosas que siento por ti, pero si se que en todo momento estas con migo, gracias mami. A Mi padre a un que no esta con migo físicamente, se que siempre esta a mi lado y que nunca me dejara solo, como me hubiera gustado que estuvieras con migo en estos momentos tan importantes de mi vida, pero se que siempre estarás junto a mi .

A mi novia **Ing. Zoyla Hernández Gómez**, por sus consejos y amor que me ha dado, por los momentos de felicidad que hemos pasado y por apoyarme siempre en las decisiones que tomo para ser una persona de bien, gracias **Zoyla**.

A mi única hermana, **Claudia Rodríguez Alemán**, por que la quiero mucho y sé que en donde quiera que se encuentre siempre estoy en su mente, gracias hermanita.

A mi sobrina, **Zuleyca**, que cada vez que voy a visitarla me hace sentir muy feliz al decirme papito-tío, gracias zule.

A mis abuelitos, **Meliton Rodríguez y Nieves Orozco**, que gracias a sus consejos y cariño me han guiado por el camino del bien, gracias abuelitos.

COMPENDIO

RELACION ENTRE METABOLITOS Y MINERALES DEL SUERO SANGUÍNEO Y COMPONENTES DE HECES CON LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE DE CABRAS CRIOLLAS EN AGOSTADERO

POR

SERJIO RODRÍGUEZ ALEMÁN

MAESTRIA EN CIENCIAS

ZOOTECNIA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO, DICIEMBRE 2004

DR. Miguel Mellado Bosque -- Asesor—

PALABRAS CLAVES: Metabolitos, minerales, leche, heces, cabras.

El objetivo de este estudio fue determinar la relación entre metabolitos y minerales del suero sanguíneos y componentes de heces con la producción y composición de leche de cabras criollas en agostadero. Se registro la producción de leche de agosto a diciembre del 2003 individualmente de 92 cabras multíparas, para calcular la producción de leche acumulada. La duración de la lactancia y la composición de la leche también fueron registradas. Las muestras de sangre al inicio de la lactancia

fueron obtenidas para determinar los metabolitos y minerales del suero sanguíneo. El nitrógeno y fósforo de las heces también fue registrado al inicio de la lactancia. Las cabras con altos niveles de Zn en el suero sanguíneo mostraron porcentajes más altos de grasa. La producción de leche acumulada fue 17 por ciento mas alta ($P > 0.05$) en cabras con niveles de fósforo en heces > 0.21 por ciento que las cabras con niveles menores de este elemento en las heces. Las cabras con fósforo en las heces > 0.21 por ciento tuvieron una lactancia mas larga (153 ± 19 contra 141 ± 22 días) y porcentajes de grasa mas altos que las cabras con < 0.21 por ciento de fósforo en las heces. El nitrógeno en heces fue uno de los elementos que influyó ($P > 0.05$) sobre la duración de la lactancia. Estos resultados también indican que los metabolitos y minerales en el suero sanguíneo al inicio de la lactancia son inútiles para determinara el rendimiento de la lactancia de las cabras en agostadero. Se concluye que bajo condiciones de agostadero la capacidad de las cabras para ingerir fósforo tiene una marcada relación sobre la producción y porcentaje de grasa.

ABSTRACT

**RELATION AMONG MILK PRODUCTION AND COMPOSITION AND
AFTER CALVING BLOOD PROFILES AND FECAL NUTRIENTS IN GOATS
ON RANGELAND**

BY

SERJIO RODRIGUEZ ALEMAN

MASTER OF SCIENCE

ANIMAL PRODUCTION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. DICIEMBRE 2004

DR. Miguel Mellado Bosque --Advisor—

Key words: Metabolites. Mineral, feces, milk, goats.

The objective of this study was to ascertain the relations between serum metabolites and fecal components and total milk yield and composition for mixed-breed goats on rangeland. Milk yield from August to December 2003 were individually recorded from ninety-two multiparous goats to calculate accumulated milk yield. Lactation length and milk composition were

also recorded. Blood samples at the beginning of lactation were obtained to determine blood serum metabolites and minerals. Fecal nitrogen and phosphorous were also recorded. Accumulated milk yield was 17 percent higher ($P < 0.05$) in goats with fecal phosphorus > 0.21 percent than goats with lower levels of this element in feces. Goats with fecal phosphorus > 0.21 percent also had longer lactations (153 ± 19 vs 141 ± 22 days) and higher fat percentage than goats with < 0.21 percent phosphorus in feces. Fecal nitrogen influenced ($P < 0.05$) lactation length, whereas goats with higher serum zinc levels had higher fat percentages. It was concluded that under these environmental conditions, the capacity of goats to ingest phosphorous has a marked bearing on milk yield and fat percentage. Also, these results indicate that serum metabolites and minerals at the beginning of lactations are useless to predict the lactation performance of goats on rangeland.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS.....	XII
INDICE DE FIGURAS.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Situación de la Producción de Leche Caprina en México	4
Factores que Afectan la Producción y Composición de la Leche de Cabra	6
Aspectos ambientales.....	6
Condiciones alimenticias.....	7
Aspectos genéticos	9
Aspectos no genéticos.....	11
Aspectos Sobre la Composición de la Leche de Cabra ..	12
Metabolitos Indicadores del Estado Nutricional	14
3. MATERIALES Y METODOS.....	17
Área de estudio.....	17
Animales y manejo.....	17
Producción y composición de leche y duración de lactancia	18
Análisis de sangre.....	19
Análisis de heces.....	20
Análisis estadístico.....	21
4. RESULTADOS.....	22
Relación con Producción de Leche de las Variables Sanguíneas y Fecales	22
Relación con Composición de Leche de las Variables Sanguíneas y Fecales	24
Relación con Duración de Lactancia de las Variables Sanguíneas y Fecales	26
5. DISCUSIÓN.....	28
6. CONCLUSIONES.....	34
7. RESUMEN.....	35
8. LITERATURA CITADA.....	37

INDICE DE CUADROS

CUADRO		Pág.
2.1.	Producción de leche de cabra por estados de la república (toneladas)	5
2.2.	Promedio de la composición (% o g/100g) de leche de cabra bajo condiciones intensivas	13
4.1.	Descripción estadística de las variables (n=92) utilizadas en el estudio y las categorías de las variables independientes incluidas en los modelos para el análisis estadístico.....	23
4.2.	Medias de mínimos cuadrados \pm desviación estándar de las variables que influyeron sobre el porcentaje de grasa de la leche y la duración de la lactancia de cabras en agostadero	27

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
4.1.	Relación de la producción de leche (g/día) y la duración de la lactancia (d) de cabras en agostadero con niveles bajos (< 0.21 %) y altos (>0.21 %) de fósforo en heces	25

1. INTRODUCCIÓN

La producción de leche de cabras es de gran importancia económica para los productores de las zonas áridas y semiáridas del norte de México, debido a que la mayor proporción de ingresos de la industria caprina en esta zona derivan de la producción láctea. Desafortunadamente, la información que existe acerca de la producción de leche de esta especie en ambientes xéricos es escasa, por lo que no se dispone de la tecnología apropiada para la eficiente producción de leche de cabras en ecosistemas áridos del país.

Existen aproximadamente 100 millones de hectáreas de agostaderos en el norte de México (INEGI, 1996), en las cuales no existe otra alternativa de uso que el aprovechamiento de los recursos forrajeros de estas tierras por herbívoros, debido a que son lugares muy accidentados topográficamente, además de que la calidad y cantidad del forraje es extremadamente variable. A pesar de las severas limitaciones alimenticias que sufren las cabras en estos ambientes en ciertas épocas del año, los sistemas de explotación de leche de estos lugares han perdurado por siglos, y prácticamente no se han producido cambios en el manejo de los hatos de cabras en zonas desérticas de México.

La tradición de la producción de leche de cabras del norte de México, y particularmente en el estado de Coahuila, se manifiesta en la importante contribución de las explotaciones extensivas de caprinos de las zonas áridas y semiáridas a la producción nacional de leche de esta especie. De la producción nacional anual de este producto (4.6 millones de litros por año; INEGI, 1996), el 70 por ciento proviene de las explotaciones extensivas del desierto del país. Es importante mencionar que buena parte de la producción de leche producida en las zonas áridas no es contabilizada en las cifras oficiales, ya que ésta se destinada para el autoconsumo de las familias campesinas que la producen y otra gran parte se destina para la producción de quesos que son comercializados localmente.

Las posibilidades de incrementar la producción de leche de cabra en agostadero, sin que se altere ecológicamente el terreno de pastoreo, son muchas. Sin embargo, el interés tanto del sector público como de las universidades por desarrollar tecnología para los productores de leche en los agostaderos es escaso, por lo que se requiere una mayor actividad de investigación y desarrollo en el sector caprino marginado, para hacer más eficiente esta industria y a la vez evitar el deterioro de los ecosistemas áridos.

El objetivo de este estudio fue determinar la relación de diferentes niveles de metabolitos sanguíneos (glucosa, urea, proteínas totales, creatinina, colesterol) y minerales sanguíneos (fósforo, calcio, magnesio, zinc, cobre) al momento del parto, sobre la duración de lactancia, producción y composición de

la leche de cabras criollas en agostadero. Un segundo objetivo fue determinar la asociación entre los niveles de nitrógeno y fósforo fecales al inicio de la lactancia sobre la duración de la lactancia, producción y composición de la leche de cabras en pastoreo en un matorral parvifolio inerme.

La hipótesis planteada para el presente estudio es la siguiente: las cabras en agostadero con altos niveles de metabolitos y minerales en la sangre tendrán mayor duración de lactancia, mayor producción de leche y de mejor calidad; una segunda hipótesis es que las cabras en agostadero con altos contenidos de fósforo y nitrógeno en heces tendrán mayor duración de lactancia, mayor producción de leche y de mejor calidad.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Situación de la Producción de Leche Caprina en México

México cuenta con un inventario nacional caprino de aproximadamente 9 millones de animales, los cuales producen aproximadamente 140 millones de litros de leche (SIAP-SAGARPA, 2003; Cuadro 2.1.). Esta producción es sumamente limitada si se compara con la producción de leche de vaca (9 501 millones por año) la cual es obtenida en su mayoría en sistemas de producción intensivos, donde se requiere de una gran cantidad de insumos para su producción. El 70 por ciento de la leche de cabra en México se obtiene de explotaciones extensivas, y constituye el 2 por ciento de la leche producida a nivel nacional (Muñoz *et al.*, 2000; Jiménez, 2001; CEA-SAGARPA, 2003).

La producción más alta de leche (por ciento) de cabra proviene de los estados del norte y centro de México, entre los que se cuentan Coahuila (35 por ciento de la producción total), Durango (14.2), Nuevo León (4.1), Baja California Sur (2.3), Zacatecas (3.1), San Luis Potosí (7.3), Guanajuato (17), Michoacán (3) y Jalisco (3.8). De estos nueve estados se obtiene el 90 por ciento de la leche de cabra generada a nivel nacional (FIRA, 1999).

Cuadro 2.1. Producción de leche de cabra por estados de la república (toneladas).

ESTADOS	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Baja California	0	178	243	329	345	342
Baja California S	1536	2103	3362	2862	3337	2089
Chihuahua	3840	2378	3796	4628	4600	4580
Coahuila	42611	38924	40705	45229	42782	52120
Colima	13	6	1	1	1	1
Durango	19318	20041	22203	23468	24264	29507
Guanajuato	23170	21042	23549	23464	23732	23066
Guerrero	2416	3140	3560	3640	3545	0
Hidalgo	971	816	786	628	586	459
Jalisco	6020	6096	6154	5031	6323	5198
Michoacán	3610	3558	3363	3491	3589	3599
Nayarit	173	166	117	107	96	42
Nuevo León	571	3706	5697	5027	5452	5697
Puebla	1157	978	1182	1227	1244	1257
Querétaro	1280	1070	899	919	956	738
San Luis Potosí	9924	10396	5071	3663	3269	3264
Sonora	562	564	833	631	485	491
Tamaulipas	186	180	181	193	202	251
Tlaxcala	641	673	615	622	1166	1442
Veracruz	311	348	438	726	835	1227
Zacatecas	4615	4165	5043	5112	4368	4503
Total	122925	120528	127744	130998	131177	139873

Fuente: SIAP-SAGARPA, 2003.

En la región norte, Coahuila y Durango producen casi la mitad de la leche caprina del país (82 millones de litros, 49 por ciento del total nacional), en la parte central destacan los estados de Guanajuato, San Luis Potosí, Jalisco y Michoacán, con una producción de más de 35 millones de litros de leche (25 por ciento de la producción nacional) (SIAP-SAGARPA, 2003). De acuerdo con algunos estudios (FIRA, 1999; Arbiza y De Lucas, 2001), durante el periodo de 1970-1997 la producción de leche de cabra disminuyó en un 30 por ciento, equivalente a una disminución anual del 1.4 por ciento, sin embargo en los

últimos 5 años, la producción de leche de cabra se ha incrementado en un 4-9 por ciento (SIAP-SAGARPA, 2003).

Factores que Afectan la Producción y Composición de la Leche de Cabra

Aspectos ambientales

García *et al.* (1996) analizaron la lactancia de 989 cabras criollas en Venezuela entre los años de 1969 a 1978, en donde encontraron que, en la época de parto se incremento el rendimiento de leche de 100.6 kg / cabra al año en época sequía a 106.3 kg/ cabra al año en época lluviosa. Además, existió un incremento significativo en la producción de leche con el incremento del número de partos. La duración de la lactancia no se vio afectada por la época de pariciones. Por otra parte, Giaccone *et al.* (1995) estudiaron la cantidad y calidad de leche en cabras de Siria, evaluando el efecto del medio ambiente, sobre la curva de lactancia, tomando en cuenta el número de partos, tipo de partos y la época de partos. Estos investigadores encontraron que la calidad y cantidad de la leche fue influenciada significativamente por el tamaño del hato y la época de pariciones, y por el tipo de parto de la hembra. También se observó una positiva pero no significativa relación entre el rendimiento de leche y la cantidad de cabritos amamantados. Las cabras que parieron en otoño mostraron una mayor producción de leche, por lo tanto, el rendimiento total de

leche se correlacionó con el porcentaje de grasa y proteína de ésta. La época de pariciones afectó notablemente todos los aspectos lecheros, excepto la duración de la lactancia y el porcentaje de lactosa, en donde el rendimiento diario de leche y la eficiencia (rendimiento de leche por kilogramos de cabrito) fue más alto en invierno. En un estudio de Marzouk *et al.* (1998) las cabras de primer parto produjeron más leche que las multíparas y las cabras que parieron 2 cabritos o más produjeron más leche (623 g /día) que aquellas con un solo cabrito (556 g /día).

Condiciones alimenticias

Saada (1993) evaluó el efecto del uso del heno de leucaena (*Leucaena leucocephala*) como suplemento en cabras lactando y encontró que el uso de este forraje incrementó la producción de leche de 939 a 1052 g /día. Los sólidos totales se incrementaron de 13 a 13.12 por ciento, la proteína total de 3.32 a 3.97 por ciento y la lactosa de 4.33 a 4.87 por ciento; sin embargo, el contenido de grasa de la leche bajó de 4.87 a 4.33. Goromelo *et al.* (1997) realizaron un estudio en el cual reportaron que el rendimiento diario de leche se incrementó en 0.6 g /día por parto y en el cual la curva de lactancia alcanzó su máxima producción a las 4 semanas después del parto, y en este lapso los cabritos presentaron un aumento de peso significativo. Meuret *et al.* (1993) han descrito los sistemas de producción de las cabras en Provence, Francia, en donde estos sistemas de alimentación están basados en el uso riguroso del agostadero, incluyendo dentro del calendario de apacentamiento, el uso abundante y

heterogéneo de vegetación alta en fibra que se encuentra en el estrato inferior de los bosques, en los cuales en las épocas de abundancia de vegetación, la producción de leche de las cabras se incrementa hasta en un 26 por ciento.

Goby *et al.* (1996) encontraron que, con base en la degradabilidad y la digestibilidad del forraje que es consumido por las cabras, el agostadero proporciona una gran cantidad de hidratos de carbono ricos en energía, los cuales reflejan incrementos en la producción de leche de hasta 800 litros por año.

Gaubert *et al.* (1995) llevaron a cabo un estudio para evaluar el potencial de los arbustos para las cabras Provenzales. En el primero de tres experimentos se monitoreó el crecimiento de los caprinos añejos entre los 12 y 17 meses de edad, los cuales se alimentaban exclusivamente con arbustos, sin suplemento alimenticio. En un segundo experimento se estudió la capacidad reproductiva de las cabras alimentadas con arbustos durante la gestación. La lactancia se comparó entre las cabras que se alimentaban con arbustos y un suplemento mineral y las cabras que eran alimentadas según sus requerimientos nutricionales. En un tercer experimento la lactancia y la habilidad de las cabras para utilizar el forraje fueron comparadas entre las crías alimentadas con arbustos, o con arbusto más suplemento alimenticio. Los resultados de estos tres experimentos mostraron que los recursos forrajeros pueden llenar cualitativa y cuantitativamente los requerimientos de las cabras durante la lactancia en este tipo de vegetación. Cuando los residuos del

agostadero son escasos, estos requerimientos no se satisfacen y las cabras necesitan ser trasladadas a otro lugar con más forraje. Con estos experimentos se confirmó la habilidad de las cabras para utilizar los recursos de la vegetación nativa y puede ser una parte importante en la rehabilitación de áreas con mucho crecimiento de arbustos.

Saatradipradja y Katipana (1990) registraron 18 lactancias ocurridas en cabras nativas de Tailandia con un peso vivo aproximado de 15 kg, las cuales recibieron un suplemento con yuca y urea. Los resultados mostraron cambios en los componentes de la leche. La producción de leche se incrementó de 111.44 a 119.50 g por animal / día; el contenido de grasa de 4.89 a 5.33 por ciento, el contenido de proteína de 3.86 a 4.89 por ciento, el contenido de lactosa de 2.50 a 2.65 por ciento, el contenido de materia seca de 14.86 a 17.45 por ciento y la materia seca no grasa de 9.97 a 12.07 por ciento. Estos resultados mostraron que la suplementación de las cabras en agostadero mejora notablemente la producción y calidad de la leche.

Aspectos genéticos

Es importante indicar que, aun cuando las condiciones ambientales son variables e influyen sobre la producción de leche de las cabras, también existan otros factores tales como la raza y condiciones de manejo, estos aspectos se deben tomar en cuenta cuando se hace una evaluación sobre la producción y calidad de la leche de cabra (Pizzillo *et al.*, 1994). Yokota *et al.* (1993)

estudiaron en Filipinas las tasas de crecimiento de cabras Anglo-Nubias y cabras cruzadas o mejoradas, así como su producción de leche. Estos autores encontraron que los machos de las cabras Anglo-Nubias crecían más rápido que los de las cabras mejoradas. También la producción de leche fue más alta en las cabras Anglo-Nubia que en las cruzadas.

Cooper *et al.* (1996) midieron el potencial lechero de la cabra de Malawi y los efectos que se lograron dándoles un complemento alimenticio. La alimentación estaba basada en agostaderos nativos y se les ofrecía un suplemento de 250 g de maíz. La producción de leche varió de 25 a 61 L por lactancia. El tiempo de lactancia fue similar entre grupos de cabras con picos de lactancia de 270 ml en el día 26 para los animales que recibieron suplemento, y para el otro grupo de animales fue de 259 ml en el día 19. Los animales que parieron en agosto presentaron la producción más alta de leche (31.6 L para las suplementadas y 21.2 L para las no suplementadas). Las cabras que parieron en marzo presentaron producciones de leche de 17.7 contra 9.1 L. La ordeña afectó el periodo de anestro, alargándose éste en las cabras que fueron ordeñadas y acortándolo en las cabras que no fueron ordeñadas, sin embargo, esto no fue afectado por la suplementación. Se concluyó que con una mínima modificación en los métodos tradicionales de crianza, las cabras de Malawi se pueden ordeñar diariamente sin afectar el desarrollo de sus crías.

Aspectos no genéticos

García *et al.* (1996) estudiaron varios aspectos no genéticos sobre la producción de leche y la persistencia en 756 lactancias de cabras criollas en dos periodos, de 1982 a 1985 y de 1991 a 1994 en Chile, además estimaron la repetibilidad y correlaciones fenotípicas con el peso corporal y cuantificaron la importancia de las interacciones entre la capacidad de producción más probable de las cabras y el año de pariciones. El efecto de la variación total explicada por los efectos del año y fecha de parto, edad de la cabra y número de crías en el amamantamiento fue de 69 por ciento para la producción de leche hasta los 5 meses de lactancia en el periodo de 1982 a 1985, y de 61.8 por ciento en el periodo de 1991 a 1994 en los primeros 4 meses de lactancia, sin considerar el número de crías lactantes. La leche producida por las cabras se estimó en 82.6 kg por animal. Hubo una gran variación en la producción de leche entre años. El incremento de la producción por efecto de la edad fue similar en ambos periodos. Se observó una asociación positiva entre el peso corporal y la producción de leche en el periodo de 1991 a 1994. En años con producciones extremadamente bajas, no fue posible identificar los animales de mayor potencial genético.

Marzouk *et al.* (1998) usaron 116 cabras Balady (Damasco) para estudiar el rendimiento y la composición de la leche. El estudio se llevó a cabo durante el período de amamantamiento o lactancia (13 semanas) en una granja experimental en Egipto. Después de destetar a los cabritos, a las cabras se les

ordeñó a mano dos veces al día (8: 00 AM y 16: 00 PM). Las muestras de leche fueron analizadas para grasa, proteína, lactosa, cenizas, sólidos totales y energía. La época de pariciones afectó todos los rasgos lecheros, excepto la longitud de la lactación y el porcentaje de lactosa. La producción de leche diaria (DMY) y eficiencia (rendimiento de leche por kilogramo de cabrito) fueron más altos en invierno. Ninguna de las variables fue afectada por el número de partos, excepto DMY y energía de la leche. Las cabras de primer parto mostraron la más baja DMY (470 g). El rendimiento de la leche se incrementó linealmente con el número de partos y alcanzó el pico de producción total de leche en la tercera lactación, después de este punto ésta disminuyó. El tipo de parto influyó la DMY, la grasa de la leche, proteína y sólidos totales. Cabras con partos múltiples produjeron más leche (628 g) que aquellas con un solo cabrito (556 g).

Aspectos Sobre la Composición de la Leche de Cabra

La calidad de la leche está determinada por su composición química (Cuadro 2.2.), inocuidad e higiene. El contenido de grasa de la leche y el contenido de proteínas coagulantes (caseínas) son los aspectos más importantes que determinan la calidad nutricional tanto de la leche como de los productos derivados de ésta (Díaz, 2003). El contenido de proteína en la leche de cabra tiene en la actualidad un interés dietético para el consumidor, y es de gran importancia para la industria, ya que el contenido de esta fracción en la leche se correlaciona positivamente con el rendimiento de los quesos (Vos y

Groen, 1998). La grasa de la leche influencia tanto la producción de quesos como la consistencia, además del color y sabor (Palmquist *et al.*, 1993; Chilliard *et al.*, 2003). Del total del contenido de grasa (4.25 por ciento en promedio) de la leche caprina, el 98 por ciento se encuentra en forma de triglicéridos, el 0.9 por ciento son mono y diglicéridos, 0.5 por ciento fosfolípidos, 0.2 – 0.4 por ciento colesterol y 0.1 – 0.2 por ciento vitaminas liposolubles. En los triglicéridos lácteos, el 67 por ciento corresponde a ácidos grasos saturados, 27 por ciento a ácidos grasos monoinsaturados, 4 por ciento a ácidos grasos poliinsaturados y 0.5 por ciento a ácidos grasos de cadena ramificada y números impares de carbonos (Haenlein, 1997).

Cuadro 2.2. Promedio de la composición (% o g/100g) de leche de cabra bajo condiciones intensivas.

Componentes	Cabra
Grasa total	4.25
Proteína total	3.5
Caseínas	2.5
N no proteico	0.19
Sólidos totales	12.97
Sólidos no grasos	8.72
Lactosa	4.4
Minerales totales	0.82
Calcio (mg/100g)	134
Hierro (mg/100g)	0.05
Fósforo (mg/100g)	111
Magnesio (mg/100g)	14
Vit A (UI/100g)	185
Vit B₁ (mg/100g)	0.05
Vit B₁₂ (mcg/100g)	0.06
Niacina (mg/100g)	0.23
Folacina (mcg/100g)	1.0
Energía total (Mcal/kg)	6.9

Fuente: Arbiza y De Lucas, 2001.

El 95 por ciento del nitrógeno total de la leche de cabra se encuentra en forma de proteína y el resto se encuentra como nitrógeno no proteico, representado por urea, creatinina, glucosalina y amoníaco, que pasan directamente de la sangre a la leche. Las caseínas representan el 82 por ciento del total de proteína de la leche (Arbiza y De Lucas, 2001).

Metabolitos Indicadores del Estado Nutricional

Las cabras son los animales más eficientes en producción de leche en términos de peso vivo y bajos requerimientos nutricionales de mantenimiento, comparado con bovinos, búfalos y ovejas. La conversión de nutrientes a leche en general, es más eficiente en cabras que en estos animales (Morad-Fehr y Sauvart, 1978). La composición de la leche está altamente relacionada con la suplementación de nutrientes, al igual el perfil de metabolitos de la sangre, puede ser un buen indicador del estado nutricional y fisiológico de las cabras (Greppi *et al.*, 1995). La relación entre la nutrición, valores de la sangre y composición de la leche han sido más investigados en bovinos de leche, y muy pocos han estudiado la interrelación entre cabras y ovejas, por lo que los datos de los diferentes constituyentes de la sangre de las cabras son escasos (Stevens *et al.*, 1994).

Los niveles de metabolitos en las cabras lactantes es uno de los factores muy poco estudiados, sin embargo, existen resultados que indican la influencia

de los metabolitos sobre la producción de leche, como lo reportado por Khaled (2001) en donde evaluó la interacción entre la nutrición, perfil metabólico de la sangre y la composición de la leche de cabras. Este autor encontró que los niveles de proteínas totales del suero sanguíneo varían durante la lactancia, sin embargo muestran un incremento significativo en los meses de mayo, agosto y octubre. Al igual, la urea varía durante la lactancia y muestra incrementos temporales durante el pastoreo (Khaled *et al.*, 1998). La concentración de ácidos grasos no esterificados en el suero sanguíneo fue significativamente alta al inicio de la lactancia durante los meses de abril a mayo y fueron bajando conforme incrementaban los días de lactancia (Khaled, 1999). La concentración de colesterol en plasma varía durante la lactancia, por lo que, el estado de lactación, producción de leche y estación del año son factores importantes que influyen en las variaciones del perfil metabólico de la sangre de las cabras (Stout *et al.*, 1976).

Los altos niveles de ácidos grasos no esterificados y urea en plasma en los primeros meses de lactancia son asociados con la correspondiente deficiencia de energía y pueden incrementar considerablemente los cambios metabólicos en cabras con alta producción de leche (Greppi *et al.*, 1995). La concentración de las proteínas de la leche en cabras decrece al inicio de la lactancia, e incrementa significativamente conforme avanza la lactancia, sin embargo, la lactosa decrece durante la lactancia (Khaled *et al.*, 1998). La caseína de la leche es alta durante la lactancia en los meses de septiembre a octubre (Jelinek *et al.*, 1990). La grasa de la leche se incrementa durante el

pastoreo en los meses de julio a agosto probablemente esto se deba a los altos contenidos de grasa de las herbáceas consumidas por las cabras; sin embargo, Zeng *et al.* (1997) encontró, que no existe cambio significativo en la grasa de la leche durante el resto de la lactancia. La concentración de los metabolitos de la sangre pueden mostrar una variación de acuerdo con el estado fisiológico, nutricional y de salud de las cabras (Stevens *et al.*, 1994). Existe una correlación entre algunos valores de la sangre y la leche en cabras, bajo el efecto de varios sistemas de alimentación durante la lactancia, los cuales conducen a una estrecha relación entre los constituyentes de la sangre con la leche (Jelinek *et al.*, 1990).

El estado fisiológico de las cabras y la estación del año influyen en los constituyentes de la sangre de las cabras lactando, tal es el caso del cloro, sodio y zinc del suero sanguíneo, los cuales muestran cambios durante toda la lactancia, por lo que no son estables (Biagi *et al.*, 1993). Niveles bajos de glucosa, urea, zinc y magnesio se encuentran en las cabras que pastorean en los terrenos con alta presión de pastoreo lo que indica una baja en el estado nutricional de las cabras, pudiendo afectar la ganancia de peso y provocando una baja fertilidad (Mellado *et al.*, 2003).

3. MATERIALES Y METODOS

Área de Estudio

El estudio se llevó a cabo en el Ejido Providencia, Municipio de Saltillo, Coahuila (25° 30´ N, 101° 02´ W). La altitud del área de estudio es de 1700 m, en promedio, sobre una superficie de agostadero de 2250 ha. La temporada de lluvia en este sitio se extiende de junio hasta octubre, con un promedio de precipitación anual de 326 mm, presentándose una temperatura media anual de 18.2 °C (García, 1988). El suelo esta compuesto de sedimentos y piedras calizas con una profundidad de 25 a 350 cm (FAO, 1976). Las plantas predominantes de la comunidad son: la gobernadora (*Larrea tridentata*), *Viguiera greggii* y la lechuguilla (*Agave lechuguilla*). Los principales pastos son el navajita (*Bouteloua gracilis*) y el zacate búfalo (*Buchloe dactyloides*). Las principales herbáceas son la hierba del negro (*Sphaeralcea angustifolia*), trompillo (*Solanum elaeagnifolium*) y rosval (*Croton dioicus*) (INEGI, 1977).

Animales y Manejo

De un rebaño de 250 cabras se seleccionaron 92 animales todas múltiparas y de similar tamaño. Las cabras fueron de genotipo indefinido, de

diferentes edades y con un peso vivo de 38 a 45 kg. Las cabras no recibieron asistencia médica y no se les ofreció alimento adicional ni suplementación mineral durante todo el año. Cabe mencionar que las cabras han permanecido en ese lugar desde su nacimiento, por lo que éstas están adaptadas al sitio de pastoreo.

El pastoreo de los animales se llevó a cabo en las zonas aledañas a la comunidad rural, con el manejo tradicional de los sistemas extensivos de la zona, donde las cabras son conducidas diariamente por el pastor al agostadero. El tiempo de pastoreo fue aproximadamente de 8 h al día (de 10:00 AM a 6:00 PM). El corral de las cabras está cerca de la casa de la familia del pastor, sin que las cabras tengan acceso a alimento o agua durante la noche. Las cabras comparten el agostadero con ganado ovino, bovino y equino, por lo que se desconoce la presión de pastoreo que se ejerce en este agostadero. El empadre de las cabras se llevó a cabo mediante monta directa en el mes de febrero del 2003, utilizándose 4 machos cabríos de genotipo indefinido durante cuatro semanas. El contacto de las cabras con los machos cabríos se llevó a cabo tanto en corral como en el agostadero.

Producción y Composición de Leche y Duración de Lactancia

Para el registro de la leche a los pocos días después del parto (agosto 2003), las crías fueron aisladas de las madres por la tarde (6:00 PM). Al siguiente día, las cabras se ordeñaron manualmente y se midió la producción

con un recipiente de plástico graduado en mililitros. Posteriormente la leche fue medida cada 21 días durante la lactancia, colectándose en cada medición una muestra de 50 ml de leche en recipientes de 100 ml. Estas muestras eran identificadas con el número del arete de la cabra, y posteriormente se colocaban en una hielera con hielo para evitar que la leche se acidificara. Estas muestras fueron utilizadas para determinar su contenido de proteína, caseína y grasa. La grasa en la leche fue medida con el método de Gerber y las proteínas y caseína por el método de Walter (Egan *et al.*, 1981).

Cuando las cabras produjeron menos de 100 ml de leche por día, la lactancia se consideró terminada. La producción total de leche fue calculada multiplicando el promedio de 2 mediciones consecutivas de leche, por el número de días entre mediciones, sumando luego los productos obteniendo así el total de leche producida.

Análisis de Sangre

Después del parto (julio 2003) se colectaron 5 ml de sangre (agosto 2003) de cada cabra adulta ($n = 92$) incluida en el estudio. Las cabras fueron sujetadas manualmente, procediéndose luego a la extracción de la sangre de la vena yugular mediante el sistema vacutainer (Archer, 1967). Una vez extraída la sangre, el tubo se identificaba con el número del arete de la cabra, esta actividad se realizó en la mañana antes de salir las cabras al pastoreo (14–16 h antes de la última ingestión de alimentos). Las muestras de sangre fueron

colectadas en tubos no heparinizados. Aproximadamente dos horas después de la colección de sangre, las muestras fueron centrifugadas a 3000 g, durante 15 minutos a temperatura ambiente. El suero sanguíneo colectado fue almacenado a -20°C , hasta su posterior análisis que incluyó: colesterol, glucosa, urea, creatinina, proteínas totales, calcio, fósforo, cobre, magnesio y zinc. Todos los análisis de los metabolitos de la sangre fueron realizados en un espectrofotómetro marca Colmen tipo Junio II, utilizando la metodología señalada por los proveedores de los "kit's" de cada uno de los metabolitos antes mencionados. Todos los minerales, excepto el fósforo, fueron determinados por el método de Fiske y Subbarow (1925).

Análisis de Heces

Después del parto (julio 2003) se colectaron muestras de heces vía rectal (agosto 2003), en donde, para la obtención de la muestra las cabras fueron sujetadas manualmente. Se utilizaron guantes de látex, los cuales eran lubricados con gel lubricante K-Y, para evitar dañar el recto de la cabra, se colectaban aproximadamente cinco pelets de heces, los cuales eran colocados en bolsas pequeñas de papel previamente identificadas con el número de la cabra, posteriormente fueron secadas en una estufa de secado a 50-60 grados centígrados, ya cuando estaban secadas fueron molidas en un molino marca Wiley Mill. Los análisis de fósforo en heces fueron realizados mediante la técnica de colorimetría y para los análisis de nitrógeno en heces se utilizó la técnica de microkjelahl (Mendoza, 1992).

Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados por mínimos cuadrados, utilizando modelos lineales (SAS, 1989). Las variables independientes incluidas en el modelo fueron: niveles en suero sanguíneo de colesterol, glucosa, urea, creatinina, proteínas totales, calcio, fósforo, cobre, magnesio y zinc al inicio de la lactancia. Dos variables adicionales fueron el contenido de fósforo y nitrógeno de las heces al inicio de la lactancia. Las variables anteriores fueron agrupadas en dos categorías, tratando de que los grupos tuvieran un número muy similar de observaciones. Por lo anterior el punto de referencia para la separación de los grupos fueron valores cercanos a la media (Cuadro 4.1). La producción de leche, la duración de la lactancia y los componentes de la leche fueron las variables dependientes. Se probaron las interacciones simples de las variables independientes. En cada análisis se eliminaron los términos no significativos, hasta arribar en un modelo final reducido que sólo contenía términos significativos.

4. RESULTADOS

Para poner en perspectiva la productividad y estado nutricional de las cabras al inicio de la lactancia, en el Cuadro 4.1. se presentan las variables relacionadas con la producción de leche, su composición y los metabolitos y minerales sanguíneos de estos animales. También se muestran los niveles de fósforo y nitrógeno de las heces de las cabras.

Relación con Producción de Leche de las Variables Sanguíneas y Fecales

Referente a los metabolitos sanguíneos, los niveles de urea en el suero sanguíneo son marcadamente menores a los observados en cabras estabuladas (8 a 20 mg/dl) (Mbassa y Poulsen, 1991), lo que refleja la deficiente ingestión de proteínas por las cabras en agostadero.

Otro metabolito muy por debajo de los valores observados (65 mg/dl) (Mbassa y Poulsen, 1991) en cabras bien alimentadas es la glucosa. Estos valores bajos son el resultado del prolongado intervalo entre la ingestión de alimento de las cabras y la obtención de las muestras de sangre (aproximadamente 14 h).

La producción de leche de las cabras fue inferior a los límites típicos de cabras lecheras explotadas en agostadero (112 kg/lactancia) en sitios con precipitaciones alrededor de los 300 mm por año (Mellado *et al.*, 1998). Se observa una marcada variabilidad en la producción de leche por lactancia de las cabras, lo que refleja la heterogeneidad de genotipos de esta explotación.

Cuadro 4.1. Descripción estadística de las variables (n=92) utilizadas en el estudio, y las categorías de las variables independientes incluidas en los modelos para el análisis estadístico.

Variable	Media	D E*	Mínimo	Máximo	Categorías	
<u>Producción de leche</u>						
Leche/día (g)	392	97	192	685		
Duración lactancia (días)	146.6	22	95	173		
Leche / lactancia (kg)	57.5	19.9	23.4	118.5		
<u>Composición de leche</u>						
Grasa / lactancia (kg)	3.4	1.2	1.3	6.5		
Proteína / lactancia (kg)	2.5	0.8	1	4.8		
Caseína / lactancia (kg)	2.2	0.7	0.9	3.9		
% grasa	5.8	0.9	4	8.3		
% proteína	4.4	0.5	3.6	5.9		
% caseína	3.8	0.5	2.8	6.8		
<u>Metabolitos sanguíneos</u>						
Urea (mg/dl)	8.4	1.3	6	14.9	< 8	> 8
Glucosa (mg/dl)	55.2	16.2	29.8	96	<54	>54
Creatinina (mg/dl)	3.8	1.6	0.8	7.7	< 4	> 4
Colesterol (mg/dl)	89.5	21.8	51.7	174.9	< 90	> 90
Proteínas totales (mg/dl)	8.1	0.8	4.9	9	< 8.3	> 8.3
<u>Minerales sanguíneos</u>						
Fósforo (mg/dl)	5.3	1.5	3.2	12.8	< 5	> 5
Calcio (mg/dl)	10.1	1.3	6.6	12.1	< 10.5	> 10.5
Magnesio (mg/dl)	1.8	0.3	0.7	3	< 1.9	> 1.9
Cobre (mg/dl)	0.8	0.4	0.2	2.7	< .8	> .8
Zinc (ppm)	0.4	0.1	0.1	0.8	< .4	> .4
<u>Componentes de heces</u>						
Fósforo heces (%)	0.2	0.07	0.1	0.5	< .21	> .21
Nitrógeno heces (%)	2.3	0.5	1	3.8	< 2.4	> 2.4

* DE = Desviación Estándar

La única variable, registrada al inicio de la lactancia que se asoció significativamente ($P < 0.05$) con la producción de leche por lactancia de las cabras fue el contenido de fósforo en las heces. Las cabras con los niveles más altos de fósforo en las heces (> 0.21 por ciento) produjeron 17 por ciento más de leche que las cabras con menos de 0.21 por ciento de fósforo en sus heces. La curva de lactancia de estos grupos de cabras se muestra en la Figura 4.1.

En dicha figura se observa que se mantuvo un paralelismo en la producción de leche de ambos grupos de animales a través de la lactancia. Además, en ambos grupos de cabras no se presentó el típico pico de lactancia en la “curva” de lactancia de las cabras, lo cual es común en animales en pastoreo de las zonas áridas y semiáridas del norte de México, ya que en estas regiones los animales producen más leche en las épocas de abundancia de forraje, debido a esto la “curva” de lactancia presenta su máximo nivel en las épocas lluviosas (Mellado, 1997).

Relación con Composición de Leche de las Variables Sanguíneas y Fecales

Todos los componentes de la leche son ligeramente más altos a los comúnmente reportados en la literatura con cabras estabuladas (Gall, 1981). Lo anterior deriva de la relación inversa entre la producción de leche y los niveles de constituyentes de la leche, lo que conduce a que a menor producción de leche se presenten niveles más altos de sólidos de leche.

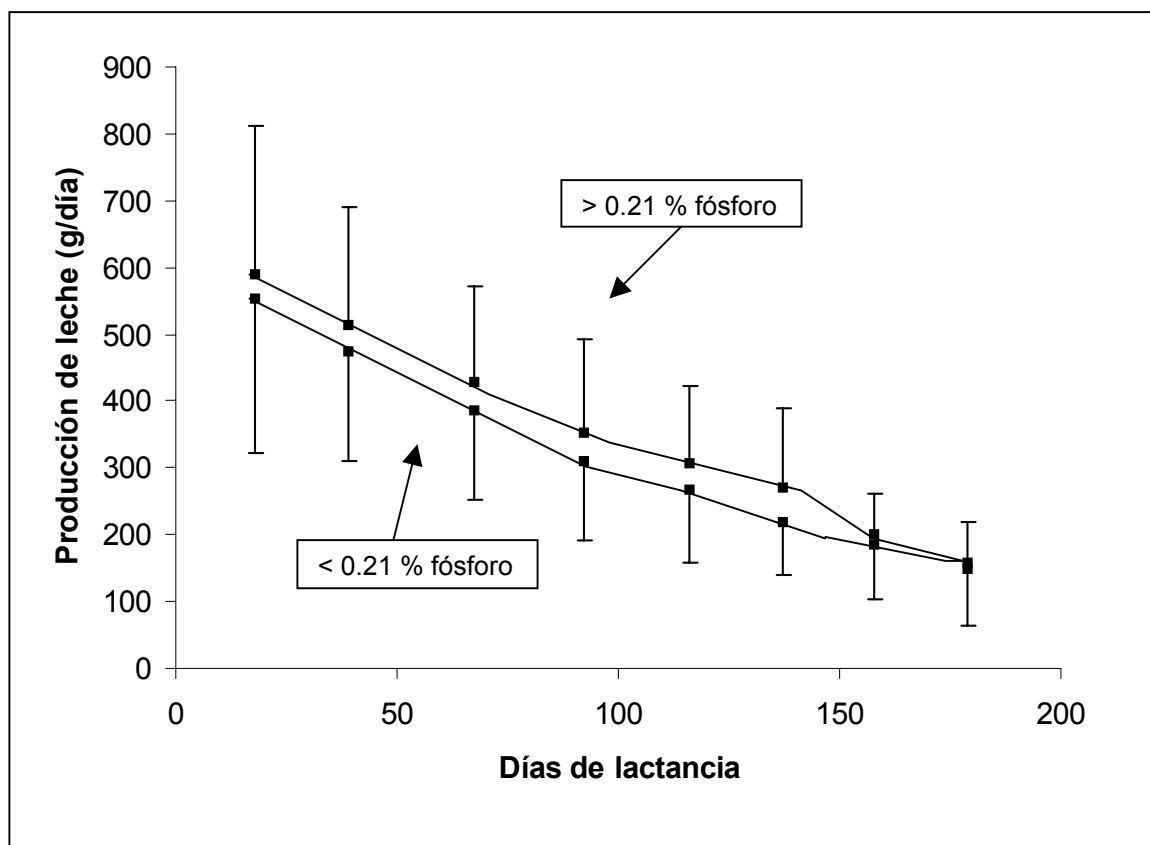


Figura 4.1. Relación de la producción de leche (g/ día) y la duración de la lactancia (d) de cabras en agostadero con niveles bajos (< 0.21 %) y altos (>0.21 %) de fósforo en heces.

Tanto el contenido de proteína como de caseína de la leche no fueron afectadas por las variables determinadas al inicio del estudio. Al igual que en la producción total de leche, el porcentaje de fósforo en las heces se asoció significativamente ($P < 0.05$) con el porcentaje de grasa de la leche. Las cabras con niveles de fósforo en las heces > 0.21 presentaron un incremento de 0.22 puntos porcentuales en el contenido de grasa de la leche en comparación con las cabras cuyas heces presentaron < 0.21 por ciento de fósforo. El colesterol en el suero sanguíneo fue otra variable que se asoció ($P < 0.05$) con el contenido

de grasa de la leche. Las cabras con niveles de colesterol en suero sanguíneo > 0.90 mg/dl incrementaron su contenido de grasa en la leche en 0.5 puntos porcentuales, comparadas con las cabras con niveles < 0.90 mg/dl de colesterol en la sangre. Una tercera variable que se asoció ($P < 0.05$) con el porcentaje de grasa de la leche fue el nivel de zinc en el suero sanguíneo. Niveles de este elemento en el suero sanguíneo superiores a > 0.4 ppm incrementaron el porcentaje de grasa de la leche (Cuadro 4.2.)

Relación con Duración de Lactancia de las variables Sanguíneas y Fecales

La duración de la lactancia se encuentra por debajo de los valores comunes encontrados en las zonas áridas (210 días) (Mellado, 1997), donde las lactancias coinciden con la época de crecimiento de forraje y se prolongan hasta finalizar el año. El promedio de la duración de la lactancia fue de 146.6 ± 22 días con un rango de 95 a 173 días. En el Cuadro 4.2. se muestran las variables que influyeron sobre la duración de la lactancia. Las cabras con bajos niveles de fósforo en las heces (< 0.21 por ciento) presentaron lactancias más cortas (141 ± 22 días; $P < 0.05$) que las cabras con niveles más elevados de este elemento en las heces (153 ± 19 días). El contenido de nitrógeno en las heces también afectó ($P < 0.05$) la duración de la lactancia, siendo ésta más corta (142 ± 25 días) en las cabras cuyo contenido de nitrógeno en heces fue < 2.4 por ciento. En contraste, las cabras con niveles de nitrógeno en heces más elevados (> 2.4 por ciento) sobrepasaron los 5 meses de lactancia.

Cuadro 4.2. Medias de mínimos cuadrados \pm desviación estándar de las variables que influyeron sobre el porcentaje de grasa de la leche y la duración de la lactancia de cabras en agostadero.

Variable	n	Grasa (%)	Duración de lactancia
Prot. totales			
< 8.3 mg/dl	41	-----	142 \pm 23
> 8.3 mg/dl	51	-----	150 \pm 20
Colesterol			
< 90 mg/dl	51	5.6 \pm 0.8	-----
> 90 mg/dl	41	6.1 \pm 0.9	-----
Zinc			
< 0.4 ppm	29	5.49 \pm 0.7	-----
> 0.4 ppm	63	6.0 \pm 0.9	-----
Fósforo heces			
< 0.21 %	51	5.74 \pm 0.91	141 \pm 22
> 0.21 %	41	5.96 \pm 0.94	153 \pm 19
Nitrógeno heces			
< 2.4 %	47	-----	142 \pm 25
> 2.4 %	45	-----	152 \pm 17

n = numero de cabras en cada uno de los niveles de las diferentes variables

Otra de las variables estudiadas que afectó ($P < 0.05$) la duración de la lactancia fue el contenido de proteínas totales en el suero sanguíneo. Las cabras con niveles bajos (< 8.3 mg/dl) de proteínas totales en la sangre presentaron lactancias más cortas (142 \pm 23 días), en comparación con las cabras con niveles >8.3 mg/dl) de proteínas totales en la sangre (150 \pm 20 días).

5. DISCUSIÓN

En este estudio, la producción de leche, el porcentaje de grasa de ésta y la duración de la lactancia se relacionaron con el porcentaje de fósforo en las heces. En el presente estudio se asumió que los animales con mayores niveles de fósforo en las heces ingirieron una mayor cantidad de este elemento. Dicha asunción se basa en el hecho de que la principal fuente de excreción de fósforo en rumiantes son las heces (Vitti *et al.*, 2000; Betteridge y Andawes, 1986), además de que existe una estrecha asociación entre el nivel de ingestión de fósforo y el nivel de fósforo en las heces de bovino productor de leche (Wu *et al.*, 2000) y carne (Moir, 1966; Holechek *et al.*, 1985). Betteridge y Andawes (1986) reportaron que la cantidad de fósforo excretado en las heces depende del fósforo de la dieta y del estado fisiológico del animal. El fósforo fecal encontrado en becerros en crecimiento fue 200 por ciento más elevado que el fósforo consumido, lo cual indica que un alto contenido de fósforo en heces refleja un alta cantidad de fósforo en la dieta (Bortolussi *et al.*, 1996). Por otra parte, Betterindge y Andawes (1986), reportaron que los novillos que consumieron forrajes de alta calidad excretaron en las heces de 44 a 74 por ciento del fósforo consumido, sin embargo Hendricksen *et al.* (1994) reportaron que el fósforo fecal en novillos en pastoreo representa del 88 a 103 por ciento del fósforo consumido.

Cabe mencionar que la concentración de fósforo en heces se correlaciona también con el contenido de proteína cruda de la dieta (Hakkila *et al.*, 1988). La menor cantidad de fósforo en las heces de animales con dietas bajas en este elemento se debe a que estos animales aprovechan más eficientemente el fósforo, vía una mayor absorción y una reducción en el flujo de este elemento en la saliva (Coates y Ternouth, 1992).

La mayor producción de leche de las cabras con el mayor contenido de fósforo en heces posiblemente se debió a que estos animales contaron con el suficiente fósforo para llevar a cabo las reacciones enzimáticas donde interviene este elemento, especialmente las relacionadas con el metabolismo y transferencia de energía (adenosina-trifosfato, adenosina-difosfato y adenosina-monofosfato) (NRC, 1984). Además del fósforo requerido por el animal, los microorganismos del rumen también requieren de este elemento para mantener la actividad microbiana para la producción eficiente de los ácidos grasos volátiles (Bass *et al.*, 1981). Adicionalmente, es conocido que durante la lactancia los animales con un bajo consumo de fósforo disminuyen la digestibilidad y el consumo de los alimentos (Bass *et al.*, 1981).

Los resultados del presente estudio sugieren que el fósforo fecal al inicio de la lactancia pudiera ser un indicador de la producción y calidad de la leche de cabras en agostadero, por lo que, una deficiencia de este mineral en el agostadero, afectaría negativamente la producción y calidad de la leche. En otros estudios se ha observado que la deficiencia de fósforo reduce la

producción de leche y disminuye el consumo de alimento, y como consecuencia, retrasa el desarrollo de los animales (Theiler *et al.*, 1924; Read *et al.*, 1986; Morse *et al.*, 1992). Sin embargo, Ternouth (1990) indica que la deficiencia de fósforo no afecta la producción de leche, ya que son los efectos secundarios de esta deficiencia lo que conduce a la disminución del consumo de alimento, lo cual repercute en la producción de leche. La deficiencia de fósforo no sólo es debida a un bajo consumo de este elemento por el animal, sino también a una alteración en la absorción de este elemento por el organismo; por ejemplo, el nivel de nitrógeno de la dieta afecta la absorción del fósforo por los animales (Bortolussi *et al.*, 1996).

El estado de maduración, los sistemas de manejo, la distribución del fósforo en la planta y posiblemente la interacción con otros nutrientes son factores que intervienen en la adecuada nutrición del fósforo de los animales en pastoreo (Snapp y Neuman, 1960). Walter *et al.* (1997) reportaron incrementos en la producción de leche en vacas que consumieron forrajes fertilizados con fósforo. Igualmente, Davison *et al.* (1997) encontraron que la suplementación con fósforo a vacas en pastoreo resultó en un incremento en la producción de leche. Por otro lado, la suplementación con fósforo no incrementó la producción de leche de vacas lechera (Cohen, 1975). Los niveles de fósforo fecal inferiores a 0.2 por ciento pueden ser indicadores de la deficiencia de fósforo de los forrajes y los animales (Moir, 1960).

Los efectos de una mayor cantidad de fósforo en las heces se asoció también en mayores niveles de grasa de la leche. El efecto anterior no es fácil de interpretar, ya que la variabilidad del porcentaje de grasa de la leche se debe más a la composición de ácidos grasos volátiles en el torrente sanguíneo, que a la ingestión de determinados minerales.

Los resultados de esta investigación mostraron una relación entre la cantidad de colesterol en el suero sanguíneo y el porcentaje de grasa de la leche. Haenlein (1997) reportó que del porcentaje total de grasa de la leche de cabra (4.25 por ciento) el 98 por ciento se encuentra en forma de triglicéridos, el 0.9 por ciento en forma de mono y diglicéridos, el 0.5 por ciento como fosfolípidos, el 0.1–0.2 por ciento como vitaminas liposolubles y el 0.2 – 0.4 por ciento como colesterol. Estos datos indican que los niveles de colesterol en la sangre no parecen ser una limitante para la síntesis de grasa de la leche. Shenider (1988) demostró que la glándula mamaria de los animales muestra preferencia por los ácidos grasos de cadena larga, el β - hidroxibutirato y el acetato para la síntesis de grasa de la leche. En un estudio realizado por Khaled (2001) en donde evaluó la interacción entre el perfil metabólico de la sangre y la composición de leche de cabras, encontró que los niveles de colesterol en sangre variaron durante toda la lactancia, por lo que éstos no tuvieron relación con el porcentaje de grasa de la leche. Sin embargo, este autor encontró que la grasa de la leche se incrementaba conforme aumenta la grasa de los forrajes consumidos por el animal.

En el presente estudio, el efecto benéfico del colesterol sobre los niveles de grasa de la leche se deban probablemente no a la incorporación de este metabolito a la grasa de la leche, sino al mejor estatus nutricional de las cabras, ya que los mayores niveles de colesterol en el suero sanguíneo reflejan mayores sustratos energéticos, que indirectamente pudieran incrementar el contenido energético de la leche, vía una mayor cantidad de grasa en ésta.

El zinc en el suero sanguíneo fue el único micro-elemento que mostró relación con el porcentaje de grasa de la leche. Biagi *et al.* (1993) indican que la concentración sanguínea de zinc en cabras lactando varía de acuerdo con la estación del año, por lo que existe muy poca relación entre los minerales de la sangre (Zn en particular) y la calidad de la leche de cabras (Biagi *et al.*, 1994). En estudios realizados por Masters y Fels (1980), Masters y Moir (1983) y Underwood (1981) observaron que la deficiencia de zinc en la dieta de los animales reduce el consumo de alimento y afecta el metabolismo de carbohidratos y proteínas. Lo anterior ha sido reafirmado por Neathery *et al.* (1973), quienes observaron menores tasas de consumo de alimento en cabras con niveles deficientes de zinc. Considerando lo anterior, si existe una reducción en el consumo de alimento, se reduce la disponibilidad de nutrientes para la cabra y esto posiblemente condujo a una menor cantidad de grasa en la leche producida por las cabras.

Es importante señalar que en el presente estudio los niveles de fósforo en las heces también afectaron la duración de la lactancia, lo cual nos

sorprende, debido a la estrecha asociación entre la duración de la lactancia y la producción total de leche en las cabras (Parkash y Khanna, 1972). En el presente estudio se encontró que la cantidad de proteínas totales en el suero sanguíneo tuvo influencia sobre la duración de la lactancia. Khaled (2001) señala que la concentración de proteínas totales en la sangre de cabras lactantes mostró un incremento en los meses de mayo, agosto y octubre. Este autor observó también que la concentración de proteínas totales en la sangre varió durante la lactancia. Hasta donde el autor conoce, no existen reportes que documenten de la interacción de la cantidad de proteínas totales de la sangre con la duración de la lactancia. La posible influencia de las proteínas totales de la sangre sobre la duración de la lactancia podría estar mediada por la hormona del crecimiento y la hormona de la tiroides, las cuales regulan estrechamente los niveles de las proteínas sanguíneas (Castro *et al.*, 1977).

El nitrógeno en las heces de las cabras influyó en la duración de la lactancia. Tanto en bovinos (Holechek *et al.*, 1982) como en el borrego cimarrón (Blanchard *et al.*, 2003) la cantidad de nitrógeno en las heces ha resultado un confiable predictor de la cantidad de proteína consumida por estos animales. Con base en lo anterior, se presume que las cabras que presentaron cantidades mayores de nitrógeno en las heces consumieron una dieta de mejor calidad, y esto aparentemente se vio reflejado en una lactancia más prolongada.

6. CONCLUSIONES

La producción de leche de cabras en agostadero se relaciona con el contenido de fósforo de las heces, infiriéndose que aquellas cabras con mayor capacidad de ingestión de fósforo, vía geofagia o ingestión de forrajes con niveles altos de este elemento, presentan lactancias más prolongadas, mayores niveles de producción de leche y mayores porcentajes de grasa de ésta. Los datos del presente estudio sugieren que, en el matorral parvifolio donde pastoreaban las cabras, niveles de fósforo en las heces > 0.21 por ciento pueden ser indicativos de lactancias más prolongadas y abundantes. El presente estudio muestra también que el porcentaje de nitrógeno excretado en las heces y las proteínas totales del suero sanguíneo pudieran utilizarse como indicadores de la duración de la lactancia de las cabras en agostadero. Estos resultados sugieren adicionalmente que mayores niveles de zinc en el suero sanguíneo favorecen los niveles de grasa en la leche de las cabras alimentadas en agostadero.

Finalmente, los datos de este estudio indican que la mayor parte de los metabolitos indicativos del estatus nutricional de las cabras, cuando se determinan al inicio de la lactancia, no permiten predecir la capacidad de lactación de cabras en agostadero.

7. RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio con 92 cabras multíparas de similar tamaño y de genotipo indefinido, con el objetivo de determinar la relación entre diferentes niveles de metabolitos sanguíneos y minerales al momento del parto, sobre la duración de la lactancia, producción y composición de la leche de cabras criollas en agostadero. Un segundo objetivo fue determinar la asociación entre los niveles de nitrógeno y fósforo fecales al inicio de la lactancia sobre la duración de la lactancia, producción y composición de la leche de las cabras. La única variable, registrada al inicio de la lactancia, que se asoció significativamente con la producción de leche por lactancia de las cabras fue el contenido de fósforo en las heces. Las cabras con los niveles más altos de fósforo en las heces (>0.21 por ciento) produjeron 17 por ciento más de leche que las cabras con menos de 0.21 por ciento de fósforo en sus heces. El porcentaje de fósforo en las heces se relacionó con el porcentaje de grasa de la leche. Las cabras con niveles de fósforo en las heces >0.21 presentaron un incremento de 0.22 puntos porcentuales en el contenido de grasa de la leche en comparación con las cabras cuyas heces presentaron <0.21 por ciento de fósforo. El colesterol en el suero sanguíneo fue otra variable que se relacionó con ($P < 0.05$) el contenido de grasa de la leches. Las cabras con niveles de colesterol en suero sanguíneo > 0.90 mg/dl incrementaron su contenido de

grasa en la leche en 0.5 puntos porcentuales, comparadas con las cabras con niveles < 0.90 mg/dl de colesterol en la sangre. Una tercera variable que se relacionó con ($P < 0.05$) en el porcentaje de grasa de la leche fue el nivel de Zinc en el suero sanguíneo. Niveles de este elemento en el suero sanguíneo superiores a > 0.4 ppm incrementaron el porcentaje de grasa de la leche. Las cabras con bajos niveles de fósforo en las heces (< 0.21 por ciento) presentaron lactancias más cortas (141 ± 22 días; $P < 0.05$) que las cabras con niveles más elevados de este elemento en las heces (153 ± 19 días). El contenido de nitrógeno en las heces también se relacionó con ($P < 0.05$) la duración de la lactancia, siendo ésta más corta (142 ± 25 días) en las cabras cuyo contenido de nitrógeno en heces fue < 2.4 %. En contraste, las cabras con niveles de nitrógeno en heces más elevados (> 2.4 por ciento) sobrepasaron los 5 meses de lactancia. Otra de las variables estudiadas que afectó ($P < 0.05$) la duración de la lactancia fue el contenido de proteínas totales en el suero sanguíneo. Se concluyó que La producción de leche de cabras en agostadero dependió marcadamente del contenido de fósforo de las heces, infiriéndose que aquellas cabras con mayor capacidad de ingestión de fósforo, vía geofagia o ingestión de forrajes con niveles altos de este elemento, presentan lactancias más prolongadas, mayores niveles de producción de leche y mayores porcentajes de grasa de ésta.

8. LITERATURA CITADA

- Arbiza, I. y De Lucas, J. 2001. La leche caprina y su producción. Editores Mexicanos Unidos. México, D. F. pp. 43-126.
- Archer, R. K. 1967. Técnicas de Hematología Animal. Ed. Acribia. Zaragoza, España. pp. 21-39.
- Bass, J.M., Fishwick, R., Hemingway, R.G., Parking, J.J. and Ritchie, N.S. 1981. The effects of supplementary phosphorus on the voluntary consumption and digestibility of a low phosphorus straw based diet given to beef cow during pregnancy and early lactation. *J. Agric. Sci. (Camb.)*. 97: 365-372.
- Betteridge, K.Y. and Andrewes, W.G.K. 1986. Intake and excretion of nitrogen, phosphorus and potassium by grazing steers. *J. Agric. Sci.* 106: 393-404.
- Biagi, G., Pasquín, M., Signorini, F., Di Pasquale, A. M., Nannipieri, S. and Bagliacca, M. 1993. Electrolyte profile in Garfagnina sheep. *Atti Simp. Intern. Zootecnia, Milan, Italia*. 28: 137-148.
- Biagi, G., Pasquín, M., Greppi, G.F., Liponi, G.B., Nannipieri, S., Bagliacca, M. and Romagnoli, A. 1994. Garfagnina sheep: relationship between electrolyte profile in serum and milk. *Atti Congr. Intern. Soc. Anim. Clin. Biochem.* 6: 108.
- Blanchard, P., Festa-Bianchet, M., Gaillard, J.M. and Jorgenson, J. T. 2003. A test of long-term fecal nitrogen monitoring to evaluate nutritional status in bighorn sheep. *J. Wildl. Manage.* 67 (3): 477-484.
- Bortolussi, G., Ternouth, J.H. and McMeniman, N.P. 1996. Dietary nitrogen and phosphorus depletion in cattle and their effects on live weight gain, blood metabolite, concentrations and phosphorus kinetics. *J. Agric. Sci.* 126: 493-501.
- Castro, A., Dhindsa, D.S., Hoversland, A.S. and Metcalfe, J. 1977. Serum proteins and protein electrophoretic pattern in normal pygmy goats. *Am. J. Vet. Res.* 38: 665-667.

- CEA-SAGARPA. 2003. Centro de estadística agropecuaria en las delegaciones. México, D. F.
- Chilliard, Y., Ferlay, A., Rodel, J. and Barbano, M. 2003. Feed and animal nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *J. Dairy Sci.* 86: 1751-1781.
- Coates, D. B. and Ternouth, J. H. 1992. Phosphorus kinetics of cattle grazing tropical pastures and implication for the estimation of their phosphorus requirement. *J. Agric. Sci. (Camb.)*. 119: 401 – 409.
- Cohen, R. D. H. 1975. Phosphorus for grazing beef cattle. *A. M. R. C. Rev. Aust. Meat. Res. Commun.* 23: 1-16.
- Cooper, R., Kirk, J., Kamwanja, L. and Banda, J. 1996. Milk production from the indigenous Malawi goat. III Biennial Conference of the African Small Ruminant Research Network on Small Ruminant Research and Development in Africa. ILRI, Nairobi, Kenya. pp. 283-288.
- Davison, T. M., Orr, W.N., Doogan, V. and Moody, P. 1997. Phosphorus for nitrogen fertilized dairy pasture. Long-term effects on milk production and a model of phosphorus flow. *J. Agric. Sci.* 129: 219-231.
- Díaz, C. 2003. Calidad de la leche de cabra. Gerencia del Departamento Técnico Agropecuario. Alimentos la Concordia (leche al día). Lagos de Morelos, Jalisco, México.
- Egan, H., Malven, R. and Sawyer, E. 1981. Pearson's chemical analysis of food. Logman, Essex, England.
- FAO, 1976. A framework for land evaluation. FAO soil bulletin No. 32 and ILRI publication No. 22. Roma, Italia.
- FIRA. 1999. Oportunidades de desarrollo en la industria de la leche y carne de cabra en México. Boletín Informativo No. 313 (XXXII). pp. 15-40.
- Fiske, H. and Sabbarow, Y. 1925. The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.* 66:371-375.
- Gall, C. 1981. Milk production. *in*: Goat production. Gall C. Academy Press. New York, New York, U. S. A. pp. 309 – 344.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Cuarta edición. México, D. F.
- García, O., García, B., Bravo, J. and Bradford, E. 1996. Analysis of a crossbreeding trial with Criollo and imported goats. 7 Milk yield and

- evaluation of the breed types. Magazine of the Faculty Agronomy, University of Zulia 13: 611-625.
- García, F., Magofke, S., Azocar C., Rojo, H. and Ximena, A. 1996. Milk production of native goats in the fourth region of Chile. *Adv. Anim. Prod.* 21: 79-83.
- Gaubert, L., Cordesse, R. and Reuville, S. 1995. Rehabilitation of shrubby zones. The Rove goat improves the garrigue. *Chevre.* 210: 15-18.
- Giaccone, P., Portolano, B., Bonnanno, A., Alicata, M., Todazo, M. and Alicata, L. 1995. Quantitative and qualitative aspects of milk production and quality in the Derivate the Siria goat population. *Zoot. Nutr. Anim.* 21: 97-109.
- Goby, P., Rochon, J., Zervas, N. and Hatziminaoglou, J. 1996. Economic and nutritional contributions of brushlands in goat rearing in the south of France. The optimal exploitation of marginal Mediterranean areas by extensive ruminant production systems. International Symposium. Thessaloniki, Greece. pp. 275-279.
- Goromelo, H., Ledin, I., Uden, P., Dolberg, F. and Petersen, P. 1997. On farm performance of dual purpose goats and farmers attitudes towards introduction of goats in HADO areas of Kondoa. Integrated Farming in Human Development Workshop. Tune Landboskole, Denmark. pp. 294-307.
- Greppi, G. F., Ciceri, A., Paquini, M., Falaschi, U. and Enne, G. 1995. Milk yield in dairy goats and blood metabolites. In: proc. Of the IDF/CIRVAL Seminar on production and utilization of sheep and goats milk. Held in Crete (Greece). P 47.
- Haenlein, W. 1997. Goats management. Nutritional value of dairy products of ewes and goats milk. <http://Ag.udel.edu/extension/information/goats/Mgt/gm.o8htm/gm-8.ntm>
- Hakkila, J.L., Wallace, J.D., Anderson, D.M. and Cardenas, M. 1988. Fecal indicator of cattle protein status on desert grassland range. *Nutr. Rep. Int.* 37: 137-147.
- Hendricksen, R.E., Ternouth, J.H. and Punter, L.D. 1994. Seasonal nutrient intake and phosphorus kinetics of grazing steers in northern Australia. *Aust. J. Agric. Res.* 45: 1817-1829.
- Holechek, J.L., Galyean, M.L., Wallace, D.J. and Woffard, H. 1985. Evaluation of fecal indices for predicting phosphorus status of cattle. *Grass. For. Sci.* 40: 489 – 492.

- Holechek, J.L., Vavra, M. and Arthun, D. 1982. Relationships between performance, intake, diet nutritive quality and fecal nutritive quality of cattle on mountain range. *J. Range Manage.* 35: 741-744.
- INEGI, 1977. Carta temática de vegetación de Saltillo, Coah. Escala 1: 50 000. G14C33.
- INEGI. 1996. El sector alimenticio en México. INEGI. Aguascalientes, Aguascalientes.
- Jelinek, P., Gajdusek, J., Illek, J., Helanova, I. and Hlusek, J. 1990. Changes of basic composition and properties of sheep milk during lactation. *Zivoc Vyr.* 38(9): 803 – 805.
- Jiménez, J. 2001. Análisis de la situación actual de las importaciones de leche en polvo en México y la dinámica de la producción nacional. Tesis Licenciatura. Departamento de Zootecnia, UACH. Chapingo, México.
- Khaled, F. 2001. Interaction between nutrition, blood metabolic profile and milk composition in dairy goats. Ph.D. Dissertation. University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences Brno. Faculty of veterinary Hygiene and Ecology. Cairo University. Cairo, Egypt. pp. 45-63.
- Khaled, F., Illek, J., Filipek, J., and Sedlakova, D. 1998. Changes in milk and blood composition in dairy goats during lactation. In: Proc. Of 6th International Symposium on the Milking of Small Ruminant. Athens, Greece.
- Khaled, F., Illek, J. and Gajdusek, S. 1999. Interactions between nutrition, blood metabolic profile and milk composition in dairy goats. *Acta Vet, Brno.* 68: 253 – 258.
- Marzouk, K., El Feel, A., Hassan, H., Abdel, A., Marai, I. and Metwally, M. 1998. Milk yield and composition of Balady goats in Egypt. First International Conference on Animal Production and Health in Semiarid Areas. El Arish, Egypt. pp. 371-379.
- Masters, D.G. and Fels, H.E. 1980. Effect of Zinc supplementation on the reproductive performance of grazing merino ewes. *Biol. Trace Elem. Res.* 2: 2994-3003.
- Masters, D.G. and Moir, R.J. 1983. Effect of Zinc deficiency on the pregnant ewes and developing fetus. *Br. J. Nutr.* 49: 365-372.
- Mbassas, G. K. y Poulsen, J. S. 1991. Influence of pregnancy, lactation and environment on some clinical chemical reference values in Danish

Landrace dairy goats (*Capra hircus*) of different parity. II plasma urea, creatinine, bilirubin, cholesterol, glucose and total serum proteins. Pergamon Press. 100(2): 423 – 431.

- Mellado, M., Valdez, R., Lara L. M. and López, R. 2003. Stocking rate effects on goats: A research observation. *J. Range Manag.* 56: 167 – 173.
- Mellado, M., Avila, N. Y. and García, E. 1998. Estrous synchronization with norgestomet and estradiol valerate at the end of lactation accelerates off in goats. *Small Rumin. Res.* 31: 61 – 66.
- Mellado, M. 1997. Potencial de las zonas áridas y semiáridas para la producción de leche de cabra. *Memorias XII Reunión Nacional Sobre Caprinocultura.* Torreón, Coahuila, México. pp. 297 – 308.
- Mendoza, V. R. 1992. Manual de curvas de calibración de plantas y suelo. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., Méx.
- Meuret, M., Brossier, J., Bonneval, L. and Landais, E. 1993. Feeding management on rangelands : an analytical investigation including a system approach for action. *System Studies in Agriculture and Rural Development.* pp. 185-190.
- Moir, K.M. 1966. Diagnosis of phosphorus deficiency in grazing beef cattle. *Queensland. J. Agric. Sci.* 23: 97-100.
- Moir, K.W. 1960. Nutritional of grazing cattle. III. Estimation of protein, phosphorus, and calcium in mixed diets. *Queensland. J. Agr. Sci.* 17: 373-383.
- Morand-Fehr, P. and Sauvant, D. 1978. Nutrition an optimal performance of dairy goats. *Livestock Prod. Sci.* 5: 203 – 213.
- Morse, D., Head, H.H., Wilcox, C.J., Van-Horn, H.H., Harris, B. Jr. and Hissem, C.D. 1992. Effects of concentration of dietary phosphorus on amount and route of excretion. *J. Dairy Sci.* 75: 3039-3049.
- Muñoz, M., Cervantes, F. y García, G. 2000. *El Tratado de Libre Comercio de América del Norte y lácteos.* CIESTAAM-UACH. Chapingo, México.
- Neathery, M. W., Miller, W. J., Blackmon, D. M., Pate, F. M. and Gentry, R. P. 1973. Effects of long term zinc deficiency on feed utilization, reproductive characteristics, and hair growth in the sexual mature male goats. *J. Dairy Sci.* 56: 98-105.

- NRC. 1984. Nutrient requirement of beef cattle. Nutrient requirement of domestic animals. 6th edition. National Academy Press, Washington, D. C.
- Parkash, C. and Khanna, R. S. 1972. Effect of order of lactation and lactation length on milk production in a closed herd of Beetal goats. *Indian J. Anim. Prod.* 2: 10-13.
- Palmquist, L., Beauliev, D. and Barbano, M. 1993. Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sci.* 76:1753-1771
- Pizzillo, M., Cogliandro, E., Rubio, R. and Fedele, V. 1994. Productivity and qualitative characteristics of milk from the principal goats breeds reared in Southern Italy. *Progressi scientific e tecnologici in tema di patologi e di allevamento deligi ovini e dei caprini. XI Congresso Nazionale.* Perugia, Italy. pp. 43-434.
- Read, M.V.P., Engels, E.A.N. and Smith, W.A. 1986. Phosphorus and the grazing ruminant. 4. blood and fecal grab samples as indicators of the phosphorus status of cattle. *S. Afric. J. Anim. Sci.* 16: 18-22.
- Saada, Y. 1993. Effect of feeding *Leucaena leucocephala* hay on yield and composition of goats' milk. *J. Agric. Sci.* 24: 2-12.
- Saatradipradja, D. and Katipana, N. 1990. Effect of cooked cassava in urea containing feed supplement on the production and composition of milk goats. 7th Congress of Federation of Asian Veterinary Associations. Chon Buri, Thailand. pp. 122-130.
- SAS. 1989. SAS procedure users guide. Version 6. Third edition. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- SIAP-SAGARPA. 2003. Sistema de información y estadística agroalimentaria y pesquera. México, D. F.
- Schneider, P.L., Sklan, D., Chalupa, W. and Kronfeld, D.C. 1988. Feeding calcium salts of fatty acids to lactating cows. *J. Dairy Sci.* 71: 2143-2150.
- Snapp, R.R. and Neumann, A.L. 1960. Beef cattle. 5th edition. Wiley New York, U. S. A. P. 135.
- Stevens, J. B., Anderson, K. L., Correa, M. T., Stegart, T. and Braselton, W. E. 1994. Hematological, blood gas, blood chemistry and serum mineral values for a sample of clinically healthy adult goats. *Veterinary Clinical Pathology.* 23(1): 19 –24.

- Stout, W. L., Kradel, D. C. and Jung, G. A. 1976. Blood composition of well-managed high producing Holstein cows in Pennsylvania. Pa. Agric. Expstn. Prog. Rep. No. 358
- Ternouth, J.H. 1990. Phosphorus and beef production in northern Australia. Phosphorus in cattle. A review. Trop. Grassl. 24: 159-169.
- Theiler, A., Green, H.H. and DuToit, P.J. 1924. Phosphorus in the livestock industry. S. Afr. Dept. Agric. J. 8: 460-504.
- Underwood, E.J. 1981. The mineral nutrition of livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux. Slough, England. 189 p.
- Vitti, D.M.S., Kebreab, E., Lopes, J. B., Abdalla, A.L., De Carvalhos, F.F. R., De Resendel, K.T., Crampton, L.A. and France, J. 2000. A kinetic model of phosphorus metabolism in growing goats. J. Anim. Sci. 78: 2706 – 2712.
- Vos, H. and Groen, F. 1998. Altering milk protein/fat-ratio: results of a selection experiment in dairy cattle. Liv. Prod. Sci. 53:49-55.
- Walter, R.G., Davison, T.M., Orr, W.N. and Silver, B.A. 1997. Phosphorus fertilizer for nitrogen fertilized dairy pastures. Milk responses to a dietary phosphorus supplement. J. Agric. Sci. 129: 233-236.
- Wu, Z., Satter, L.D. and Sojo, R. 2000. Milk production, productive performance, and fecal excretion of phosphorus by dairy cows fed three amounts of phosphorus. J. Dairy Sci. 83: 1028 – 1041.
- Yokota, H., Cunanan, C., Domingo, A., Pusung, L., Server, J., Robles, A., Lustria, U., Himizu, H. and Rigor, E. 1993. Growth and milk production of goats under intensive management. Philippine J. Vet. Anim. Sci. 17: 15-20.
- Zeng, S. S., Escobar, E. N. and Popham, T. 1997. Daily variation in somatic cell counts, composition and production of Alpine goats milk. Small Rumin. Res. 26: 253-260.