

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

COMPARACIÓN DE INDICADORES DE METABOLISMO LIPÍDICO
DURANTE EL PERIPARTO EN CABRAS DE GENOTIPOS
LECHERO Y CÁRNICO

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA

CAROLINA MONTOYA GARDUÑO

Asesores:

Dr. Andrés E. Ducoing Watty
Dra. Irma Eugenia Candanosa Aranda
MVZ MPA Abel Manuel Trujillo García

México, D.F.

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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

A mis papás, gracias por su absoluta confianza en mí y por estar a mi lado siempre dispuestos a escucharme y a darme el mejor de los consejos. Detrás de este trabajo está el apoyo y cariño que ustedes me han brindado a lo largo de toda mi vida y ahora que lo concluyo solo les digo que: ¡lo logramos!

A Adolfo Kunio, por sugerirme este tema de tesis, por tus consejos, por tu ayuda incondicional persiguiendo cabras, por las palabras reconfortantes que me has dado cuando más lo he necesitado y por el gran cariño que te tengo, también es tuyo este trabajo.

A Eduardo, Marilú y Fernando con todo mi cariño, siempre están presentes en cada paso que doy.

A Abel Trujillo porque al cursar la materia contigo encontré fascinación por las cabras.

A mis amigos, Bárbara, Claudia, Pollo, Midori, Natalia, Victor, Annabel, Jorge, Bere, Octavio y Lili, porque en el mucho o poco tiempo de conocernos hemos compartido muy buenos momentos.

AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la DGAPA, por el financiamiento de esta tesis a través del proyecto IN202503.

A mis asesores, Dr. Andrés Ducoing, Dra. Eugenia Candanosa y Dr. Abel Trujillo, gracias por su tiempo, por su apoyo, por su interés y paciencia para guiarme en la realización de éste trabajo.

A la QBP Arlette Castillo y a la QFB Rosalva Salcedo, que realizaron todo el procesamiento de mis muestras.

A los miembros de mi jurado: Dra. Alicia Soberón Mobarak, Dra. Silvia E. Buntinx Dios, Dra. Guadalupe Ramírez Díaz, Dr. Andrés E. Ducoing Watty y Dra. Yesmín Domínguez Hernández, por sus valiosas sugerencias para hacer de éste, un mejor trabajo.

Al Dr. Adolfo Kunio por proporcionar las fotos incluidas en este trabajo.

CONTENIDO

	Página
INDICE DE FIGURAS.....	VI
INDICE DE CUADROS.....	VIII
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
1. Importancia de la leche de cabra.....	3
2. Importancia de la carne de cabra.....	5
3. Influencia de la alimentación sobre los lípidos.....	6
4. Condición corporal en las cabras.....	7
5. Problemas metabólicos asociados con el metabolismo lipídico.....	9
6. Justificación.....	12
7. Hipótesis.....	12
8. Objetivo general.....	12
9. Objetivos específicos.....	13
MATERIAL Y METODOS.....	14
RESULTADOS.....	18
DISCUSION.....	31
1. Condición corporal.....	31
2. Glucosa.....	31
3. Urea.....	33

4. Colesterol.....	35
5. Acidos grasos libres y β -hidroxibutirato.....	36
6. Proteínas totales.....	37
7. Albúmina.....	38
8. Globulinas.....	39
9. Aspartato amino transferasa.....	40
10. Creatinincinasa.....	41
11. Gamma glutamil transferasa.....	42
12. Glutamato deshidrogenasa.....	43
CONCLUSIONES.....	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXO I.....	52

INDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1.	Cabra de genotipo lechero. Raza Alpina.....	3
2.	Cabra de genotipo cárnico. Raza Boer.....	4
3.	Cabra con cetosis en el Centro de Enseñanza, Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPISA) de la FMVZ, UNAM.....	9
4.	Medias de mínimos cuadrados de la condición corporal (CC) en cabras de genotipo lechero y cárnico a los 10 y 20 días posparto.....	18
5.	Medias de mínimos cuadrados para la glucosa sérica en el preparto (DPre) y en el posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.....	20
6.	Medias de mínimos cuadrados para la urea sérica en el preparto (DPre) y posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.....	20
7.	Medias de mínimos cuadrados para el colesterol sérico en el preparto (DPre) y el posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.....	21
8.	Medias de mínimos cuadrados para el β -hidroxibutirato (BHBA) sérico en el preparto (DPre) y en el posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.....	22
9.	Medias de mínimos cuadrados para los ácidos grasos libres (AGL) séricos en el preparto (DPre) y el posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.....	22
10.	Medias de mínimos cuadrados para las proteínas totales (PT) en el preparto (DPre) y posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.....	23
11.	Medias de mínimos cuadrados para la albúmina en el preparto (DPre) y posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.....	24
12.	Medias de mínimos cuadrados para las globulinas séricas en el preparto (DPre) y posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.....	24
13.	Medias de mínimos cuadrados para la aspartato amino transferasa (AST) sérica en el preparto (DPre) y posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.....	26
14.	Medias de mínimos cuadrados para la creatinincinasa (CK) sérica en el preparto (DPre) y posparto (Dpos) de las cabras lecheras y cárnicas.....	26

15.	Medias de mínimos cuadrados para la gamma glutamil transferasa (GGT) sérica en el parto (DPre) y posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.....	27
16.	Medias de mínimos cuadrados para la glutamato deshidrogenasa (GLDH) sérica en el parto (DPre) y en el posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.....	27
17.	Medias de mínimos cuadrados para la producción total de leche en las cabras lecheras (126 días) y cárnicas (87 días)	29
18.	Porcentaje de prolificidad en las cabras lecheras y cárnicas.....	29

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1.	Medias de mínimos cuadrados para los analitos séricos en cabras lecheras y cárnicas en el periodo del parto y en el posparto.....	19
2.	Medias de mínimos cuadrados para las enzimas séricas en cabras lecheras y cárnicas en el periodo del parto y en el posparto.....	25

RESUMEN

MONTOYA GARDUÑO CAROLINA. Comparación de indicadores de metabolismo lipídico durante el parto en cabras de genotipos lechero y cárnico. (Bajo la dirección de: Dr. Andrés E. Ducoing Watty, Dra. Irma Eugenia Candanosa Aranda y MVZ MPA Abel M. Trujillo García).

El presente estudio se realizó con el propósito de evaluar algunos indicadores productivos y analitos bioquímicos relacionados con el metabolismo lipídico de las cabras de genotipo lechero y cárnico alrededor del parto. El estudio se realizó en un total de 46 cabras de raza Alpina y Boer, distribuidas en dos grupos según su genotipo, 25 de tipo lechero y 21 de tipo cárnico, alimentadas en estabulación durante el parto y en sistema de pastoreo intensivo durante la lactancia. Se consideraron el peso al parto, y a los 10 y 20 días posparto, así como la condición corporal en el posparto. Se realizaron muestreos sanguíneos en tres momentos: 3-7 días previos al parto, 10 y 20 días después del parto. Se determinaron las concentraciones séricas de glucosa, urea, colesterol, proteínas totales (PT), albúmina, globulinas, aspartato amino transferasa (AST), gamma glutamil transferasa (GGT), creatinincinasa (CK), glutamato deshidrogenasa (GLDH), β -hidroxibutirato (BHBA) y ácidos grasos libres (AGL). Las concentraciones séricas de PT, albúmina y CK mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre genotipos. La interacción entre el momento-genotipo para las concentraciones séricas de glucosa, urea, colesterol, BHBA, globulinas y AST resultaron significativas ($P < 0.05$). Las concentraciones de GGT y PT mostraron diferencias entre los momentos de medición ($P < 0.05$). Las concentraciones de AGL y GLDH no mostraron

diferencias significativas ($P > 0.05$). Se concluye que las diferencias en los metabolitos medidos entre cabras de genotipo lechero y cárnico indican diferencias en el metabolismo y producción láctea.

INTRODUCCIÓN

1. Importancia de la leche de cabra

Una de las principales cualidades de las cabras domésticas es su capacidad para producir leche con características y propiedades que la hacen apta para el consumo humano. La cantidad de leche que la cabra puede producir depende de las diferencias genéticas entre las razas y, en gran medida, de los factores ambientales, como la disponibilidad de alimento, las prácticas zootécnicas y los modelos de producción. Debido a las diversas cruzas que en ocasiones se realizan entre ambos genotipos, posteriormente se hace difícil distinguir entre las cualidades cárnicas y de leche en los animales que son utilizados con doble finalidad.¹

Sin embargo la producción de leche varía entre cabras de genotipo lechero y cárnico, siendo mayor la producción que presentan las cabras de la raza Alpina, que las de la raza Boer,² aunque éstas producen leche con mayor cantidad de grasa.^{3,4} En la raza Alpina (Figura 1) la duración de la lactancia es de 209 días con 3.6% de grasa,³ la cual va disminuyendo a lo largo de la lactación.⁵

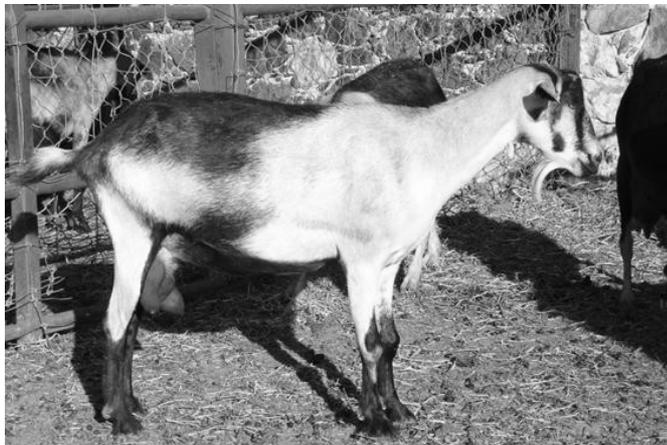


Figura 1. Cabra de genotipo lechero. Raza Alpina.

En la raza Boer (Figura 2), la duración aproximada de la lactación es de 120 días, y la leche tiene en promedio 5.6% de grasa.³ Dentro de este mismo contexto, se ha observado que las cabras dedicadas a la producción de leche muestran un pico de lactación entre las 6 y 8 semanas posparto, en contraste con la raza Boer, que no muestra un pico de lactación,⁴ pero la producción depende en gran medida del número de crías que estén lactando.²



Figura 2. Cabra de genotipo cárnico. Raza Boer.

Por siglos, la leche de cabra y oveja, así como sus derivados, han sido productos importantes en la nutrición humana. Las características nutricionales de la leche de cabra son superiores a las de la leche de vaca en proteína y calcio, entre otros componentes, por lo que podría contribuir a combatir la desnutrición infantil.^{3,6,7} Por otro lado, la leche de cabra tiene una alta proporción de pequeñas partículas de grasa, que facilitan su digestión; de ahí que con frecuencia sea ampliamente recomendada a personas con problemas para digerir la leche de vaca, por padecer de desórdenes gastrointestinales, para niños lactantes y para problemas de hipersensibilidad a las proteínas lácteas de la leche de vaca.^{6,7}

En forma independiente a las propiedades digestivas, merece especial atención la importancia culinaria de la leche de cabra en lugares y países con tradiciones ancestrales. En dichos casos, con el tiempo la leche de cabra adquirió un valor cultural en la producción de quesos para preparación de platillos de alta cocina o *gourmet*, yogurt y leche evaporada, entre otros. En los lugares donde la leche de cabra forma parte de las tradiciones populares, ha sido posible que la actividad de crianza de cabras forme parte importante de la ganadería y contribuya de manera importante a los ingresos del productor y a la economía del sector.⁶

Como se ha visto, es conocido a nivel mundial que la cabra es un animal especializado en la producción de leche, con características similares a otros rumiantes, en cuanto a la fisiología de la digestión y metabolismo;⁸ sin embargo, no es totalmente justificada la extrapolación de la información que se tiene en vacas lecheras a cabras y borregas, porque aunque similares, la anatomía, fisiología, nutrición, metabolismo y patologías de los pequeños rumiantes presentan características diferentes a las de los grandes rumiantes.⁶ Debido a la presencia dominante de la leche y de los subproductos de vaca, se hace difícil para los caprinocultores mantener un lugar competitivo en el mercado, en parte por la falta de información accesible acerca de los requerimientos nutricionales e incidencia de enfermedades en las cabras.⁶

2. Importancia de la carne de cabra

Además de la importancia de la cabra en la producción de leche, actualmente surge como una alternativa el consumo de carne de cabra en diferentes partes del mundo.⁹ Sin embargo, debido a que hay una mala organización en el

mercado,¹⁰ el suministro de la carne de cabra no cubre la posible demanda en algunos países como EUA, Canadá y México.¹¹ Y en la mayoría de los casos, las cabras lecheras son utilizadas como cabras de carne,¹ a pesar de presentar una conformación corporal pobre.⁷ Por este motivo uno de los grupos genéticos caprinos deseables para este tipo de producción es la raza Boer, que ha tenido un fuerte impacto en la industria de carne de cabra, además de ser una raza adaptable a situaciones extremas de ambiente y alimentación y tener un buen rendimiento en canal.⁴

La carne de cabra presenta características nutricionales que la hacen atractiva para el consumo humano, tales como la cantidad de proteína que es similar a la de la carne de vaca, y menos contenido grasa que la de vaca, lo que ha hecho que el interés en su consumo se vea aumentado en varios países en los que las enfermedades vasculares son muy frecuentes.^{9,11,12} Sin embargo, se ha observado que la etapa fisiológica, la edad y el sexo de las cabras afecta la cantidad de grasa en la carne, presentando menos contenido las cabras jóvenes y más las hembras.^{9,11}

3. Influencia de la alimentación sobre los lípidos

Suministrar dietas balanceadas durante las etapas con más demanda de nutrientes, como la gestación y la lactación, evitará problemas relacionados con el metabolismo lipídico en los animales.⁸

Se ha observado que el tipo de dietas que se les suministra a las cabras influye en la concentración sérica de algunos analitos relacionados con el metabolismo lipídico.^{12,13} Por ejemplo, cuando cabras lecheras de la raza Alpina fueron alimentadas con dietas elevadas en concentrado, incrementaron los niveles de

ácidos grasos insaturados en los depósitos grasos.¹² La cantidad y el tipo de grasa en la dieta también influyen en las concentraciones de los lípidos plasmáticos, ya que se ha observado que a mayor cantidad de grasa en la dieta, hay un incremento en la concentración del colesterol sérico.^{12,13} Sin embargo, las concentraciones séricas de colesterol también se ven afectadas por la lactancia, debido al metabolismo tan acelerado que se tiene en esta etapa, lo cual tiene un impacto sobre la concentración de colesterol en la leche.¹³

4. Condición corporal en las cabras

La condición corporal (CC) se define como la relación entre la cantidad de grasa y la cantidad de materia no grasa en el cuerpo de un animal vivo.¹⁴ Su evaluación se realiza mediante un método de calificación subjetivo para estimar las reservas energéticas.^{15,16,17}

Existen diferentes métodos para calificar la CC; entre ellos están la medición de la condición corporal lumbar (CCL), esternal (CCE) y la de la base de la cola, siendo mejores la calificación de la CCL y de la CCE en la predicción de las reservas grasas y de la composición de la canal que para el peso vivo.¹⁴

Morand Fehr *et al.*¹⁸ describieron una escala de medición para la evaluación por medio de palpación de las reservas corporales en la región lumbar de las cabras, desde la segunda hasta la quinta vértebras lumbares, con una escala de 6 grados que va del 0 al 5, en la cual el grado cero es emaciada y cinco es obesa.

La medición de la CC brinda conocimiento acerca del estado corporal de los animales y sus depósitos grasos, lo cual tiene gran importancia, ya que en el inicio de la lactancia, los rumiantes movilizan grandes cantidades de tejido adiposo para mantener la producción de leche.¹⁹ Sin embargo, la CC en las cabras no sólo se ve afectada por la etapa productiva, sino también por la disponibilidad de forraje en sistemas extensivos,²⁰ ya que en épocas de alta precipitación pluvial hay gran disponibilidad de alimento y la CC permanece constante.²¹

Para el caso de las cabras cárnicas, la información existente acerca de los depósitos de grasa es escasa,¹² pero se ha observado que empiezan a presentar pérdidas en la calificación de la CC a partir de la séptima semana posparto.²

En los bovinos lecheros se observa que conforme el animal tiene las condiciones adecuadas para la secreción láctea y para la síntesis de grasa en la glándula mamaria, el tejido adiposo responde disminuyendo la síntesis lipídica, incluso cuando el animal está aún en un balance energético positivo.²² Esto se traduce en la disminución de la CC en las primeras semanas de la lactación,²³ principalmente durante la primera semana posparto, cuando se encuentran en un alto balance energético negativo.¹⁵ Lo anterior indica que se incrementa la movilización del tejido adiposo, que a su vez activa la cetogénesis hepática y, por consecuencia, se alterarán los analitos involucrados en el metabolismo lipídico.²⁴ Después de este mecanismo de compensación, la CC vuelve a la normalidad hacia la mitad y el final de la lactación.²³

5. Problemas metabólicos asociados al metabolismo lipídico

La cetosis es un trastorno del metabolismo lipídico, que se manifiesta por un incremento de los cuerpos cetónicos en los líquidos corporales y que frecuentemente aparece en rumiantes durante el último tercio de la gestación y al inicio de la lactación;⁸ se presenta en animales dedicados a la producción de leche, debido a que se encuentran en un balance energético negativo en esa fase de su lactación (Figura 3).²⁵

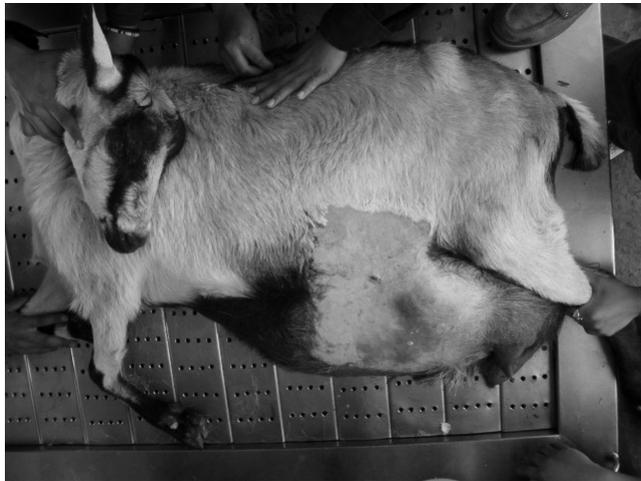


Figura 3. Cabra con cetosis en el Centro de Enseñanza, Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEIPSA) de la FMVZ, UNAM

Durante los primeros meses de lactación, cuando las cabras están en un balance energético negativo o presentan un déficit de energía porque la dieta no cubre sus requerimientos energéticos, se observan altos niveles en suero y en leche de cetonas totales, urea y ácidos grasos libres;^{26,27} estos últimos son los principales precursores de los cuerpos cetónicos.⁸ Estas alteraciones inducen a tener considerables cambios metabólicos, como la cetosis,²⁶ y también coinciden con la disminución de la condición corporal.²⁸

La cetosis en bovinos ocurre al inicio de la lactación y está probablemente asociada a una limitación del apetito y a grandes requerimientos nutricionales de la glándula mamaria para la producción de leche, principalmente de glucosa, aminoácidos y ácidos grasos.² Los cuerpos cetónicos son producidos no sólo por el hígado, sino también por la pared ruminal y por la glándula mamaria funcional en los rumiantes.²⁹ El β -hidroxibutirato es el principal cuerpo cetónico producido por la cetogénesis activa en la pared ruminal.²⁵

Precisamente por las alteraciones observadas en las concentraciones séricas de glucosa, β -hidroxibutirato y urea es que estos metabolitos son empleados para la interpretación del metabolismo lipídico en los rumiantes.³⁰ Tal es el caso de borregas no gestantes sanas, en las que se ha observado una correlación positiva entre β -hidroxibutirato y urea, así como una correlación negativa entre glucosa y urea.³⁰ Lo anterior permite a su vez analizar resultados en animales gestantes con toxemia de la preñez.³⁰

Durante el último tercio de la gestación también es común encontrar alteraciones en el metabolismo lipídico y energético de los rumiantes por los requerimientos del feto, del útero y de la placenta, así como la exigencia de la glándula mamaria para la síntesis de calostro, lo cual empieza a ocurrir antes del parto.^{31,32} Esto induce a que las reservas proteicas se vean disminuidas por el estrés que la gestación causa sobre ellas, lo que provoca una disminución en su concentración sérica,³³ siendo las principales proteínas afectadas la albúmina y las globulinas, ya que son las que forman la mayor parte de las proteínas totales.²⁵ La albúmina se sintetiza en el hígado; por este motivo es que su estudio sirve para evaluar el funcionamiento del mismo,^{25,32} al igual que

las enzimas hepáticas, como la aspartato amino transferasa (AST), que se encuentra en el hepatocito y cuya liberación es consecuencia de la pérdida de la integridad celular y la actividad metabólica de este órgano.^{25,32} Sin embargo, también se encuentra en menor concentración en el músculo esquelético de las cabras y, para entender mejor su función, se evalúa en conjunto con la creatinincinasa (CK), la cual es una enzima específica del músculo cardiaco y esquelético de las cabras.³⁴ Por otro lado, la gamma glutamil transferasa (GGT) es una enzima cuyo incremento se asocia con obstrucción biliar, ya que se encuentra en altas concentraciones en el epitelio biliar de las cabras, pero también se ha relacionado con la síntesis de calostro en vacas, cabras y ovejas, ya que se han observado altas concentraciones de ésta enzima en el calostro.^{25,34} Otra enzima hepática es la glutamato deshidrogenasa (GLDH), la cual tiene utilidad para evaluar necrosis hepática en rumiantes, pero poco se conoce acerca de su actividad en cabras, y los valores de referencia descritos aún son escasos.^{25,34}

En las cabras se han estudiado los niveles normales de algunos de estos analitos séricos, que son los más utilizados para el diagnóstico del metabolismo lipídico y energético, encontrando que existe una gran variabilidad en éstos dependiendo de la edad y del estado fisiológico, sin mencionar el genotipo, ya que los estudios sólo se han realizado en cabras de genotipo lechero.³² Se ha encontrado que el genotipo influye en algunos de los analitos sanguíneos, pues al comparar a la raza Boer y a la raza Lao Shan de genotipo lechero se observó que las concentraciones de glucosa eran mayores en las cabras cárnicas, mientras que para el colesterol y las proteínas totales no se encontraron diferencias entre genotipos.³⁵ En relación con lo anterior, se ha

mencionado que la raza Boer produce mayores cantidades de cortisol que algunas razas lecheras y, por lo tanto, la secreción de enzimas que estimulan la gluconeogénesis están incrementadas y la glucosa se encuentra aumentada a pesar de la glucólisis que pudiera existir.⁴ Aún así, es necesario verificar si las diferencias entre genotipos son el resultado de la adaptabilidad, alimentación o diferentes etapas fisiológicas.³⁵

1. JUSTIFICACIÓN

A la fecha existe escasa información que describa los mecanismos del metabolismo lipídico en cabras de genotipo cárnico, que brinden información para un mejor manejo zootécnico. Es por este motivo, que se evaluó la utilización de las reservas grasas a través del estudio de algunos analitos séricos en el periparto de las cabras lecheras y cárnicas.

2. HIPÓTESIS

Los analitos involucrados en el metabolismo lipídico se modificarán de manera significativa entre las cabras con genotipo lechero y las de genotipo cárnico en el periodo peripartal.

En las cabras lecheras con condición corporal baja se modificará la presencia de analitos relacionados con la utilización de las reservas grasas corporales en mayor proporción que en las cárnicas.

3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar y comparar algunos indicadores productivos y analitos bioquímicos del metabolismo lipídico en caprinos lecheros y cárnicos durante el periparto.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los niveles séricos de analitos relacionados con el balance lipídico durante el periodo peripartal en cabras de genotipo lechero y cárnico.
- Relacionar la condición corporal con la producción láctea y el perfil metabólico lipídico en las cabras cárnicas y lecheras.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Animal en Altiplano (CEIEPAA), en el poblado de la ex Hacienda de Santillán, municipio de Tequisquiapan, Querétaro, localizado a los 20° 36' latitud norte, y los 99° 56' longitud oeste, a una altitud de 1920 msnm, con una temperatura promedio anual de 17.5° C y una precipitación promedio anual de 388.42 mm.³⁶

El sistema de producción es de tipo intensivo, con pastoreo rotacional, en praderas mixtas sembradas con alfalfa (*Medicago sativa*), ryegrass (*Lolium perenne*), pasto orchard (*Dactylis glomerata*) y suplementación con sales minerales.

Se utilizaron 46 cabras seleccionadas aleatoriamente dentro de las razas Alpina y Boer, clínicamente sanas. A cada una de ellas se le realizó un hemograma para comprobar que no estuvieran anémicas ni cursaran con algún proceso inflamatorio, encontrándose todas las cabras incluidas en el estudio dentro de rangos normales. Todas las hembras seleccionadas fueron pluríparas, entre el 2° y 5° parto. Se dividieron en 2 grupos de acuerdo con su genotipo: 25 cabras conformaron el grupo del genotipo lechero y 21 cabras, el genotipo cárnico.

Todas las cabras, tanto las de genotipo lechero como las de cárnico, fueron ordeñadas mecánicamente una vez al día por las mañanas. Se llevó un registro semanal de la producción láctea.

Se llevó un registro del número de crías que tuvieron por hembra, para evaluar la prolificidad entre genotipos.

Las cabras fueron separadas 15 días antes de parir en corrales de 30 cabras. Se les alimentó con dos pacas al día de 25 kg de alfalfa henificada y agua *ad libitum*, y en el posparto tuvieron un consumo de materia seca (CMS) aproximado de 2.7 kg de MS en pradera y 200 g de alimento balanceado, compuesto por los siguientes ingredientes: harinolina, sorgo, melaza, pasta de cártamo, subproductos de trigo, subproductos de soya, subproductos de arroz, carbonato de calcio, sal y nitrógeno no proteico (NNP) 1.0% máximo. El alimento comercial empezó a ofrecerse a razón de 200 g por día y se fue incrementando cada 21 días en un 100%, hasta llegar al máximo de 800 g.

Se realizó el Análisis Químico Proximal (AQP) de la alfalfa henificada en base húmeda (BH): materia seca (MS), 85.12%; humedad, 14.88%; proteína cruda (PC), 14.03%; extracto etéreo (EE), 2.72%; cenizas (Cen), 8.82%; fibra cruda (FC), 23.92%; elemento libre de nitrógeno (ELN), 35.63%; total de nutrientes digestibles (TND), 54.72%; energía digestible (ED), 2412.48 kcal/kg MS; energía metabolizable (EM), 1978.03 kcal/kg MS.

El AQP del alimento concentrado comercial arrojó los siguientes resultados (BH): MS, 88%; humedad, 12%; PC, 18%; EE, 2%; Cen, 14%; FC max, 10%; ELN, 44%; TND, 62.15%; ED, 2740.19 kcal/kg MS; EM, 2246.72 kcal/kg MS.

A cada cabra se le tomó una muestra sanguínea obtenida de la vena yugular en tres momentos fisiológicos: 3-7 días antes del parto, 10 días después del parto y 20 días después del parto, en un tubo al vacío sin anticoagulante. Se esperó la retracción del coágulo aproximadamente por 45 minutos, posteriormente se centrifugó a 1100 g durante 10 minutos.

Se separó el suero y se depositó en viales que se mantuvieron en posición vertical y en congelación a una temperatura de 4°C hasta su estudio.

Las cabras fueron pesadas al momento del parto (pesaje 1), a los 10 días posparto (pesaje 2) y a los 20 días posparto (pesaje 3).

Se les calificó la condición corporal lumbar a los 10 días (CC1) y a los 20 días posparto (CC2), de acuerdo con la técnica descrita por Morand Fehr *et. al.*¹⁸

En el Departamento de Patología, en la sección de Patología Clínica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, se midieron los niveles séricos de glucosa, urea, colesterol (Diagnostic Chemicals Limited, Cat No. 220-32, 275-06, 225-26, Charlottetown, CA), β -hidroxibutirato (BHBA) (Randox Laboratories Ltd, Cat No. RB 1007, Crumlin, UK), ácidos grasos libres (AGL) (Wako Chemicals, Code No. 994-75409F, Neuss, GE) proteínas totales, albúmina (Diagnostic Chemicals Limited, Cat No. 200-55, 200-04, Charlottetown, CA) globulinas, obtenidas de la diferencia de las proteínas totales y la albúmina, aspartato amino transferasa (AST), creatinincinasa (CK), gamma glutamil transferasa (GGT), (Diagnostic Chemical Limited, Cat No. 303-42, 310-46, 307-06, Charlottetown, CA), y glutamato deshidrogenasa (GLDH) (Randox Laboratories, Cat No. GL 441, Crumlin, UK), utilizando un analizador semiautomático (Modelo Roche Cobas Mira, Roche Diagnostic; Basle, Switzerland).

La información obtenida en el presente estudio fue evaluada mediante un análisis de varianza para un modelo completamente aleatorizado para observaciones repetidas.

En el que se incluyó al grupo genético como variable explicativa y a la calificación de la condición corporal, a la producción láctea y a la prolificidad como covariables. También se realizó un análisis de correlación entre los analitos sanguíneos. Los análisis correspondientes se realizaron mediante el uso del paquete estadístico JMP.³⁷

RESULTADOS

En la Figura 4 se observan las medias de mínimos cuadrados de la **condición corporal (CC)** en los dos genotipos. A los 10 días posparto, las cabras lecheras tuvieron una calificación media de la CC de 2.15 y las cárnicas de 2.77. A los 20 días posparto en el genotipo lechero se encontró una medida promedio de la CC de 2.11 y en el cárnico de 2.75, sin encontrarse diferencias significativas entre los dos momentos fisiológicos ($P>0.05$), pero sí entre genotipos ($P<0.0001$), presentando las cabras cárnicas una mayor calificación promedio de la CC. Se encontró que la CC, al ser incluida en el modelo para evaluar su efecto sobre la variación en los analitos sanguíneos, no fue significativa ($P>0.05$), por lo que se excluyó de los análisis realizados posteriormente.

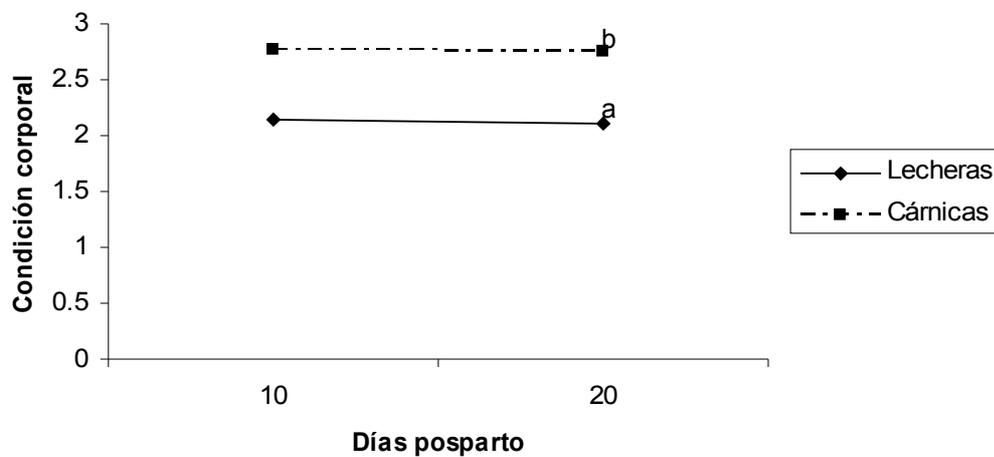


Figura 4. Medias de mínimos cuadrados de la condición corporal (CC) en cabras de genotipo lechero y cárnico a los 10 y 20 días posparto.

^{a, b}- Diferencias entre genotipos ($P<0.05$)

En el Cuadro 1 se muestran las medias de mínimos cuadrados para las concentraciones séricas de glucosa, urea, colesterol, beta-hidroxibutirato (BHBA), ácidos grasos libres (AGL), proteínas totales (PT), albúmina y

globulinas en las cabras de los dos grupos genéticos evaluados. Se observaron interacciones momento-genotipo significativas en diferentes analitos séricos.

Cuadro 1. Medias de mínimos cuadrados para los analitos séricos en cabras lecheras y cárnicas en el periodo del parto y en el posparto.

ANALITO	GENOTIPO	PREPARTO			POSPARTO		Promedios globales	RCME
		3-7 días	10 días	20 días				
Glucosa (mmol/L)	Lechero	2.98 ^f	2.15 ^{gh}	2.92 ^f	2.69	0.70		
	Cárnico	1.88 ^h	2.70 ^{fg}	2.49 ^{fgh}			2.36	
	Promedio	2.47	2.41	2.72			2.53	
Urea (mmol/L)	Lechero	9.30 ^g	9.26 ^g	10.16 ^g	9.57	2.13		
	Cárnico	9.60 ^g	10.61 ^{fg}	12.12 ^f			10.78	
	Promedio	9.44	9.89	11.08			10.14	
Colesterol (mmol/L)	Lechero	1.77 ^{fg}	2.03 ^f	1.87 ^{fg}	1.89	0.44		
	Cárnico	1.87 ^{fg}	1.69 ^{fg}	1.64 ^g			1.74	
	Promedio	1.81	1.87	1.77			1.82	
BHBA (mmol/L)	Lechero	0.35 ^{fg}	0.44 ^{fg}	0.48 ^{fg}	0.42	0.25		
	Cárnico	0.65 ^f	0.43 ^{fg}	0.33 ^g			0.47	
	Promedio	0.48	0.43	0.41			0.47	
AGL (mmol/L)	Lechero	0.51	0.84	0.37	0.57	2.19		
	Cárnico	1.03	0.65	0.62			0.76	
	Promedio	0.75	0.75	0.49			0.67	
PT (g/L)	Lechero	73.64	80.00	81.40	78.34 ^a	6.93		
	Cárnico	68.68	70.81	74.77			71.40 ^b	
	Promedio	71.31 ^d	75.70 ^c	78.29 ^c			75.10	
Albúmina (g/L)	Lechero	30.92	31.32	31.48	31.24 ^a	3.61		
	Cárnico	28.72	28.72	29.54			28.99 ^b	
	Promedio	29.89	30.10	30.57			30.19	
Globulinas (g/L)	Lechero	42.72 ^g	48.68 ^f	50.08 ^f	47.16	7.28		
	Cárnico	39.95 ^g	42.09 ^g	45.22 ^{fg}			42.42	
	Promedio	41.42	45.59	47.80			44.94	

BHBA= β-hidroxibutirato

AGL= Acidos grasos libres

PT= Proteínas totales

RCME= Raíz del Cuadrado Medio del Error

*^{a, b}- Literales diferentes indican diferencias entre genotipos (P<0.05)

**^{c, d, e}- Literales diferentes indican diferencias entre momentos de medición (P<0.05)

***^{f, g, h}- Literales diferentes indican diferencias entre las combinaciones momento de medición-genotipo significativas (P<0.05)

Para el caso de la **glucosa** las menores concentraciones promedio se encontraron en el momento parto en las cabras cárnicas y las mayores, a los 10 y 20 días posparto en las cabras lecheras (P<0.0001) (Figura 5). La **urea**

sérica tuvo la mayor concentración media a los 20 días posparto en las cabras cárnicas ($P=0.0357$) (Figura 6).

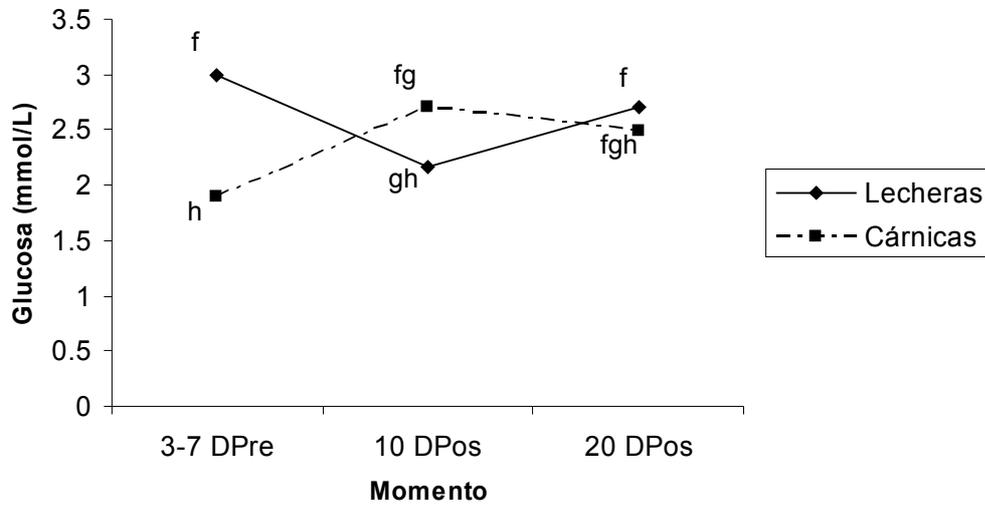


Figura 5. Medias de mínimos cuadrados para la glucosa sérica en el preparto (DPre) y en el posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.
^{***f,g,h}- Literales diferentes indican diferencias entre las combinaciones momento de medición-genotipo significativas ($P<0.05$)

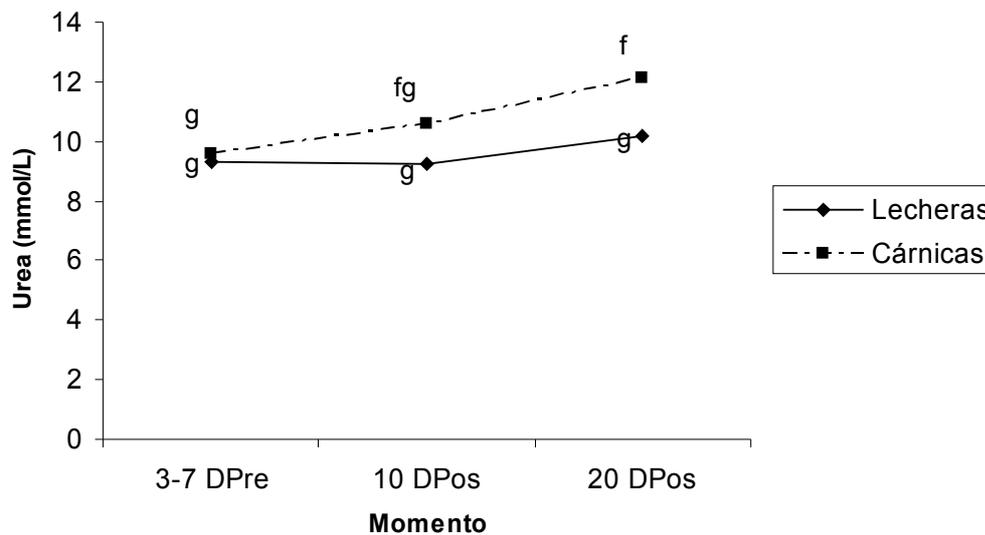


Figura 6. Medias de mínimos cuadrados para la urea sérica en el preparto (DPre) y posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.
^{****f,g,h}- Literales diferentes indican diferencias entre las combinaciones momento de medición-genotipo significativas ($P<0.05$)

Para el **colesterol** se observó la mínima concentración promedio a los 20 días posparto en las cabras cárnicas y la máxima, a los 10 días posparto en las cabras lecheras ($P=0.0072$) (Figura 7).

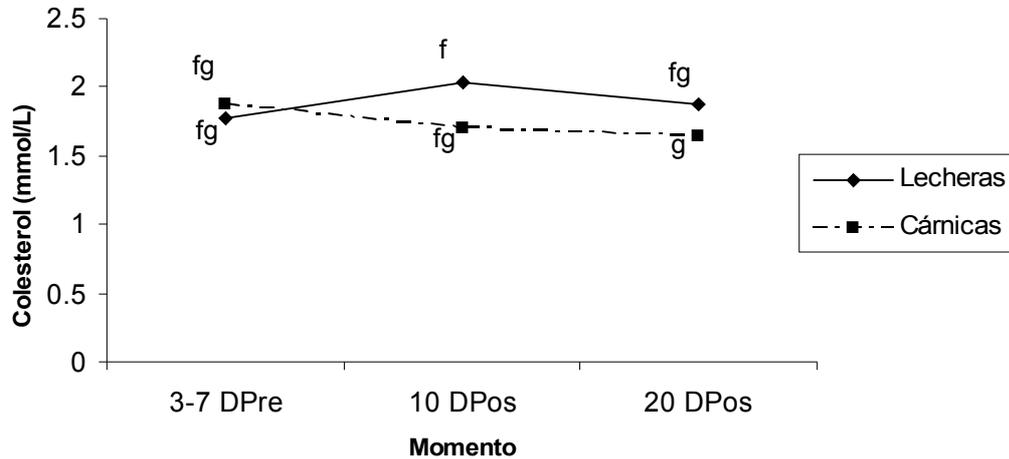


Figura 7. Medias de mínimos cuadrados para el colesterol sérico en el preparto (DPre) y el posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.
***f,g,h- Literales diferentes indican diferencias entre las combinaciones momento de medición-genotipo significativas ($P<0.05$)

Para el **BHBA** se observó que las cabras cárnicas presentaron un aumento en la concentración promedio en el preparto y una disminución a los 20 días posparto ($P=0.0097$) (Figura 8), mientras que para las concentraciones séricas de **AGL** no se observaron efectos significativos en la interacción momento-genotipo ($P>0.05$), pero sí una gran variabilidad en las concentraciones medias (RCME=2.19) (Figura 9).

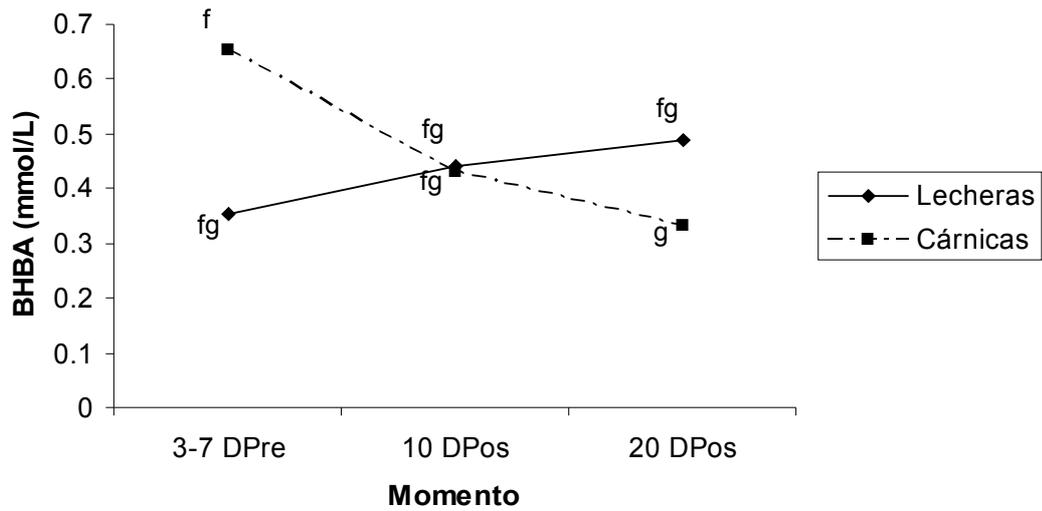


Figura 8. Medias de mínimos cuadrados para el β -hidroxibutirato (BHBA) sérico en el parto (DPre) y en el posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas. ***f,g,h- Literales diferentes indican diferencias entre las combinaciones momento de medición-genotipo significativas ($P < 0.05$)

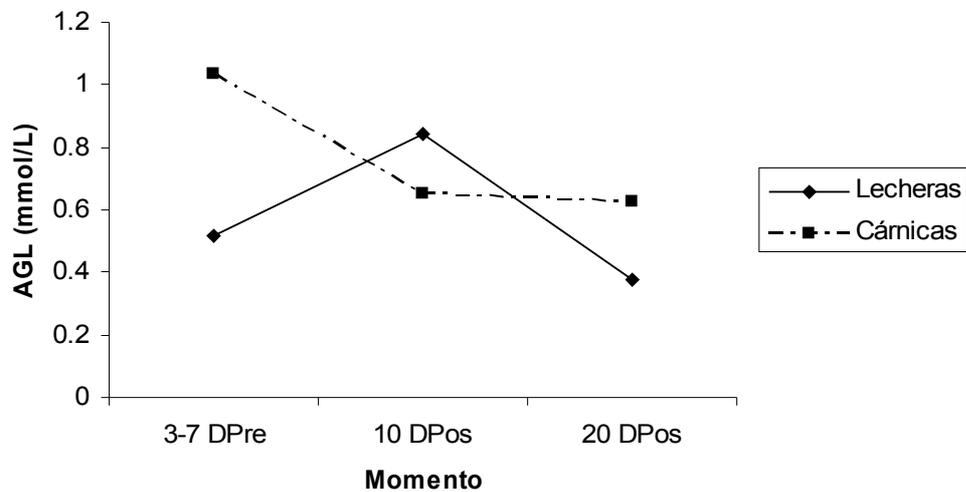


Figura 9. Medias de mínimos cuadrados para los ácidos grasos libres (AGL) séricos en el parto (DPre) y el posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas. *No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$)

Se encontraron diferencias significativas entre genotipos para los promedios de las **PT** séricas ($P=0.0001$) (Figura 10) y la **albúmina** ($P=0.0237$) (Figura 11), presentándose la mayor concentración en las cabras lecheras, para ambos analitos. Asimismo, se observaron diferencias significativas entre los tres momentos fisiológicos para las **PT** ($P<0.05$), notándose que en el parto se encontraron las menores concentraciones medias.

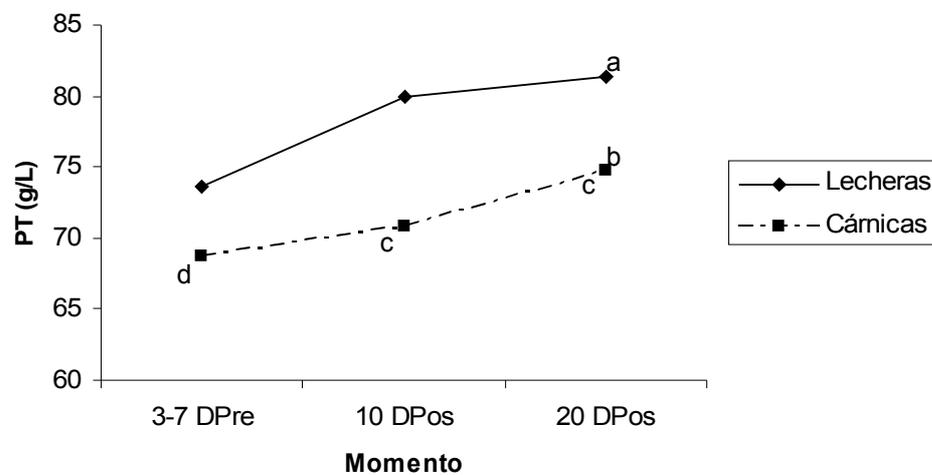


Figura 10. Medias de mínimos cuadrados para las proteínas totales (PT) en el parto (DPre) y posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.

^{a,b} Diferencias entre genotipos ($P<0.05$).

^{c,d,e} Literales diferentes indican diferencias entre momentos de medición ($P<0.05$)

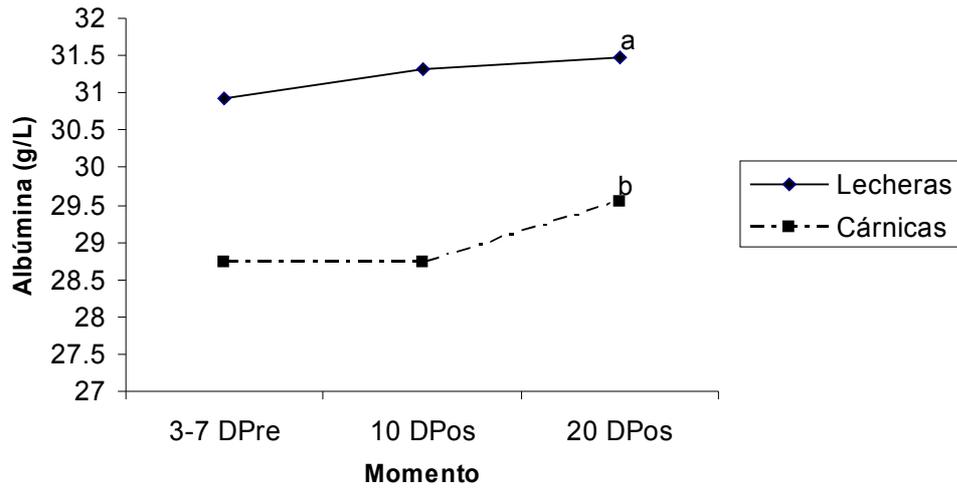


Figura 11. Medias de mínimos cuadrados para la albúmina en el parto (DPre) y posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.
^{a, b}- Diferencias entre genotipos ($P < 0.05$)

Para las **globulinas** séricas la interacción momento-genotipo fue significativa ($P = 0.0478$), con la mayor concentración media a los 10 y 20 días posparto en las cabras lecheras (Figura 12).

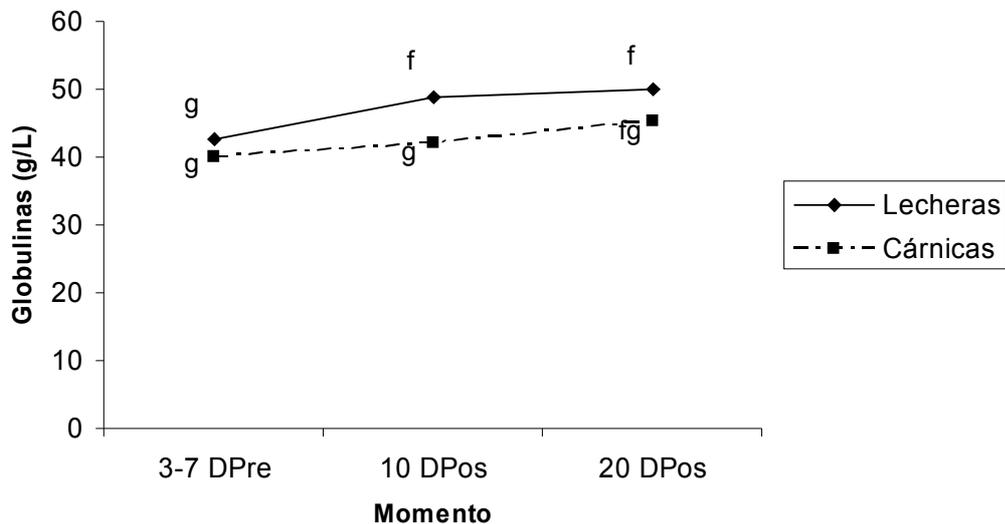


Figura 12. Medias de mínimos cuadrados para las globulinas séricas en el parto (DPre) y posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.
^{***f,g,h}- Literales diferentes indican diferencias entre las combinaciones momento de medición-genotipo significativas ($P < 0.05$)

En el Cuadro 2, se pueden observar las medias de mínimos cuadrados para las concentraciones de las enzimas séricas aspartato amino transferasa (AST), creatinincinasa (CK), gamma glutamil transferasa (GGT) y glutamato deshidrogenasa (GLDH).

Cuadro 2. Medias de mínimos cuadrados para las enzimas séricas en cabras lecheras y cárnicas en el periodo del parto y en el posparto

ANALITO	GENOTIPO	PREPARTO			POSPARTO		Promedios Globales	RCME
		3-7 días	10 días	20 días				
AST (U/L)	Lechero	72.06 ^g	84.16 ^{fg}	76.26 ^{fg}	77.50	27.41		
	Cárnico	87.66 ^{fg}	104.64 ^f	83.71 ^{fg}				
	Promedio	79.00	93.26	79.57			83.94	
CK (U/L)	Lechero	141.60	107.56	143.59	130.91 ^a	305.28		
	Cárnico	197.34	434.94	173.71				
	Promedio	166.37	253.06	156.97			192.14	
GGT (U/L)	Lechero	41.32	48.72	53.60	47.80	11.43		
	Cárnico	45.63	52.68	58.13				
	Promedio	43.34 ^d	50.57 ^c	55.72 ^c			49.87	
GLDH (U/L)	Lechero	4.53	7.78	9.18	7.16	33.47		
	Cárnico	23.80	8.40	9.84				
	Promedio	13.55	8.07	9.49			10.37	

AST= Aspartato amino transferasa

CK= Creatinincinasa

GGT= Gamma glutamil transferasa

GLDH= Glutamato deshidrogenasa

RCME= Raíz del cuadrado medio del error

^{a,b}- Literales diferentes indican diferencias entre genotipos (P<0.05)

^{c,d,e}- Literales diferentes indican diferencias entre momentos de medición (P<0.05)

^{f,g,h}- Literales diferentes indican diferencias entre las combinaciones momento de medición-genotipo significativas (P<0.05)

La interacción momento-genotipo únicamente fue significativa para la **AST** sérica (P=0.0282) con las mayores concentraciones a los 10 días posparto en las cabras cárnicas y las menores en el parto de las lecheras (Figura 13).

Las diferencias entre genotipo lechero y cárnico sólo fueron significativas para la **CK** (P=0.0430), la cual presentó mayor actividad en las cabras cárnicas (Figura 14); mientras que entre momentos no se encontraron diferencias

significativas ($P > 0.05$) para las concentraciones medias de esta enzima, presentando una alta variabilidad ($DE = 305.28$).

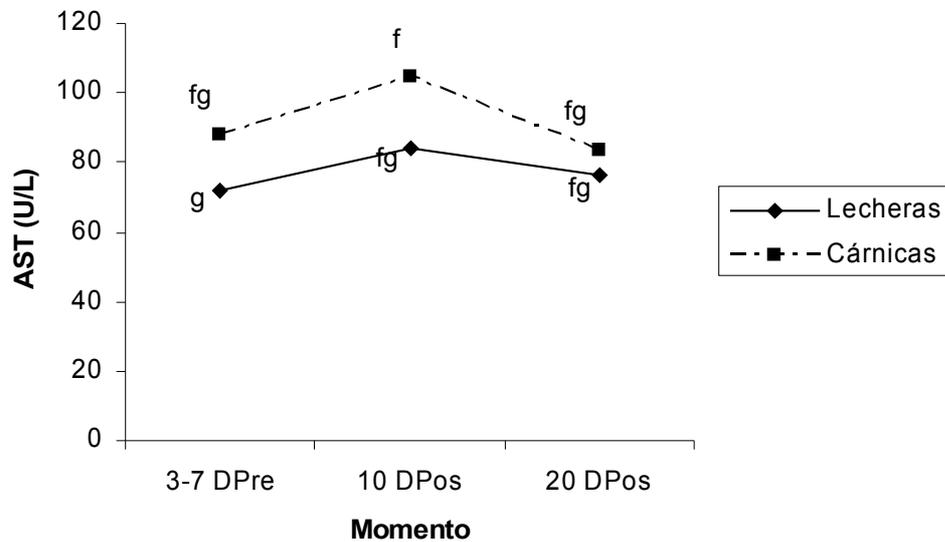


Figura 13. Medias de mínimos cuadrados para la aspartato amino transferasa (AST) sérica en el preparto (DPre) y posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.

^{***f,g,h}- Literales diferentes indican diferencias entre las combinaciones momento de medición-genotipo significativas ($P < 0.05$)

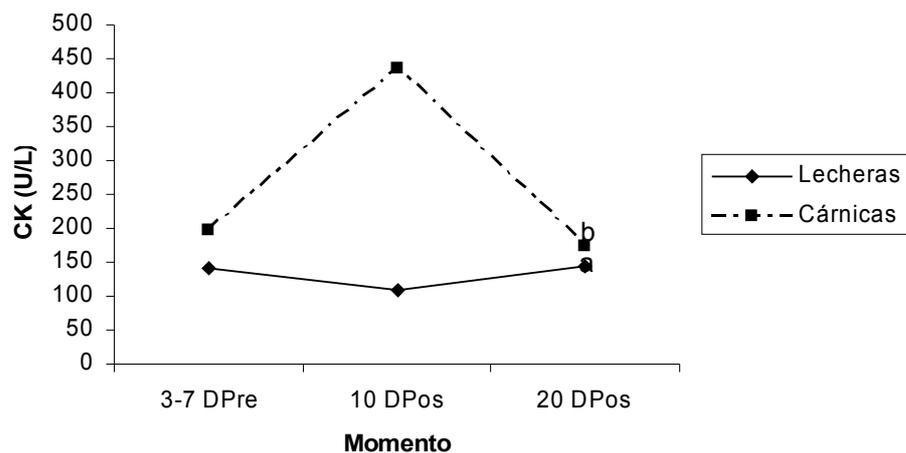


Figura 14. Medias de mínimos cuadrados para la creatinincinasa (CK) sérica en el preparto (DPre) y posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.

^{a, b}- Literales diferentes indican diferencias entre genotipos ($P < 0.05$)

Entre los tres momentos fisiológicos evaluados se encontraron diferencias significativas para la **GGT** ($P < 0.0001$), encontrándose las mayores concentraciones medias en los dos momentos del posparto (Figura 15).

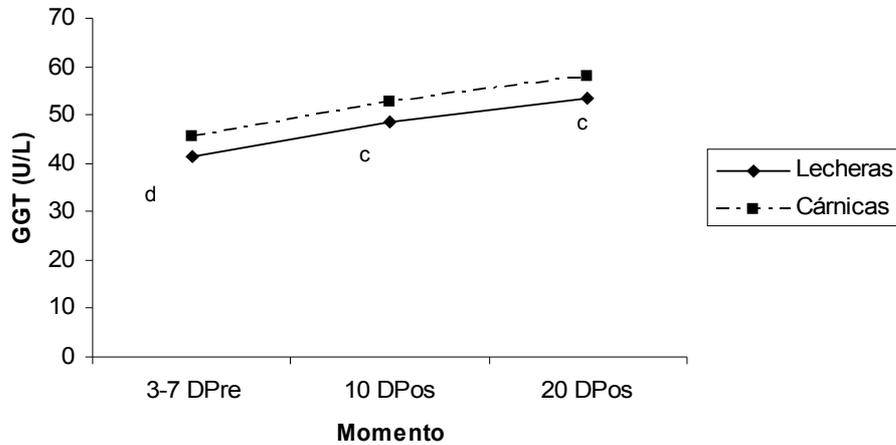


Figura 15. Medias de mínimos cuadrados para la gamma glutamil transferasa (GGT) sérica en el preparto (DPre) y posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.
^{**c,d,e} Literales diferentes indican diferencias entre momentos de medición ($P < 0.05$)

Se encontró que para las concentraciones séricas de la **GLDH** ninguno de los momentos tuvo efectos significativos ($P > 0.05$), pero la variabilidad fue elevada ($RCME = 33.47$) (Figura 16).

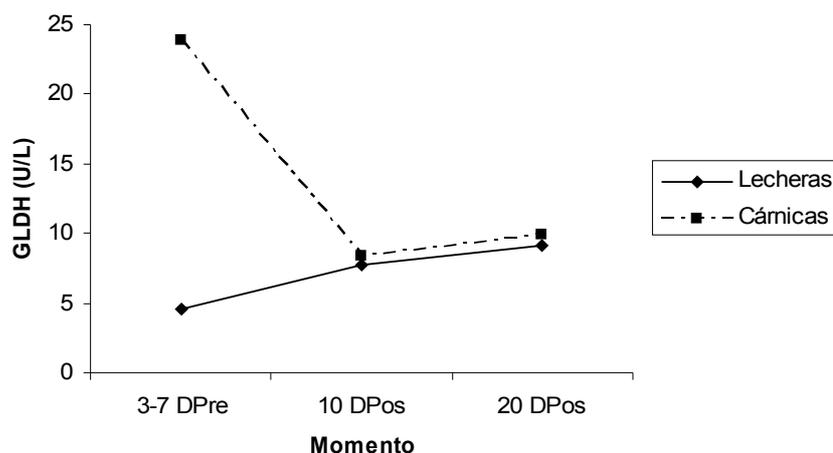


Figura 16. Medias de mínimos cuadrados para la glutamato deshidrogenasa (GLDH) sérica en el preparto (DPre) y en el posparto (DPos) de las cabras lecheras y cárnicas.
^{*}No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$)

En el parto de las cabras cárnicas se encontraron correlaciones positivas significativas entre BHBA y AGL ($r=0.6900$, $P=0.0004$), AGL y AST ($r=0.6602$, $P=0.0008$).

A los 10 días posparto en el grupo de cabras cárnicas se encontraron correlaciones positivas significativas entre CK y AST ($r=0.9594$, $P=0.0000$), así como una correlación negativa entre AGL y urea ($r=-0.5466$, $P=0.0085$). En las cabras lecheras en este mismo momento hubieron correlaciones positivas entre CK y AST ($r=0.5394$, $P=0.0054$) y BHBA y AGL ($r=0.7436$, $P=0.0000$) y una correlación negativa entre AGL y glucosa ($r=-0.4811$, $P=0.0149$).

A los 20 días posparto de las cabras con genotipo cárnico se encontraron correlaciones positivas significativas entre CK y AST ($r=0.6999$, $P=0.0003$), AGL y AST ($r=0.4661$, $P=0.0288$) y BHBA y AST ($r=0.5280$, $P=0.0115$), mientras que las correlaciones negativas significativas fueron entre los AGL y urea ($r=-0.4784$, $P=0.0243$). En el mismo momento fisiológico, en las cabras lecheras se encontraron correlaciones positivas entre albúmina y AST ($r=0.5219$, $P=0.0075$), CK y AST ($r=0.4070$, $P=0.0435$) y BHBA y GGT ($r=0.4735$, $P=0.0168$).

En la Figura 17 se muestran las medias de mínimos cuadrados para la producción total de leche, encontrándose diferencias significativas entre genotipos ($P=0.0443$). Las cabras de genotipo lechero, mostraron una mayor producción, con un total de 267.88 kg durante 125.56 días, mientras que las de cárnico produjeron 63.27 kg durante 87.40 días.

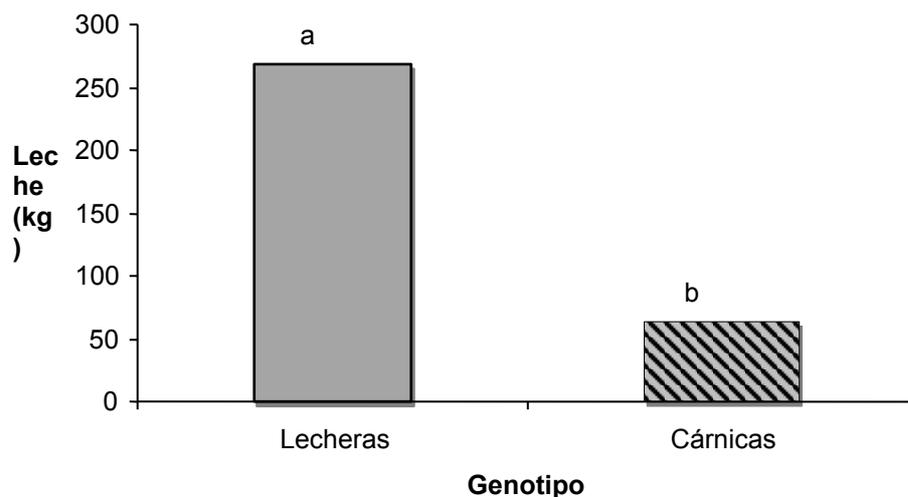


Figura 17. Medias de mínimos cuadrados para la producción total de leche en las cabras lecheras (126 días) y cárnicas (87 días).
^{a, b}- Literales diferentes indican diferencias entre genotipos ($P < 0.05$)

En la Figura 18 se observan los porcentajes de prolificidad de las cabras de genotipo lechero y cárnico, presentándose diferencias significativas entre genotipos ($P = 0.0070$). Las cabras cárnicas fueron más prolíficas que las lecheras, con un mayor porcentaje de partos dobles y triples.

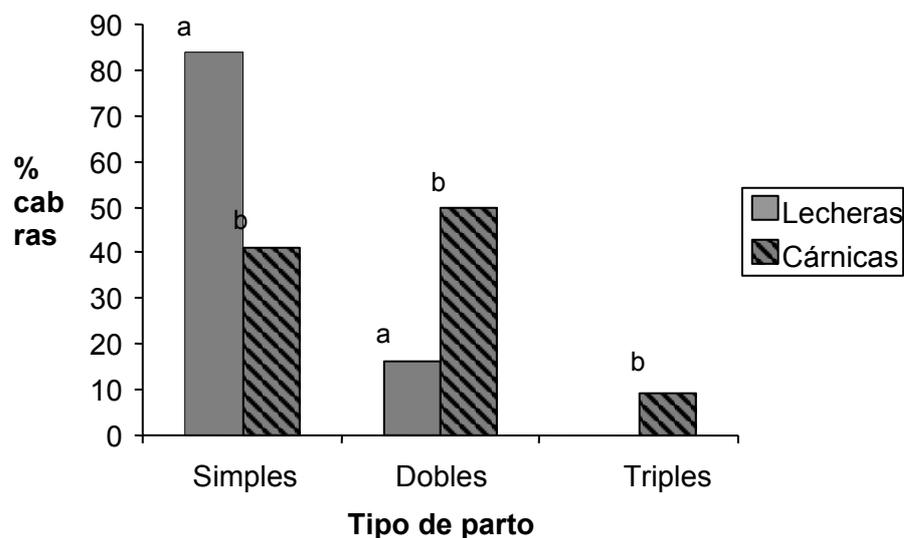


Figura 18. Porcentaje de prolificidad en las cabras lecheras y cárnicas.
^{a, b}- Literales diferentes indican diferencias entre genotipos ($P < 0.05$)

Los resultados de los tres pesajes realizados a las cabras fueron los siguientes:

Cabras de genotipo lechero (rangos): pesaje 1 = 37.7 a 63.0 kg, pesaje 2 = 35.5 a 65.0 kg, pesaje 3 = 35.5 a 73.0 kg

Cabras de genotipo cárnico (rangos): pesaje 1 = 42.0 a 72.0 kg, pesaje 2 = 41.0 a 64.0 kg, pesaje 3 = 42.0 a 65.0 kg.

Esta variable fue únicamente utilizada para la realización del aporte nutricional de las dietas en el preparto y en el posparto de las cabras de los dos genotipos (Anexo I).

DISCUSIÓN

1. Condición corporal (CC)

Las diferencias encontradas entre los genotipos evaluados en el presente estudio coinciden con lo informado por Lu,⁴ quien menciona que las cabras de raza Boer presentan mayor masa muscular por estar especializadas en la producción de carne. Se ha observado que las cabras productoras de leche presentan una condición corporal pobre al compararlas con cabras cárnicas,⁷ lo que coincide con los resultados obtenidos en este estudio. En el presente estudio no se observaron diferencias significativas en la calificación de la CC entre los dos momentos medidos (10 y 20 días posparto) en los animales evaluados, lo que concuerda con lo que informan Sánchez *et al.*,²¹ quienes observaron que la CC se mantiene constante en cabras lecheras cuando hay alimento disponible. Tampoco se observaron pérdidas en la CC, como lo describen Banda *et al.*,² en cabras Boer mantenidas bajo un sistema de producción extensivo.

2. Glucosa

En vacas lecheras se ha observado que se incrementa la concentración sérica de glucosa antes del parto para la secreción láctea,²⁴ ya que la glucosa es indispensable para la formación de lactosa.³² Probablemente, por este motivo es que las cabras de genotipo lechero presentaron mayores concentraciones promedio en el preparto que las obtenidas en el genotipo cárnico. De hecho, en estas últimas se observó un efecto contrario, quizá porque la producción diaria de leche es menor.³ Lu,⁴ informa que las cabras de raza Boer no presentan un pico de lactación. Otra probable razón asociada a la baja concentración de

glucosa sérica en el parto de las cabras cárnicas es que quizá se encontraban en un balance energético negativo, debido a un mayor número de fetos y, por lo tanto, tenían un mayor requerimiento de glucosa.³⁴ Se ha observado que las cabras de raza Boer tienen alta prolificidad, siendo muy comunes los partos gemelares, frecuentemente son triples y en menor porcentaje cuádruples.^{3,4} Sin embargo, Hussain *et al.*³⁸ no encontraron relación entre el número de fetos y la concentración de glucosa en cabras de genotipo lechero. Sandabe *et al.*³⁹ mencionan que hacia el final de la gestación hay una disminución de la glucosa sérica en cabras, pero los hallazgos obtenidos en la etapa del parto únicamente corresponden a la última semana de la gestación, por lo que es difícil aseverar que hubo una disminución constante durante un periodo mayor al estudiado. A pesar de esto, es evidente que en el presente estudio las cabras cárnicas tuvieron concentraciones menores de glucosa en la última semana de la gestación, no mostrando este efecto las de genotipo lechero.

Los hallazgos de este estudio difieren de lo informado por Gangyi *et al.*,³⁵ ya que al comparar a la raza Boer con cabras de genotipo lechero de la raza Lao Shan, estos investigadores encontraron que las primeras tenían mayores concentraciones de glucosa, lo que en este trabajo se observa de manera inversa. Sin embargo, en su estudio no mencionan el estado fisiológico de las cabras, pudiéndose asociar esta diferencia a la adaptabilidad al medio, a la alimentación o al estado fisiológico.

A los 10 días posparto de las cabras lecheras se observó una correlación negativa entre glucosa y AGL, lo que coincide con lo que menciona

Cunningham,³² quien ha asociado la disminución de la glucosa sanguínea con el aumento de la producción láctea e indicado que las cabras se encontraban en un balance energético negativo para cubrir los requerimientos de la glándula mamaria.²⁶ En cabras cárnicas hubo un incremento en el valor promedio de esta variable a los 10 días, probablemente porque la producción láctea no fue tan alta como en las lecheras. Las concentraciones de glucosa encontradas en el posparto del presente estudio fueron menores a las informadas por Amer *et al.*⁴⁰ al día 7 y 21 posparto, en cabras de genotipo lechero, alimentadas con pasto rhodes y concentrado, bajo un sistema de estabulación.

No se encontraron diferencias entre los tres momentos fisiológicos medidos para las concentraciones de glucosa en sangre, entre los dos genotipos resultado que concuerda con lo informado por Chang *et al.*,⁴¹ quienes no hallaron diferencias durante la lactancia en las concentraciones de glucosa en cabras de genotipo lechero, alimentadas con pasto pangola y concentrado comercial, mantenidas en estabulación.

3. Urea

La urea sérica es un producto nitrogenado formado en el hígado proveniente del catabolismo de las proteínas.³²

Se realizó la formulación de las dietas de acuerdo con el CMS aproximado y se obtuvo un promedio de los pesos en el preparto y en el posparto, encontrándose que la cantidad de proteína cruda ofrecida excedió a los requerimientos estimados por el Nacional Research Council (NRC)⁴² en el preparto y la energía ofrecida fue pobre, por lo que no se cubrieron los requerimientos de energía metabolizable (EM). Durante la lactancia se

excedieron tanto los requerimientos de PC como de EM (Anexo I). Se ha mencionado que cuando a los rumiantes se les suministran dietas altas en proteína y con poca energía, la urea sérica se encuentra incrementada, ya que hay un aumento del amoniaco ruminal, y es a partir de éste que se sintetiza la urea en el hígado,^{28,32} lo cual coincide con lo que se observó en este estudio. Del mismo modo, Ríos *et. al.*²⁸ asociaron las altas concentraciones de urea sérica (10.05-16.25 mmol/L) en cabras lecheras gestantes y en lactancia a un alto contenido proteico de la dieta, valores que coinciden con lo encontrado en este trabajo.

Durante la lactación la glándula mamaria tiene altos requerimientos de aminoácidos, entre otros nutrientes.³¹ Cuando la dieta es alta en proteínas se estimula la secreción de insulina y glucagon.³² La insulina promueve el transporte de aminoácidos a los tejidos y el glucagon estimula la gluconeogénesis a través de la desaminación de aminoácidos. El nitrógeno que surge de este proceso formará amoniaco en el hígado y se sintetizará urea.^{28,32}

En las cabras lecheras las concentraciones de urea sérica se mantuvieron constantes, asociadas a una mayor utilización de los aminoácidos por la mayor producción de leche que presentaron, dejando menos nitrógeno para la síntesis de urea. En las cabras cárnicas se obtuvieron las mayores concentraciones a los 20 días posparto, que no fueron diferentes de las de los 10 días, debido, quizá, a que la producción de leche fue significativamente menor que en las cabras lecheras y, por lo tanto, los requerimientos de aminoácidos en la glándula mamaria fueron menores. La correlación negativa entre AGL y urea a los 20 días en las cabras cárnicas probablemente se debió a la acción

inhibitoria que ejerció la insulina (aumentada por la dieta rica en proteína) sobre la enzima lipasa sensible a las hormonas (HSL), que permite la liberación de los ácidos grasos del tejido adiposo.³²

4. Colesterol

Se ha observado en un estudio realizado en cabras lecheras alimentadas con pastura *ad libitum* y concentrado, que las concentraciones de colesterol sérico presentan fluctuaciones al inicio de la lactación debido al metabolismo tan acelerado que se tiene en el posparto para obtener los nutrientes necesarios para la síntesis de leche, ya que a mayor concentración de colesterol sérico hay mayor concentración de colesterol en la leche.⁴⁰ Sin embargo, se ha observado que la concentración de colesterol sérico está relacionada con la cantidad y el tipo de grasa de la dieta,¹³ así como con la energía de la misma,^{27,28} y no tanto con el tiempo y la etapa fisiológica en que se encuentran las cabras.⁴⁰

En un estudio realizado por Gangyi *et. al.*,³⁵ se compararon las concentraciones de colesterol sérico en cabras lecheras de la raza Lao Shan contra los valores en cabras cárnicas de la raza Boer, no encontrando diferencias entre genotipos, lo cual difiere a los resultados obtenidos en este estudio, en donde se observaron diferencias importantes entre las cabras lecheras y cárnicas. Las lecheras presentaron mayor concentración de colesterol a los 10 días posparto, lo cual tendrá un impacto en la cantidad de grasa en la leche. Por otro lado, en las cabras cárnicas evaluadas se observó la menor concentración a los 20 días posparto, debido probablemente a la ausencia de un pico de lactación.⁴ Dichos

autores no mencionan la alimentación de las cabras, por lo que las diferencias encontradas entre estudios podrían estar asociadas a este factor.

5. **Acidos grasos libres (AGL) y β -Hidroxibutirato (BHBA)**

Los ácidos grasos son movilizados del tejido adiposo en forma de ácidos grasos libres hacia la sangre, para ser extraídos por el hígado.³² Khaled *et. al.*²⁶ mencionan que en cabras de genotipo lechero el aumento en los AGL es un indicador de déficit de energía, ya que ellos son la principal fuente de los cuerpos cetónicos cuando no se cubren los requerimientos con la dieta;³⁹ sin embargo, en el presente estudio no se observaron cambios en las concentraciones de AGL entre los tres momentos evaluados, pero sí una elevada variabilidad. Sin embargo, los AGL se asociaron con algunos otros analitos, correlaciones que se explican en el metabolito correspondiente.

Los cuerpos cetónicos surgen como sustitutos de la glucosa para cubrir los requerimientos energéticos de algunas células cuando ésta se encuentra disminuida.^{28,32} Las correlaciones positivas que se encontraron entre el BHBA y las enzimas hepáticas indicaron un incremento en la actividad del hígado, por la producción de cuerpos cetónicos.

Se observó una elevada concentración de BHBA en el parto de las cabras cárnicas, pero en los rangos normales descritos en vacas (<0.09).⁴³ Esto pudo deberse a que las cabras Boer tuvieron una mayor demanda por parte de los fetos, ya que fueron más prolíficas que las cabras de raza Alpina.^{3,4} Por lo tanto, tuvieron mayores requerimientos de glucosa, se estimuló la gluconeogénesis en el hígado, hubo movilización de grasa y aumentaron los AGL,^{28,38,39} que mostraron una correlación positiva con el BHBA, pues los AGL

son precursores de los cuerpos cetónicos, siendo el BHBA el principal cuerpo cetónico sanguíneo.²⁵ En las cabras lecheras se encontraron menores concentraciones de BHBA en el parto, quizá, debido a que en este genotipo la mayoría de los partos fueron simples y por lo tanto, los requerimientos de glucosa del feto fueron menores.

En el posparto de este estudio, se observó que las concentraciones de BHBA fueron similares entre los genotipos lechero y cárnico. Sin embargo, se encontró una correlación positiva en las cabras lecheras a los 10 días posparto entre BHBA y AGL, lo cual está indicando actividad en la movilización de grasa, ya que en esta etapa hay una gran exigencia de la glándula mamaria para obtener nutrientes, principalmente glucosa para la síntesis de lactosa, y hay un gran gasto de energía.³²

6. Proteínas Totales (PT)

En este estudio se encontraron menores concentraciones de PT séricas en las cabras de genotipo cárnico, asociado probablemente a una mayor demanda de PT por el mayor número de fetos.^{3,4} Sin embargo, Gangyi *et al.*³⁵ mencionan que no encontraron diferencias entre genotipo lechero y cárnico para las concentraciones de PT, lo cual difiere con los resultados obtenidos en el presente estudio.

Hacia el final de la gestación se ha observado una disminución de las proteínas totales séricas por el estrés que representa la gestación sobre las reservas proteicas y por el aumento de la actividad adrenal, que provoca una disminución en su concentración.²⁵ En borregas se ha observado este mismo efecto asociado a los grandes requerimientos de la placenta y del feto, junto

con la demanda de la glándula mamaria para la secreción de calostro.⁴⁴ Los hallazgos encontrados en el presente estudio en el parto coinciden con lo que se describe en cabras lecheras en el último tercio de la gestación,³³ en borregas gestantes⁴⁴ y en vacas.²⁵ Todos estos autores informan que hubo menores concentraciones de PT séricas hacia el final de la gestación. Por otro lado, los resultados de este estudio difieren de lo informado por Sandabe *et al.*³⁹ en cabras lecheras, alimentadas con concentrado y heno, en cuyo estudio no encontraron diferencias entre gestantes y no gestantes.

Se ha observado que el incremento de las proteínas totales séricas es proporcional al estadio de la lactación como resultado de la síntesis proteica en la leche,^{33,45} ya que la lactación impone un gran estrés sobre las reservas proteicas y su metabolismo.²⁵ Esto coincide con lo que se encontró en el periodo posparto del presente estudio, en el que las proteínas totales tuvieron un incremento gradual.

7. Albúmina

La albúmina es la más abundante de las proteínas totales séricas y constituye del 35-50% del total de las mismas.²⁵ Cualquier aumento o disminución en las PT se ve reflejado en la concentración de la albúmina.⁴³ Por este motivo, es necesario recordar que las concentraciones de las PT séricas fueron menores en las cabras de genotipo cárnico y mayores en el lechero, mostrando este mismo comportamiento la albúmina.

Kaneko *et al.*²⁵ mencionan que en las vacas durante la gestación hay una disminución de la albúmina y en la lactancia hay un aumento. Del mismo modo, en borregas gestantes se ha observado una disminución drástica hacia el final

de la gestación.⁴⁴ Tales resultados no coinciden con los obtenidos en el presente estudio, ya que la albúmina sérica no mostró variaciones en los tres momentos evaluados en las cabras participantes en este estudio. Sin embargo, los valores en las cabras estudiadas estuvieron dentro de los rangos descritos por Kaneko *et. al.*²⁵ para las tres etapas analizadas, lo cual está indicando que las cabras tenían un buen aporte de proteína, tanto en el parto como en el posparto.³³

8. Globulinas

Las globulinas forman una fracción importante de las PT séricas. Las diferencias ya mencionadas entre genotipos en la concentración sérica de las PT también se observaron en las globulinas.²⁵ Hacia el final de la gestación hay una disminución de las globulinas séricas, debido a que las inmunoglobulinas dejan el plasma cuando el calostro empieza a ser sintetizado en la glándula mamaria,^{25,44} lo cual coincide con los resultados obtenidos en el parto en las cabras lecheras de este estudio, pero no en las cárnicas.

En el posparto hubo un incremento en el genotipo lechero al aumentar la producción de leche, pero no en el cárnico, ya que la concentración de las globulinas es mayor en cabras altas productoras que en bajas.³³

El incremento de las globulinas en el posparto de este estudio estuvo asociado al estadio de la lactación, ya que se realizaron hemogramas a las cabras y no reflejaron infección⁴³ ni una respuesta inflamatoria.²⁵ Se ha observado que las globulinas incrementan en el primer mes de lactación por un incremento en la síntesis y la movilización de proteínas para la secreción láctea.³³

9. Aspartato Amino Transferasa (AST)

El hígado es un órgano importante en el metabolismo de lípidos, carbohidratos y proteínas, por lo que la producción de éstos depende de su buen funcionamiento.³² La AST es una enzima que se encuentra en la mitocondria del hepatocito, y su liberación es consecuencia de la pérdida de la integridad celular y la actividad metabólica de este órgano.²⁵

En ganado de carne se ha observado que la actividad de la AST incrementa como una consecuencia de la gluconeogénesis,⁴⁶ que promueve la movilización de grasa al hígado y, consecuentemente, hay un incremento de los AGL, que se traduce en mayor actividad hepática.³² Esto concuerda con los resultados observados a los 10 días posparto en las cabras cárnicas en este estudio, pues se encontraron altas concentraciones de AST, además de una correlación positiva entre AGL y AST, como resultado de este proceso.⁴⁶ Sin embargo, también se encontró una correlación positiva entre AST y CK en el grupo de las cabras cárnicas, lo cual indicó que posiblemente el incremento en la AST también se debió a un aumento en la actividad muscular, ya que se ha observado que la AST además de encontrarse en el hígado también se encuentra en menor concentración en el músculo esquelético de las cabras.³⁴ Kampl *et. al.*⁴⁶ observaron en vacas de carne que el incremento de la AST era gradual en proporción al aumento de la producción láctea, lo cual no coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio en las cabras cárnicas, probablemente porque no existe un pico de lactación.⁴

En las cabras lecheras se observó un incremento en el valor promedio de AST a los 10 días posparto, lo que coincide con lo obtenido por Kampl *et. al.*⁴⁶ en

vacas lecheras, quienes mencionan que el aumento se asocia a una respuesta de adaptación al déficit de energía en los primeros días de lactación, del mismo modo que en las cárnicas, se observó una correlación positiva entre AST y CK en las cabras lecheras, lo que probablemente se debió a una mayor actividad muscular por la demanda de aminoácidos en la glándula mamaria.³²

En el estudio realizado por Sandabe *et al.*³⁹ se menciona que el hígado no muestra un aumento en la actividad durante la gestación, ya que no encontraron diferencias en la actividad de la AST entre cabras de genotipo lechero gestantes y no gestantes. Lo observado en el presente estudio no concuerda con lo que describen dichos autores, ya que la concentración de la AST sérica fue mayor en el posparto en la raza Alpina. Además, se ha observado que en cabras lecheras existe una alta relación entre la AST sérica y el contenido de lactosa en la leche.²⁶ Relacionado con esto, Mbassa y Poulsen,⁴⁷ mencionan que en cabras lecheras de la raza Danish Landrace la AST incrementó a las 2 semanas posparto y disminuyó durante la lactación, lo cual concuerda con lo encontrado en este estudio en las cabras de ambos genotipos, ya que ese aumento se observó a los 10 días posparto, seguido de una disminución a los 20 días posparto. Por lo tanto, estos cambios también se asocian con la demanda de la glándula mamaria para obtener lactosa en las primeras etapas de la lactación.

10. Creatinincinasa (CK)

La CK es una enzima específica de músculo, que se encuentra principalmente en el músculo esquelético y cardíaco de las cabras más que en otro tejido,³⁴ y tiene la función de crear ATP para la contracción.²⁵

Las cabras de genotipo cárnico presentaron mayores concentraciones séricas de CK. Se ha observado que las concentraciones de la CK incrementan a consecuencia del estrés, debido a que el cortisol está relacionado con el desdoblamiento de proteínas musculares y movilización de aminoácidos al hígado para obtener glucosa.³² Existen dos posibles explicaciones para estas diferencias entre los dos genotipos. Una de ellas es que debido a que las cabras Boer fueron más prolíficas, también tuvieron mayor demanda de glucosa y hubo mayor movilización de aminoácidos del músculo para la gluconeogénesis en el hígado. La segunda es que es posible que la ordeña mecánica haya causado mayor estrés en las cabras cárnicas, ya que nunca habían sido ordeñadas y no estaban habituadas a este tipo de manejo.

Smith y Sherman³⁴ informan que no encontraron diferencias en las concentraciones de CK en cabras a las dos semanas preparto y tres y cuatro semanas posparto. Lo anterior coincide con los resultados del presente estudio, en donde no se encontraron diferencias entre los tres momentos. Sin embargo, la CK fue uno de los analitos que mayor variabilidad presentó, y es probablemente por eso que no apreciaran diferencias entre los tres momentos.

11. Gamma glutamil transferasa (GGT)

En yeguas, se ha informado que la actividad de la GGT disminuyó a su mínimo valor hacia el final de la gestación,⁴⁸ lo cual coincide con los hallazgos encontrados en este estudio en el preparto de las cabras cárnicas y lecheras. Dicha baja actividad se asocia a que en cabras, vacas y ovejas, el calostro tiene grandes cantidades de GGT²⁵ y es antes del parto cuando comienza su síntesis en la glándula mamaria.³² A los 10 y 20 días posparto se observó un incremento, ya que el calostro ha dejado de ser sintetizado y empieza la

secreción láctea.³² Esto concuerda con lo informado en vacas al inicio de la lactación, momento en el cual se observa una mayor actividad de la enzima,⁴⁹ así como en yeguas.⁴⁸

12. Glutamato deshidrogenasa (GLDH)

La GLDH es una enzima utilizada para evaluar necrosis hepática en ovejas, cabras y vacas;²⁵ sin embargo, existen pocos estudios acerca de ella.

A pesar de que su actividad no fue significativa en la interacción momento-genotipo, posiblemente por la elevada variabilidad que presentó, su valor más alto en el genotipo cárnico se encontró en el parto. Se ha informado en rumiantes que al momento del parto hay un aumento de esta enzima.²⁵ Los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo muestran que hubo una mayor actividad enzimática que la descrita en cabras por Kaneko *et. al.*²⁵ y Smith y Sherman.³⁴ Sin embargo, por el poco conocimiento que existe sobre esta enzima en cabras, es difícil saber cuáles son los valores normales, lo cual sugiere que hay que realizar mayores estudios para entender mejor su función.

CONCLUSIONES

- Hubo diferencias entre las cabras de genotipo lechero y cárnico en cuanto a condición corporal, producción de leche y prolificidad.
- Hubo diferencias entre genotipos en las concentraciones séricas de la albúmina y la creatinincinasa. Los valores de referencia de las cabras de genotipo lechero posiblemente no sean de utilidad para analizar estos analitos en caprinos de genotipo cárnico.
- Las concentraciones séricas de glucosa, urea, colesterol, β -hidroxibutirato, proteínas totales, globulinas y aspartato amino transferasa, dependieron tanto del genotipo como de la etapa fisiológica.
- Las concentraciones séricas de la gamma glutamil transferasa, estuvieron influidas la etapa fisiológica.
- Las concentraciones séricas de los ácidos grasos libres mostraron una gran variabilidad y no están influidas por el genotipo ni por la etapa fisiológica
- El genotipo y la etapa fisiológica no guardaron relación con las concentraciones séricas de la enzima glutamato deshidrogenasa.
- Debido a las diferencias entre caprinos de genotipo lechero y cárnico, es importante realizar nuevos estudios dirigidos a las cabras cárnicas en gestación y lactación para definir los rangos normales de estos analitos sanguíneos.

REFERENCIAS

1. Agraz A. Caprinotecnia II. 1ª ed. México: Ed. Limusa, 1989.
2. Banda JW, Steinbach J, Zervas HP. Composition and yield of milk from non-dairy goats and sheep in Malawi. First Biennial Conference of the African Small Ruminant Research Network; 1992 diciembre 10-14; Nairobi (Kenia) Africa. Africa: Small Ruminant Research and development in Africa. 1992: 461-483
3. Devendra C. Producción de cabras y ovejas en los trópicos. 1º ed. México: Ed. El manual moderno, 1986
4. Lu DC. Boer Goat Production: Progress and Perspective. Proceedings of the 2001 Conference on Boer Goats in China; 2001; Beijing (China). International Goat Association. 2001: 9-17
5. Gomes V, Libera D, Madureira KM, Pereira de AW. Influence of lactation stage on goat (*Capra hircus*) milk composition. Braz J vet Res anim Sci. 2004; 41:339-342.
6. Haenlein GFW. Past, present, and future perspectives of small ruminant dairy research. J Dairy Sci. 2001; 84:2097-2115
7. Agricultural and Food Research Council. The Nutrition of Goats. Wallingford (UK): CAB International, 1998
8. Church CD. El Rumiante: Fisiología digestiva y nutrición. 1a ed. Zaragoza: Ed. Acribia, 1993
9. Johnson DD, Eastridge JS, Neubauer DR, McGowan CH. Effect of sex class on nutrient content of meat from young goat. J Anim Sci. 1995; 73:296-301.

10. Sahlu T. The american goat situation. 7th International Conference on Goats. 2000 mayo 15-21; Francia. Francia: International Goat Association. 2000: 894-896
11. Glimp HA. Meat goat production and marketing. J Anim Sci. 1995; 73:291-295.
12. Banskalieva V, Sahlu T, Goetsch AL. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. Small Rum Res. 2000; 37:255-268.
13. Beynen AC, Schonewille JTh, Terpstra AHM. Influence of amount and type of dietary fat on plasma cholesterol concentrations in goats. Small Rum Res. 2000; 35:141-147.
14. Delfa R, González C, Teixeira A, Gosalvez LF, Tor M. Relationships between body fat depots, carcass composition, live weight and body condition scores in blanca celtibérica goats. Seminar of the working group on body condition of sheep and goats of the FAO/CIHEAM network on sheep and goats; 1994 marzo 24-31; Zaragoza (España). Zaragoza: CIHEAM-IAMZ. 1995: 109-119
15. Ruegg PL, Milton RL. Body condition scores of Holstein cows on Prince Edward Island, Canada: Relationships with yield, reproductive performance, and disease. J Dairy Sci. 1995; 78:552-564.
16. Paz HS, Candanosa AE, Ducoing WA, Gutiérrez MJ. Utilización de la condición corporal y medición del diámetro y número de adipocitos para determinar las reservas grasas y su distribución en la canal de cabras de genotipo cárnico. Memorias del XV Congreso de Patología Veterinaria; 2006 junio 21-23; Zacatecas (Zacatecas) México. México (DF): Sociedad Mexicana de Patólogos Veterinarios, 2006: 38-43

17. Salamanca VE, Candanosa AE, Ducoing WA, Gutiérrez MJ. Utilización de la condición corporal y medición del diámetro y número de adipocitos para determinar las reservas grasas y la composición de la canal de cabras de genotipo lechero. Memorias del XV Congreso de Patología Veterinaria; 2006 junio 21-23; Zacatecas (Zacatecas) México. México (DF): Sociedad Mexicana de Patólogos Veterinarios, 2006: 44-49
18. Morand Fehr P, Hervieu J. Body condition scoring of goats: use and method. *Chevre*. 1999; 231:26-33.
19. Dunshea FR, Well AW. Relations between plasma non-esterified fatty acid metabolism and body fat mobilization in primiparous lactating goats. *British J of Nutrition*. 1989; 62:51-61
20. Vacca GM, Cancagiu V, Dettori ML, Bini PP. Relationship between body condition score, milk yield and milk composition of Sarda goat. *J Anim Feed Sci*. 2004; 13(Pt 1):705-708.
21. Sánchez C, García M, Alvarez M. Efecto de la suplementación alimenticia sobre el comportamiento productivo de cabras al post-parto en la microregión Río Tocuyo, Estado Lara. *Zootecnia Tropical* 2003; 21:43-55
22. McNamara JP, Hillers JK. Regulation of bovine adipose tissue metabolism during lactation. 1. Lipid synthesis in response to increased milk production and decreased energy intake. *J Dairy Sci*. 1986; 69:3032-3041.
23. Waltner SS, McNamara JP, Hillers JK. Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle. *J Dairy Sci*. 1993; 76:3410-3419.

24. Baird GD. Primary ketosis in the high-producing dairy cow: Clinical and subclinical disorders, treatment, prevention, and outlook. *J Dairy Sci.* 1982; 65:1-10.
25. Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML. *Clinical biochemistry of domestic animals.* 5a ed. USA: Academic Press, 1997
26. Khaled NF, Illek J, Gajdusek S. Interactions between nutrition, blood metabolic profile and milk composition in dairy goats. *Acta Vet Brno.* 1999; 68:253-258.
27. Yeom H, Schonewille JTh, Beynen AC. Fatty acid composition of plasma lipids and erythrocytes in adult goats in positive energy balance fed diets containing either olive or corn oil. *Small Rum Res.* 2005; 58:25-32.
28. Ríos C, Marín MP, Catafau M, Wittwe F. Concentraciones sanguíneas de β -hidroxibutirato, NEFA, colesterol y urea en cabras lecheras de tres rebaños con sistemas intensivos de producción y su relación con el balance nutricional. *Arch Med Vet.* 2006; 38:19-23
29. Sato H, Kurosawa T, Oikawa S. Acetic acid and 3-hydroxybutyric acid levels in cerebrospinal fluid of cattle. *Animal Sci J.* 2002; 73:137-141
30. Ramin AG, Asri S, Majdani R. Correlations among serum glucose, beta-hydroxybutyrate and urea concentrations in non-pregnant ewes. *Small Rum Res.* 2005; 57:265-269.
31. Bell AW. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J Anim Sci.* 1995; 73(9): 2804-2819
32. Cunningham JG. *Fisiología veterinaria.* 2a ed. México: Mc Graw-Hill Interamericana. 1999

33. Mbassa GK, Poulsen JSD. 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. Comp Biochem Physiol. 1991; 100B (2): 423-431
34. Smith MC, Sherman DM. Goat medicine. 1a ed. USA: Lea & Febiger, 1994
35. Gangyi X, Hongping Z, Huaqiang H, Guoqing L, Xiaodi Z. Determination of physiological and biochemical values in the blood of boer goats. Proceedings of the 2001 Conference on Boer Goats in China; 2001; Beijing (China). International Goat Association. 2001: 281-282. 2001: 281-282
36. García E. Modificación al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1988.
37. Versión 5.1 (Statistical Analysis Sistem Institute, Inc, 1993, 2003)
38. Hussain Q, Havrevoll Q, Eik LO, Ropstad E. Effects of energy intake on plasma glucose, non-esterified fatty acids and acetoacetate concentration in pregnant goats. Small Rum Res. 1996; 21:89-96.
39. Sandabe UK, Mustapha AR, Sambo EY. Effect of pregnancy on some biochemical parameters in Sahel goats in semi-arid zones. Vet Res Comm. 2004; 28:279-285
40. Amer HA, Salem HAH, Al-Hozab AA. Biochemical changes in serum and milk constituents during postpartum period in Saudi Ardy goats. Small Rum Res. 1999; 34:167-173.

41. Chang CJ, Chen CF, Wu CP. Changes in apparent mammary uptake of blood metabolites during involution in dairy goats. *Small Rum Res.* 1996; 24: 49-54.
42. National Research Council. Nutrient Requirements of goats: Angora, Dairy and Meat goats in temperate and tropical countries. Washington DC: National Academy Press, 1981.
43. Kolver ES, Macmillan KL. Variation in selected blood plasma constituents during the post-partum and breeding periods in dairy cows. *NZ Vet J.* 1994; 42:161-166.
44. Batavani RA, Ansari MH, Asri S. Concentrations of serum total protein and protein fractions during diestrus and pregnancy in Makuii ewes. *Comp Clin Pathol.* 2006; 15:227-230
45. Krajnicakova M, Kovac G, Kostecky M, Valocky I, Maracek I, Sutiakova I, *et al.* Selected clinico-biochemical parameters in the puerperal period of goats. *Bull Vet Inst Pulawy.* 2003; 47:177-182
46. Kampl B, martincic T, Alegro A, Catinelli M, Mirjana S. Profiles of selected blood biochemical parameters in dairy cows and their influence on milk production and reproductive efficiency-II Activity of transaminases (AST and ALT) and calcium and inorganic phosphorus levels in blood. *Vet Arhiv.* 1991; 61(Pt 4):197-206.
47. Mbassa GK, Poulsen JSD. Influence of pregnancy, lactation and environment on some clinical chemical reference values in danish landrace dairy goats (*capra hircus*) of different parity-I. Electrolytes and enzymes. *Comp Biochem Physiol.* 1991; 100B (2): 413-422

48. Milinkovic-Tur S, Vedrana Peric, Stojevic Z, Zdelar-Tuk M, Pirsljin J. Concentrations of total proteins and albumins, and AST, ALT and GGT activities in the blood plasma of mares during pregnancy and early lactation. *Vet Arhiv.* 2005; 75(3):195-202
49. Stojevic Z, Pirsljin J, Milinkovic-Tur S, Zdelar-Tuk M, Beer B. Activities of AST, ALT and GGT in clinically healthy dairy cows during lactation and in the dry period. *Vet Arhiv.* 2005; 75(1):67-73

ANEXO I

Aporte nutricional de la dieta ofrecida a las cabras cárnicas en el parto con un peso promedio de 55 kg y un consumo de materia seca (CMS) aproximado de 1.36 kg de alfalfa henificada

INGREDIENTE	INC %	INC (g)	PC (g)	EM (Mcal)
Alfalfa henificada*	100	1360	224.1	3.15
Requerimientos***			176.5	3.83
Balance			47.6	-0.67

*Alfalfa henificada, contenido nutricional en base seca (BS): PC=16.48 %, EM=2.32 Mcal/kg (obtenido a partir del cálculo de TND)

**Requerimientos según NRC, 1981.

Aporte nutricional de la dieta ofrecida a las cabras lecheras en el parto con un peso promedio de 50 kg y un consumo de materia seca (CMS) aproximado de 1.36 kg de alfalfa henificada

INGREDIENTES	INC %	INC (g)	PC (g)	EM (Mcal)
Alfalfa henificada*	100	1360	224.12	3.15
Requerimientos**			171	3.69
Balance			53.12	-0.53

*Alfalfa henificada, contenido nutricional en base seca (BS): PC=16.48 %, EM=2.32 Mcal/kg (obtenido a partir del cálculo de TND)

**Requerimientos según NRC, 1981.

Aporte nutricional de la dieta ofrecida a las cabras lecheras en el posparto con un peso promedio de 50 kg y un consumo de materia seca (CMS) aproximado de 2.7 kg en pradera mixta y alimento comercial concentrado

INGREDIENTES	INC %	INC (g)	PC (g)	EM (Mcal)
Pradera mixta*	93	2500	462.5	6
Concentrado**	7	200	40.9	0.52
Aporte	100	2700	503.4	6.52
Requerimientos***			177	3.99
Balance			326.4	2.53

*Pradera mixta, contenido nutricional en base seca (BS): PC=18.50 %, EM=2.40 Mcal/kg (obtenido a partir del cálculo de TND)

**Alimento comercial concentrado, contenido nutricional en base seca (BS): PC=20.45 %, EM=2.55 Mcal/kg (obtenido a partir del cálculo de TND)

***Requerimientos según NRC, 1981.