



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y
DE LA SALUD ANIMAL

EVALUACIÓN DEL ESTADO CORPORAL Y SUS EFECTOS SOBRE EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN CABRAS
LECHERAS

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

P R E S E N T A :

YAZMIN IVONNE ARRIAGA AVILES

TUTOR: PhD. ANDRES E. DUCOING WATTY

COMITÉ TUTORAL: PhD. IRMA EUGENIA CANDANOSA ARANDA

PhD. GERMÁN MENDOZA MARTÍNEZ

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.

*La sabiduría suprema es tener sueños
de tanta grandeza como para no
perderlos de vista mientras se persiguen.*

William Faulkner.

DEDICATORIAS

A mi madre y mi abuela por brindarme la fuerza y las ganas para no renunciar a mis sueños.

A Lilian, Jahel, Ana, Tatiana y Pedro por su granito de arena y su apoyo en las diferentes etapas de este proyecto, pero sobre todo por su amistad en los buenos y malos momentos.

Con todo el cariño y respeto al Dr. Adolfo Kunio Yabuta, por creer en mí para la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Andrés Ducoing Watty por confiar en mí para realizar este trabajo, y enseñarme a crecer y aspirar más a nivel profesional.

A mis asesores, los Drs. Eugenia Candanosa A. y Germán Mendoza M. por sus enseñanzas, paciencia y apoyo en todo momento, gracias por esperar y ver culminado este trabajo.

A los miembros de mi jurado, los Drs. José de Lucas T. y Lorenzo Álvarez R. por su apoyo y tiempo brindado.

Al Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA) perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, por permitirme realizar el trabajo de investigación.

Al Laboratorio Clínico del Departamento de Patología perteneciente a esta facultad por el apoyo brindado para el procesamiento de las muestras, mi especial agradecimiento para Q.B.P. Arlette Castillo Mata y Q.F.B. Rosalía Salcedo Elisea.

A la Universidad Autónoma de México, unidad Xochimilco por las facilidades otorgadas para el procesamiento de las muestras de leche, mi especial agradecimiento a la MC Acacia Ramírez Ayala, directora del Laboratorio de Productos Lácteos y a MVZ. Berenice Sánchez Mendoza por su ayuda en la parte de alimentos.

La presente Tesis fue realizada gracias al financiamiento del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPPIT) por medio del proyecto No. IN202503.

A 2. CONTENIDO

	Página
1. Introducción.....	1
2. Revisión de literatura.....	3
2.1. Condición corporal.....	3
2.2. Lactación.....	6
2.3. Perfiles Metabólicos.....	8
2.4. Alimentación.....	12
2.5. Energía.....	13
2.6. Digestibilidad.....	13
3. Justificación.....	15
4. Objetivo General.....	15
5. Objetivos Intermedios.....	15
6. Hipótesis.....	16
7. Material y Métodos.....	17
7.1 Localización geográfica.....	17
7.2 Selección de Animales.....	17
7.2.1 Formación de grupos.....	18
7.2.2 Tratamiento alimenticio.....	18
7.2.3 Restricción energética.....	20

7.2.4 Consumo de alimento.....	20
7.3 Determinación de la calidad de la dieta.....	21
7.3.1 Digestibilidad.....	22
7.4 Determinación de la condición corporal y peso.....	22
7.5 Producción de leche.....	23
7.5.1 Composición de la leche.....	23
7.6 Determinaciones analíticas sanguíneas.....	24
7.7 Análisis estadísticos.....	25
8. Resultados.....	26
8.1 Alimentación.....	26
8.2 Pesos vivos.....	28
8.3 Condición corporal.....	28
8.4 Producción de leche.....	29
8.4.1 Componentes de la leche.....	30
8.4.1.1 Grasa.....	30
8.4.1.2 Proteína.....	31
8.4.1.3 Lactosa.....	32
8.5 Metabolitos sanguíneos.....	32
8.5.1 Glucosa.....	32
8.5.2 Ácidos grasos libres.....	33

8.5.3 β -hidroxibutirato.....	34
8.5.4 Colesterol	35
8.5.5 Albumina.....	35
8.5.6 GGT.....	36
8.5.7 AST.....	37
8.5.8 CK.....	37
9. Discusión.....	39
9.1 Alimentación.....	39
9.2 Condición Corporal.....	40
9.3 Producción de leche.....	41
9.4 Componentes de leche.....	43
9.4.1 Grasa.....	43
9.4.2 Proteína.....	45
9.4.3 Lactosa.....	46
9.5 Metabolitos sanguíneos.....	47
9.5.1 Glucosa.....	47
9.5.2 β -hidroxibutirato.....	47
9.5.3 Ácidos grasos libres.....	48
9.5.4 Colesterol.....	49
9.5.5 Albúmina.....	50

9.5.6 AST.....	50
9.5.7 GGT.....	51
9.5.8 CK.....	52
10. Conclusiones.....	53
11. Literatura citada.....	54
12. Anexos.....	63

A 3. RESUMEN

ARRIAGA AVILÉS YAZMÍN IVONNE. Evaluación del estado corporal y sus efectos sobre el comportamiento productivo en cabras lecheras.

(Tutores: Andrés E. Ducoing Watty. Irma Eugenia Candanosa Aranda y Germán Mendoza Martínez).

Para determinar si el estado corporal en cabras al momento del parto y el efecto del consumo de energía en la dieta influyen sobre el nivel de producción en leche, la composición y el metabolismo energético, se llevó a cabo el siguiente experimento: se utilizaron 36 cabras de la raza Alpina Francesa, clasificadas en 2 categorías: condición corporal media sin restricción energética en la dieta (grupo 1, n:8) y con restricción energética del 20% (grupo 2, n:8) condición corporal baja con dieta al 100% EM (grupo 3, n:10) y restricción energética del 20% (grupo 4, n:10) durante un periodo de lactación de 210 días. Para la evaluación de la condición corporal se utilizaron las técnicas de palpación en la región lumbar. Las determinaciones de los componentes de la leche se realizaron mediante un analizador espectrofotométrico infra-rojo (MilkoScan), se tomaron muestras sanguíneas para determinar el comportamiento de algunos analitos indicadores del metabolismo nutricional de la cabra lechera, y para el suministro de la ración los animales estuvieron en jaulas portátiles individuales. La evaluación de la información obtenida se llevó a cabo mediante un modelo factorial para observaciones repetidas mediante el uso del paquete estadístico JMP versión 5.1.

En ambos grupos de condición corporal no se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) asociadas con los tratamientos en la dieta, y la producción de leche. Se observó efecto significativo ($P<0.05$) por interacción de la dieta, y CC para la lactosa, β -hidroxibutirato, y GGT en plasma sanguíneo.

Se concluye que la condición corporal tiende a modificarse según las necesidades del organismo, en futuras investigaciones se necesitará restricciones energéticas más severas para poder observar cambios.

Palabras claves: cabra, condición corporal, leche, metabolitos séricos, nutrición.

ABSTRACT

ARRIAGA AVILÉS YAZMÍN IVONNE. Evaluation of the corporal state and its effects on the productive behavior in milk goats. (Tutores: Andrés E. Ducoing Watty. Irma Eugenia Candanosa Aranda y Germán Mendoza Martinez).

In order to determine if the corporal state in goats at the time of parturition and the effect of the energy intake in the diet influences the level of milk production, the composition and the power metabolism, the following experiment was carried out: 36 goats of the French Alpine race were used, classified in 2 categories: corporal condition average without energy restriction in the diet (group 1, n: 8) and with energy restriction of 80% (group 2, n: 8) corporal condition loss with diet to the 100% command post (grupo3, n: 10) and energy restriction of 80% (group 4, n: 10) during a period of lactation of 210 days. For the evaluation of the corporal condition the techniques of palpation in the lumbar and sternal region were used. The determinations of the components of milk were made by means of a espectrofotométrico analyzer infrared (MilkoScan), sanguineous samples were taken to determine the behavior of some indicating analitos of the nutrition metabolism of the milk goat, and for the provision of the ration the animals were in individual portable cages. The evaluation of the obtained data was carried out by means of a factorial model for observations repeated by means of the use of statistical package JMP version 5.1. In both groups of corporal condition were not significant differences ($P > 0.05$) associated with the treatments in the diet, and the milk production. Significant effect ($P < 0.05$) by interaction of the diet, and CC for the lactose was observed, β -hidroxibutirato, and GGT in sanguineous plasma. One concludes that the corporal condition tends to modify itself according to the necessities of the organism, although the milk production was not affected by the feeding, in future investigations will be needed more severe power restrictions to be able to observe changes.

Key words: goat, body condition, milk, plasma metabolites, nutrition.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de satisfacer los requerimientos de leche y carne hacia la población y de aumentar la rentabilidad de las empresas pecuarias, ha motivado a seleccionar genéticamente especies animales, para poder obtener el máximo provecho de ellas, utilizando diversos procedimientos para poder lograr elevadas producciones (Contreras, 1998).

La crianza y aprovechamiento de cabras es una actividad que incrementa la producción, pues su carne y leche contienen proteínas de alto valor biológico, por lo que es importante satisfacer al máximo los requerimientos nutricionales (Elizondo, 2002). Después del parto, las cabras necesitan cubrir sus altos requerimientos nutricionales para poder sostener una producción lechera aceptable. Ante carencias nutricionales recurren a la utilización de reservas grasas y luego se dará una disminución en la producción de leche. Los niveles de producción en la especie varían por efecto de la raza, el medio ambiente, nutrición y periodo de lactación (Sánchez *et al.*, 2003).

Durante mucho tiempo, las prácticas de alimentación comunes en la crianza de los rebaños caprinos, han asumido por extrapolación conceptos surgidos de la investigación en ovinos y bovinos, sin considerar las diferencias entre especies. La deficiencia más común en las raciones alimenticias para cabras es la energía, lo cual puede ocasionar pérdida de peso, bajo desarrollo corporal, fallas en la fertilidad y bajos niveles en la producción de leche (Sánchez *et al.*, 2003).

Cuanto más alto sea el potencial productivo del rebaño, mayor será el riesgo de padecer trastornos metabólicos en los individuos, consecuencia del desbalance entre el ingreso y egreso de nutrientes al organismo (Ríos *et al.*, 2006).

Recientemente la valoración del estado nutricional se basa en la medición del peso corporal y en la determinación de algunos parámetros sanguíneos, los cuales han demostrado ser un medio confiable para este tipo de diagnóstico (Matheus y Figueiredo, 2004).

Como resultado del desbalance entre la energía ingerida (alimentación) y la energía gastada por el organismo, se observa una disminución del peso y la condición corporal de los animales. La disminución de la condición corporal trae como consecuencia la deficiencia productiva, reproductiva y el bajo rendimiento económico (Matheus y Figueiredo, 2004).

El conocimiento integral de los detalles cuantitativamente importantes de interconversión en el metabolismo de lípidos, influye en la utilización de nutrientes, producción de leche y la recuperación de grasa corporal en la hembra caprina durante la lactación, por lo que será relevante hacer los ajustes necesarios en los requerimientos nutricionales hasta hoy vigentes y que no reflejan en su justa dimensión los cambios metabólicos de la hembra caprina.

En cabras lecheras, es escasa la información referente a la relación que existe entre el consumo de energía en la dieta, los cambios de la condición corporal después del parto y su relación con la cantidad de leche producida.

Por esta razón, esta investigación se enfocó en evaluar el comportamiento productivo en cabras lecheras, y el efecto de la restricción energética en relación con: la condición corporal, producción de leche e indicadores del balance energético.

A-6 Antecedentes

I CONDICIÓN CORPORAL

El término de condición corporal se define como la razón de la cantidad de grasa con la cantidad de materia no grasa en el cuerpo del animal vivo (Delfa *et al.*, 1995).

Las reservas corporales están constituidas principalmente por los tejidos adiposos y son consideradas como reservas energéticas, mientras que las reservas proteicas se pueden almacenar en tejidos musculares, en conductos digestivos y también en útero; sin embargo, estas últimas son más difícil de removerse que el tejido adiposo.

La determinación de la condición corporal puede estimar de manera muy práctica la proporción de grasa en el cuerpo del animal (Russel *et al.*, 1969). Diversos autores han realizado estudios, tratando de obtener un método más preciso, debido a que en cabras la grasa esternal es la única grasa subcutánea que puede ser distinguida por palpación, además estos autores aseguran que se debe tener un adecuado entrenamiento y ser capaz de valorar 0.25 puntos de CC, aunque a nivel práctico resulta suficiente con distinguir 0.5 puntos (Jefferies, 1961, Russel *et al.*, 1969, Santucci *et al.*, 1985).

Russel *et al.* (1969) realizaron un estudio con ovejas, utilizando el método de apreciación subjetiva de la cantidad de grasa y del espesor muscular en la parte dorsal de los corderos a nivel de la última costilla, propuesto por Jefferies, (1961) el cual consta de una escala de 6 puntos (Cuadro 1). Santucci y Maestrini (1985) desarrollaron un método para la valoración de la condición corporal en cabras usando una escala que va de 0 a 5 puntos mediante la palpación de dos regiones anatómicas: el esternón y las vértebras lumbares.

Evaluar el estado corporal de las cabras exige un excelente conocimiento del método, la práctica y la disciplina. En concreto, los métodos desarrollados hasta ahora consisten en:

- a) Medición esternal:** se toca la superficie del esternón desde su origen, hasta el xifoideas. Como referencia anatómica, existe la depresión de los cuerpos esternales, la detección de las articulaciones costoesternales, el repliegue del surco esternal, la detección de las articulaciones costocondrales, el espesor de la grasa subcutánea, la movilidad de la grasa subcutánea y las depresiones laterales.
- b) Medición lumbar:** se toma como referencia de la 2ª a la 5ª vértebra lumbar, palpando las apófisis espinosas y las apófisis transversas. Como referencias anatómicas existen; la depresión de los cuerpos vertebrales, espacio entre las apófisis, detección de las apófisis mamilo-articulares, repliegue del ángulo vertebral, detección de las extremidades de las apófisis transversas, los músculos lumbares convexos, detección de las extremidades de las apófisis espinosas y el surco lumbar.
- c) Medición caudal:** se toma como referencia de la 1ª a la 3ª vértebra coccígea evaluando cantidad de músculo y grasa. (Santucci y Maestrini, 1985; Teixeira et al., 1989).

En trabajos realizados en ganado bovino lechero y de carne, se han desarrollado ecuaciones de predicción del contenido graso corporal, a través de la relación entre el peso corporal y la calificación de la condición corporal o la relación entre el peso corporal y el diámetro de los adipocitos (Chilliard *et al.*, 1984; Robelin y Agabriel, 1986; McNamara *et al.*, 1995). Los resultados observados señalan que la masa de tejido adiposo en la vaca madura es una función primaria del tamaño del adipocito de los depósitos subcutáneos, perirenales y mesentéricos (Waltner *et al.*, 1994).

De acuerdo, con las observaciones realizadas en ganado lechero por McNamara y Hillers (1986a), la lipogénesis tisular es un mecanismo que permite a la vaca compensar las deficiencias energéticas de la dieta y la mayor demanda energética para rendimientos de leche elevados.

Cuadro 1. Calificación otorgada en la evaluación subjetiva de condición corporal (Tomado y modificado de Russel *et al.*, 1969).

Calificación	Descripción
0	Delgadez extrema, piel pegada a las vértebras. Animales por morir.
1	Apófisis espinosas prominentes y angulosas, apófisis transversas también angulosas, músculo <i>Longissimus dorsi</i> es poco profundo y casi no tiene grasa subcutánea encima.
2	Apófisis espinosas prominentes, apófisis transversas lisas y redondas, los dedos pasan por debajo de los extremos de las apófisis ejerciendo poca presión.
3	Apófisis espinosas con pequeña elevación, lisas y redondeadas, apófisis transversas lisas y bien cubiertas, detectables al tacto.
4	Apófisis espinosas detectable sólo si se ejerce presión al tacto, ausencia del surco lumbar, apófisis transversas no se sienten.
5	Apófisis transversas no pueden sentirse, grandes depósitos de grasa sobre la pelvis y base de la cola.

II LACTACIÓN

Durante la lactogénesis los rumiantes pueden movilizar cantidades considerables de grasa corporal y aportar la energía necesaria para mantener la producción y suministrar los nutrientes a la leche de acuerdo a su potencial productivo (McNamara y Hillers, 1986a; Dunshea *et al.*, 1989; Smith y McNamara, 1990).

La ocurrencia de esta condición metabólica es observable en las hembras mamíferas como la rata, la borrega, la cerda, la vaca y la mujer (Flint *et al.*, 1983; Chilliard *et al.*, 1979; Kalkhoff *et al.*, 1978; McNamara *et al.*, 1985; Metz *et al.*, 1977).

Las adaptaciones metabólicas en el tejido adiposo contribuyen al inicio y mantenimiento de la lactación (McNamara *et al.*, 1995). Las adaptaciones consisten en una fase anabólica que inicia desde la gestación media seguidas de otra fase catabólica en la gestación tardía, con mayor evidencia en la lactación temprana (McNamara, 1991). Durante la lactancia, en un principio la lipogénesis tisular decrece progresivamente hacia la mitad de ésta, mientras que por su parte la lipólisis continúa (McNamara y Hillers, 1986a; McNamara, 1991). La magnitud y duración de dichas adaptaciones se incrementan en los animales debido a una disminución en el consumo de energía o la producción de leche (McNamara, 1991).

La lipogénesis está condicionada a su vez por el efecto lactacional (días de lactancia), consumo de energía en la dieta, con quien mantiene una relación positiva con el aumento en la tasa de secreción de grasa en leche. Debido a ello existe una relación inversa entre la tasa de secreción de grasa y la tasa de lipogénesis dentro de la misma lactación (McNamara y Hillers, 1986a).

El periodo de mayor actividad lipogénica en vacas lecheras está comprendido entre los 30 y 180 días de lactación, donde la actividad es entre 15 y 19 veces superior a la registrada en el parto. La eficiencia de la lipogénesis para transformar la energía ingerida en depósitos de grasa corporal varía a lo largo de la lactancia. Durante los 15 días posparto es del 90%, y para los 30 días será del 10%, informan que durante la lactancia temprana la eficiencia es del 60% y del 75% en lactancia media y tardía (McNamara y Hillers, 1986a).

La tasa de lipólisis tisular está relacionada positivamente con la producción de grasa en leche y con el potencial genético de la hembra para producir rendimientos más elevados, independientemente del balance energético resultante del menor consumo de energía en la dieta. Los mecanismos de regulación en la lipólisis son mucho más complejos que los de la lipogénesis, ya que revelan la influencia de un componente genético en la regulación adrenérgica de lipólisis en el tejido adiposo, además de la participación de la insulina y glucagón para compensar el incremento en la demanda de energía (McNamara y Hillers, 1986b). Durante la lactancia temprana y tardía, el tejido

adiposo es más sensible a la acción de las catecolaminas en los animales de mayor producción (McNamara, 1991).

La sucesión de mecanismos de lipólisis y de lipogénesis a lo largo de la lactancia es directamente responsable del cambio en el número y tamaño de los adipocitos observado en diferentes especies (Chilliard *et al.*, 1984; McNamara y Hillers, 1986b). La masa del tejido adiposo varía en tamaño con los cambios en el número y tamaño promedio de los adipocitos (Waltner *et al.*, 1994; McNamara *et al.*, 1995). En los rumiantes adultos o cercanamente adultos, la mayoría de los cambios en el tamaño de los depósitos de tejido adiposo se debe a los cambios en el tamaño promedio de la célula (Smith y McNamara, 1990; Waltner *et al.*, 1994; Hood, 1982).

En estudios realizados *in vivo* e *in vitro*, la tasa de lipólisis tisular guarda una correlación positiva con la secreción de grasa en leche, independientemente del balance energético, en tanto que la lipogénesis se correlaciona con el consumo de energía.

III PERFILES METABÓLICOS

Las alteraciones metabólicas en ganado bovino han sido ampliamente estudiadas, desarrollándose los perfiles metabólicos como una herramienta para el estudio y diagnóstico de desbalances nutricionales, mediante la determinación de indicadores sanguíneos de las vías metabólicas de proteínas, energía y minerales (Ríos *et al.*, 2006). En caprinos se han descrito como indicadores del aporte nutricional las determinaciones de las concentraciones sanguíneas de glucosa, β -hidroxibutirato, cuerpos cetónicos, ácidos grasos no esterificados, colesterol, triglicéridos y urea (Amer *et al.*, 1999; Khaled *et al.*, 1999, Ríos *et al.*, 2001; Khaled e Illek., 2002).

Las muestras de sangre que con mayor seguridad evidencian alteraciones metabólicas, son las tomadas en el primer mes de lactancia, momento en el cual las variaciones de la composición sanguínea son intensas (Contreras, 1998).

El indicador principal de la condición metabólica en un animal es la glucosa, por ser fuente de energía necesaria para la producción y la reproducción (Ramin *et al.*, 2005). Sin embargo, cuando los rumiantes se encuentran en balance energético negativo, el nutriente limitante será la glucosa, la cual es sintetizada mediante gluconeogénesis hepática a partir de precursores tales como: el propionato, que puede contribuir en la formación de glucosa en un 30-50%, el lactato en un 10%, aminoácidos en un 9% y el glicerol en un 5% (Contreras, 1998). El ácido propiónico es resultado de la fermentación ruminal, y es absorbido a través de la pared del rumen para entrar vía sanguínea, y llegar al hígado en forma de glicerol quién dará origen a la glucosa (Mandebvu *et al.*, 2003).

La gluconeogénesis es estimulada por glucocorticoides de manera indirecta debido a la rápida movilización de lípidos y la cantidad formada de Acetil CoA moleculares, por lo tanto hay un aumento en la actividad adrenocortical como parte de una reacción de adaptación del organismo por un marcado déficit de energía y a su vez como consecuencia por condiciones o requerimientos energéticos (Kampl *et al.*, 1991).

Cuando se presenta una demanda de energía, la manera principal para obtener glucosa es la remoción de las reservas grasas y probablemente se de un incremento en las concentraciones de los ácidos grasos no esterificados (AGNE), y cuerpos cetónicos (β -hidroxibutirato) en sangre, leche y orina (Mandebvu *et al.*, 2003).

Los cuerpos cetónicos pueden ser medidos como un procedimiento inicial para evaluar el grado de déficit de energía. En la actualidad se emplea con éxito la determinación del β -hidroxibutirato (β HB) en muestras de sangre, si se encuentra en niveles aumentados puede ser indicador de una cetosis subclínica (Kolver *et al.*, 1994). Es importante recordar que el β HB es producto de la oxidación parcial de los ácidos grasos para dar origen a moléculas de Acetil CoA, las que incorporadas en ciclo de Krebs producirán energía en forma de ATP, esto ocurre principalmente en hígado, riñones y

músculo (Contreras, 1998).

Los AGNE presentes en plasma, están relacionados con varias etapas fisiológicas del rumiante, principalmente la lactación. La movilización de lípidos que se da durante toda la lactación es un balance muy bien orquestado donde se da una lipogénesis, lipólisis y la reesterificación de los ácidos grasos (Dunshea *et al.*, 2000).

Existen informes que indican, que cuando las cabras se encuentran en balance energético negativo tendrán bajas concentraciones de colesterol total y ésteres de colesterol en sangre, pero los niveles de AGNE estarán elevados, a diferencia de cuando se encuentran en balance energético positivo (Yeom *et al.*, 2005).

La Aspartato aminotransferasa (AST) es una enzima sintetizada en el hígado, ampliamente distribuida por lo que se encuentra en muchos tejidos y órganos. La actividad de la AST y su presencia en plasma indica que puede haber una excesiva demanda muscular, sin embargo no es una enzima muscular específica. Por su parte la creatinina cinasa (CK), sí es un indicador específico y sensible de demanda muscular. La vida media de la CK en suero es relativamente corta, por lo que indica enfermedades musculares por intoxicación y miopatías, (Roussel *et al.*, 1997b). La relación de ambas enzimas orienta a un diagnóstico más específico. En el caso de la AST, si los valores se ven aumentados pueden estar asociados a alteraciones hepáticas y puede ser esto causado por la rápida movilización grasa debido a un déficit de energía, es decir, por una demanda excesiva del hígado (Milinkovic-tur *et al.*, 2005). Altos niveles de AST y CK en la sangre, conllevarán a su vez a valores disminuidos de albúmina, proteína, colesterol, ácido úrico, y bilirrubina, indicando que hay severas alteraciones hepáticas (Mandebvu *et al.*, 2003).

La gamma glutamiltransferasa (GGT) es una enzima ligada a membranas biliares y hepatocelulares, su mayor actividad está presente en hígado, riñón, páncreas, intestino y bazo. En especies como la vaca, el caballo, el ovino, y la cabra normalmente la GGT se encuentra elevada y su actividad está presente

en varios tejidos, su presencia en el suero indica alteraciones hepáticas (Milinkovic-tur *et al.*, 2005). La GGT en conjunto con la fosfatasa-alcalina (ALP) son usadas para diagnosticar obstrucciones biliares y enfermedades crónicas del hígado (Roussel *et al.*, 1997a).

Por su parte las proteínas son factor importante, para el mantenimiento de las funciones metabólicas en los rumiantes, las cuales forman parte de los tejidos de sostén animal. Ellas actúan como enzimas en el metabolismo y algunas forman parte de hormonas y anticuerpos (Mendoza *et al.* 1993).

La importancia de evaluar la concentración de proteínas en sangre, se basa en que en los rumiantes el ingreso de proteínas en el alimento se asocia a sus precursores nitrogenados no proteicos y de los carbohidratos no disponibles como fuente de energía para la fermentación y degradación ruminal. En la fermentación hay síntesis proteica microbiana, la cual pasa a los preestómagos y al intestino, allí se degrada por las enzimas digestivas y los metabolitos resultantes son absorbidos desde el intestino hacia la sangre (Cunnigham, 2002).

En el plasma, las tres principales proteínas son la albúmina, las globulinas, y el fibrinógeno. La albúmina es sintetizada en el hígado, siendo la proteína primariamente responsable de la presión oncótica del plasma. Ella está presente en un 40 a 60% del total de proteínas en suero, juega un rol importante en la transportación de los ácidos grasos, y es indicador del estado nutricional y fisiológico de un animal (Roussel *et al.*, 1997a). También indica si en la dieta se están sobrepasando los niveles de proteína (Kolver *et al.*, 1994).

El colesterol se encuentra en los tejidos y en las lipoproteínas plasmáticas como colesterol libre o como éster de colesterilo. Es un componente estructural esencial de membranas y de la capa exterior de lipoproteínas plasmáticas (Murray, 1988). Se le encuentra libre o en combinación con los ácidos grasos en las células, o en la sangre, se sintetiza a partir de acetato en el hígado y es un componente esencial de las moléculas portadoras de lípidos en la sangre (Maynard *et al.*, 1981).

Existen estudios del efecto del consumo sobre la glucosa, ácidos grasos no esterificados (AGNE), cuerpos cetónicos, triglicéridos, β - hidroxibutirato, albúmina, globulinas y urea (Pettersen *et al.*, 1964; Grummer, 1995; O Doherty y Crosby 1998). Estudios realizados en ovinos y ganado lechero sobre los niveles de AGNE han demostrado que la concentración de estos metabolitos aumenta en periodos de restricción energética antes y después del parto. La concentración de glucosa, también disminuye después de restricciones energéticas, aunque puede aumentar después del parto (Ellenberger *et al.*, 1989).

IV ALIMENTACIÓN

La alimentación en los rumiantes tiene una influencia directa en la producción de la leche y su composición, debe ser suficiente en cantidad como en calidad, para así poder tener una buena producción; debe estar basada principalmente en forrajes frescos y ser rica en energía, por lo que se debe proporcionar una ración bien balanceada para tener óptimos rendimientos lecheros (Corcy, 1993). Sin embargo, al aumentar el consumo de energía en cabras lecheras en ocasiones llega a ser una limitante en costo para el productor.

En las hembras rumiantes, el consumo de alimento aumenta gradualmente durante la lactancia. Sin embargo, el máximo nivel de consumo de nutrientes se presenta durante el pico de producción (Dunshea *et al.*, 1989).

A la fecha, se tiene escasa información acerca de la fisiología de regulación del consumo en cabras cuando se suministran dietas con porcentajes elevados de lípidos. Aún así, la digestión ruminal estable se lograría al mantener altos consumos de alimento y digestión de la fibra, acidosis baja, relación acético:propiónico óptima y biohidrogenación ruminal de ácidos grasos insaturados (Cunningham, 2002).

Mendoza *et al.* (1993) mencionan que un buen programa de alimentación consiste en lograr un equilibrio entre aportes y necesidades, para lo cual es necesario conocer los requerimientos y los hábitos alimenticios. Para conocer,

los aportes nutritivos del alimento es necesario conocer el nivel de consumo, digestibilidad y eficiencia de utilización del alimento.

V ENERGÍA

La energía de un alimento se calcula a partir de análisis o experimentos. Sin embargo, se puede obtener a través de tablas de composición nutricional o estimarse con base a la composición proximal de un experimento.

Las principales formas de expresión de energía son:

- 1) Nutrientes digestibles totales (*NTD*): Se estima con la digestibilidad de las fracciones obtenidas con el método proximal.
- 2) Energía digestible (*ED*): representa la diferencia entre la energía bruta consumida y la energía bruta excretada.
- 3) Energía metabolizable (*EM*): representa la diferencia de la energía bruta y la ED más la pérdida que representan los gases durante la fermentación.
- 4) Energía neta (*EN*): esta considera que la eficiencia de la utilización de la energía metabolizable es diferente para funciones de mantenimiento y de producción. (Mendoza *et al.*, 1993)

El principal problema que tienen las cabras de alta producción con relación a la nutrición energética es la gluconeogénesis, provocada por una excesiva lipomovilización. Para controlar el nivel de movilización es necesario prestar especial atención a la densidad energética de la dieta, se recomienda al inicio de la lactación manejar 2.8 Mcal EM/kg MS (Jimeno *et al.*, 2003).

VI DIGESTIBILIDAD

El consumo voluntario es la cantidad de alimento que los animales pueden consumir en un periodo de tiempo determinado, durante el cual el animal tiene acceso al alimento (Aguillón, 2006).

La digestibilidad de un alimento se define como la cantidad de lo que se consume que no se excreta en las heces y que por lo tanto se considera absorbida por el animal (Aguillón, 2006).

Cuando se realizan ensayos de digestibilidad *in vivo* se da al animal una cantidad conocida de alimento que se analiza y mide la excreción. Las muestras colectadas del alimento y del material excretado son sometidas a los análisis químicos y se calcula el coeficiente de “digestibilidad aparente” (Low, 1976). Es importante tomar en cuenta que las heces no sólo contienen lo indigestible de la dieta sino también otros productos como son bacterias, células muertas y productos finales del metabolismo del animal. Con esto se indica que la digestibilidad aparente (DA) puede ser considerada como el balance de la pérdida de alimento en las heces, mientras que la digestibilidad verdadera (DV) es el balance entre la dieta y los residuos del alimento en las heces, excluyendo los productos metabólicos. La digestibilidad normalmente se expresa en relación con la MS como coeficiente o como porcentaje (Van Soest, 1982).

A 5. JUSTIFICACIÓN

Si se caracteriza la relación entre el comportamiento de los indicadores metabólicos a lo largo de la lactación con los cambios en el depósito del tejido graso corporal, con la aplicación de las técnicas tradicionales de calificación de condición corporal se contará con los elementos predictivos prácticos y de bajo costo, necesarios para optimizar el potencial productivo de la cabra lechera.

HIPÓTESIS

La tasa de secreción de leche y grasa en leche mantiene una relación directa con el nivel de consumo energético en la dieta durante la lactancia, y está relacionada con el estado de las reservas corporales.

Las cabras con condición corporal media y aporte energético adecuado mantendrán mayores niveles de producción y calidad de leche conjuntamente con una reducción en la duración de la actividad lipolítica y acortamiento del período de balance energético negativo.

A 4. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la condición corporal en el momento del parto y el efecto del consumo de energía en la dieta sobre el nivel de producción de leche, composición de la leche y el comportamiento de la composición grasa corporal, medidos a través de indicadores externos, sanguíneos y biológicos realizados en vivo.

OBJETIVOS INTERMEDIOS

- Evaluar el comportamiento dinámico (en función del tiempo) de cada uno de los indicadores externos, sanguíneos y biológicos a lo largo de la lactación en cabras lecheras adultas.
- Describir y predecir los efectos que provocan los cambios en la composición grasa corporal, la producción de leche y composición química de la leche.
- Determinar la condición corporal a lo largo de la lactación como medida práctica, para favorecer mejores rendimientos lecheros durante una lactación completa (310 días).

A 7 MATERIAL Y MÉTODOS

I LOCALIZACIÓN GEÓGRAFICA

El trabajo se realizó con el rebaño caprino del Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA) perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en el kilómetro 29 de la carretera federal México-Cuernavaca, en la delegación de Tlálpán, D.F., a una altura de 2,760 msnm, a 19° 13' latitud norte y 99° 8' longitud oeste. El clima de la zona es de tipo C (W) (W) b (ij), que corresponde al semifrío-semihúmedo con lluvias en verano, según la clasificación modificada de Copen (García, 1981). La precipitación pluvial es de 800 a 1,200 mm y una temperatura promedio de 10°C.

II SELECCIÓN DE ANIMALES

La primera parte se llevó a cabo la formación de grupos y se asignaron 36 cabras hembras adultas de la raza Alpina Francesa en su tercera lactación, con un rango de peso inicial entre 55-60 kg, y una condición corporal promedio de 2.5 a 3.5 puntos, la selección se realizó de acuerdo a la calificación obtenida en la escala de evaluación de la región lumbar de 5 grados propuesta por Russel *et al.* (1969), donde la condición media corresponde a una calificación entre 3-4 puntos (CM) y condición baja <3 puntos (CB).

Previamente y con la finalidad de concentrar la época de partos las hembras fueron sincronizadas por medio de la aplicación de dispositivos intravaginales conocidos como CIDR (Controlled Internal Drug Release) y servidas mediante monta natural al detectar el celo, con los machos previamente asignados dentro del programa genético del rebaño. Posteriormente se realizó el diagnóstico de gestación por medio de ultrasonido, y los tres siguientes meses se checó su estado de salud hasta finalizar el periodo de gestación. Un mes antes de la época

de partos, a las 36 cabras se les suministró la dieta de forma individual y se confinaron temporalmente 2 horas durante el día en las jaulas individuales como periodo de adaptación al encierro.

III FORMACIÓN DE GRUPOS

A partir de la fecha de partos (18 abril al 5 mayo), las hembras de condición corporal media (CM) y condición corporal baja (CB) fueron divididas aleatoriamente a su vez en dos subgrupos con 9 hembras cada uno, para ser sometidas a dos tratamientos alimenticios con relación al contenido energético diario recomendado por el National Research Council (NRC, 1981): sin restricción energética en la dieta (recibiendo el 100%) y con restricción energética en la dieta (recibiendo el 80%), de modo que se organizaron 4 tratamientos: condición corporal media sin restricción energética (CM 100%), condición corporal media con restricción energética (CM 80%), condición corporal baja sin restricción energética (CB 100%), condición corporal baja con restricción energética (CB 80%).

Los cabritos fueron separados de sus madres y la crianza se realizó en forma artificial a partir del primer día de vida, después de su identificación, e ingestión de calostro.

IV TRATAMIENTO ALIMENTICIO

Las hembras seleccionadas por grupos de condición corporal se alojaron y alimentaron durante el periodo de tratamiento en tres corrales diferentes donde tuvieron acceso a dietas basadas en ensilado de maíz, heno de alfalfa, heno de avena y concentrado. Las dietas fueron ajustadas mensualmente conforme a los requerimientos del NRC (1981), de acuerdo al nivel de producción de leche y peso vivo promedio de los animales, el cual comprendió desde el momento del parto hasta los 210 días de lactación. A lo largo de toda la fase experimental se

realizaron 3 cambios de dietas, aproximadamente cada 2 meses, variando las proporciones de los ingredientes incluidos durante los 210 días (Cuadro 2).

Para la formulación de las raciones los cálculos se realizaron por medio de una hoja de cálculo electrónica tomando en cuenta los requerimientos nutricionales según el NRC (1981) y el INRA (1981). En la cuál se toma en cuenta el peso vivo de la cabra, y la producción de leche promedio en kg producida, con un porcentaje de grasa en leche corregida al 4%.

Cuadro 2. Dietas balanceadas de acuerdo al NRC, en los grupos de cabras según condición corporal y niveles energéticos evaluados, a lo largo de todo el experimento.

Ingredientes	PRIMERA ETAPA (Duración de 60 días)			
	CCM 100% EM	CCM 80% EM	CCB 100% EM	CCB 80% EM
Avena	500 g	845 g	500 g	820 g
Ensilado	560 g	570 g	550 g	550 g
Alfalfa	850 g	1.500 g	840 g	1.500 g
Concentrado	1.440 g	483 g	1.400 g	470 g

Ingredientes	SEGUNDA ETAPA (Duración de 60 días)			
	CCM 100% EM	CCM 80% EM	CCB 100% EM	CCB 80% EM
Avena	480 g	840 g	470 g	820 g
Ensilado	1.100 g	560 g	1000 g	550 g
Alfalfa	900 g	1.530 g	900 g	1.500 g
Concentrado	1.225 g	480 g	1.245 g	470 g

Ingredientes	TERCERA ETAPA (Duración de 60 días)			
	CCM 100% EM	CCM 80% EM	CCB 100% EM	CCB 80% EM
Avena	992 g	1.300 g	981 g	1.300 g
Ensilado	570 g	540 g	560 g	1.400 g
Alfalfa	1.400 g	1.400 g	1.380 g	530 g
Concentrado	485 g	0	480 g	0

V RESTRICCIÓN ENERGÉTICA

La dieta de los grupos sin restricción energética (100%) se formuló para cubrir con la totalidad de los requerimientos energéticos según la etapa de lactancia, mientras que la dieta de los grupos con restricción energética se formuló para cubrir el 80% del requerimiento diario recomendado por el NRC (1981), considerando un porcentaje de grasa en leche al 4%. En ambos casos las dietas contenían la misma cantidad de proteína cruda.

El concentrado fue elaborado dentro de las instalaciones donde se llevó a cabo el trabajo experimental, los ingredientes utilizados fueron: sorgo, maíz, soya, pasta de coco, melaza, y bicarbonato. Debido a que no fue posible elaborar dos tipos de concentrado diferente para cada grupo de CC por el costo económico que esto implicaba, fue el mismo para los cuatro grupos (CCM 80%) (CCM 100%) y (CCB 80%) (CCB 100%), por lo tanto la restricción energética en la dieta se hizo por medio de la manipulación de las cantidades ofrecidas a los animales.

VI CONSUMO ALIMENTICIO

Con el propósito de controlar y estimar el consumo alimenticio diario de las hembras de cada grupo (CCM) y (CCB) el suministro de la ración se llevó a cabo mediante jaulas portátiles individuales instaladas en los corrales de alojamiento, permaneciendo confinadas en tres períodos de encierro:

- a) Primer periodo: 9:00 -11:00 h se suministró heno de avena y ensilado de maíz, en las cantidades asignadas según el grupo.
- b) Segundo periodo: 13:00 – 15:00 h se suministró alfalfa en combinación con los residuos de la toma anterior.
- c) Tercer periodo: 17:00 – 21:00 h se suministró el concentrado.
- d) El consumo de agua fue *ad libitum*.

Todas las mañanas se pesó el sobrante de alimento del día anterior y a su vez se pesó el alimento ofrecido según el grupo al que perteneciera cada cabra.

Foto 1. Jaulas utilizadas.



VII DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LA DIETA

Para determinar la composición nutritiva de la dieta, se utilizó el método convencional de Análisis Químico Proximal (AQP) y se determinaron los porcentajes de materia seca (MS), proteína cruda (PC), energía metabolizable (EM), ceniza, extracto etéreo (EE), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), (Van Soest, 1982), el análisis se llevó a cabo en el departamento de Nutrición de la UAM (Anexo 1).

La proteína no degradable (UIP) se estimó con base a tablas del NRC, mientras que la EM y ENL se estimaron basados en la digestibilidad *in vivo* de la ración.

VIII DIGESTIBILIDAD

Durante el tercer mes de lactación se tomaron muestras de heces al 100% de los animales para obtener los cálculos de digestibilidad y estimar las diferencias porcentuales entre el aporte y la utilización de las raciones suministradas, así como su posible relación con las demás pruebas realizadas.

Las muestras se tomaron directamente del recto de cada animal por las mañanas durante 5 días continuos, colectándolas en bolsas de plástico, para su posterior identificación y congelación.

Procesamiento de las muestras:

Cenizas insolubles en ácido (CIA): A todas las muestras compuestas de heces fecales y alimento se les determinó cenizas insolubles en ácido (CIA) como marcador interno Geerken *et al.* (1987).

Proteína cruda (PC): Se calculó multiplicando el nitrógeno total por el factor 6.25 (AOAC, 1980).

Materia seca (MS): Las muestras parcialmente secadas a 60 ° C, se introdujeron en una estufa calibrada a 100 ° C durante 24 horas para ajustar los datos en base seca (AOAC, 1984).

Fibra detergente neutro y Fibra detergente ácido (FDN y FDA): Método de Van Soest *et al.*, 1991.

IX DETERMINACIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL Y PESO

Para determinar los cambios de peso vivo y de condición corporal conforme avanzó la lactancia y en respuesta al tratamiento de restricción energética, se realizaron pesajes individuales semanalmente, y la calificación de la condición corporal se realizó cada 15 días, utilizando la técnica de palpación en la región lumbar (Santuci y Maestrini 1985).

Foto 2. Palpación de la región lumbar. (a y b)



Técnica de Santucci, y Maestrini (1985).

X PRODUCCIÓN DE LECHE

Con el retiro de las crías inmediatamente después del parto, las hembras ingresaron a un programa de ordeño diario dos veces al día con una duración de 210 días. Una vez por semana se realizaba el pesaje individual de leche (kg). Se estimó la producción total de leche por lactancia a 210 días en kilogramos (PTL210, kg total) y la producción diaria promedio de leche (PDPL, kg/d).

XI COMPOSICIÓN DE LA LECHE

A lo largo de la lactancia se realizaron 7 muestreos de leche de las hembras de cada grupo, con la finalidad de determinar los niveles de grasa, proteína y lactosa. Las muestras fueron tomadas a los 7, 60, 90, 120, 150, 180 y 210 días desde el parto (Chilliard *et al.*, 1979; Treacher *et al.*, 1986; Reid *et al.*, 1986; Dunshea, 1990).

Las muestras de leche se congelaron en el momento de su toma, para poder realizar la transportación al laboratorio. Las determinaciones de los componentes lácteos se realizaron en el laboratorio de Productos Lácteos de la UAM unidad Xochimilco, por método de espectrofotometría por infrarrojo, (Milko-Scan 133 B, Mca. Foss Electric, Denmark).

Con los resultados obtenidos de la composición de la leche se obtuvieron los promedios mensual de grasa (CPG, g/kg), proteína (CPP, g/kg) y lactosa (CPL, g/kg).

XII DETERMINACIONES ANALITICAS SANGUINEAS

Se obtuvieron muestras sanguíneas de la vena yugular con sistema de tubos al vacío en los diferentes grupos de cabras, los 15 días preparto, al parto y 30, 60, 90, 120, 150, 180 y 210 días posparto. Se centrifugaron para la obtención del suero, y se mantuvieron en congelación hasta su estudio.

En dichas muestras se realizaron las determinaciones de los siguientes analitos: glucosa por método de trinder, ácido β -hidroxibutírico (β -HOB) por método D-3-hidroxibutirato, ácidos grasos no esterificados por método ACS – ACOD (Wako), Aspartato amino-transferasa (AST) por método de Karman, Gamma glutamil-transferasa (GGT) por método de glutamil paranitroanilida, colesterol total (CT) por método de Allain y Roschlau modificado, creatinin cinasa (CK) por método de Oliver modificado y albúmina sérica por método de verde de bromocresol.

Las muestras se procesaron en el Laboratorio de Patología Clínica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, empleando un analizador químico espectrofotómetro Cobas Miras Roche*.

*De acuerdo a los lineamientos de los laboratorios Roche.

XIII ANÁLISIS ESTADÍSTICO

De acuerdo a los modelos establecidos en el punto 7.2.1 y 7.2.2, se utilizó un modelo lineal para mediciones repetidas y así poder determinar los efectos de la condición corporal al parto y el contenido energético de la dieta sobre los cambios en las mediciones indirectas del estado corporal, la variación en los indicadores de metabolismo lipídico medidos y la cantidad y calidad de leche producida. Dichos análisis se llevaron a cabo utilizando el paquete estadístico JMP versión 5.1 (SAS Institute Inc., Cary N. C., 1989-2003).

A 8. RESULTADOS

I ALIMENTACIÓN

En el Cuadro 3 se presenta la concentración de nutrientes en la dieta para los grupos de cabras con condición corporal media y baja, así como sus niveles energéticos, los grupos con restricción energética consumieron mayor porcentaje de MS, proteína y fibra, sin embargo, en el análisis se comprueba que las cabras no tuvieron restricción energética del 20% sino del 10%. No hubo diferencia significativa ($P>0.05$).

Cuadro 3. Concentración de nutrientes de las raciones proporcionadas (base seca) y niveles energéticos en los grupos con CCM y CCB.

NUTRIENTE	CCM 100%	CCM 80%	CCB 100%	CCB 80%
MS	77.92	79.31	78.28	79.51
FDA%	19.50	28.91	20.01	28.89
FDN%	29.60	41.04	30.73	40.98
PC%	13.60	15.25	14.23	15.31
UIP%	3.93	3.34	4.16	3.34
EM Mcal/kg	2.55	2.27	2.55	2.27
ENL Mcal/kg	1.61	1.42	1.60	1.42

En el cuadro 4 se presentan los resultados de la digestibilidad de la MS, FDN, PC y Almidón, se puede observar que las cabras con CCB 80% tuvieron una mayor digestibilidad que los otros grupos. Con respecto a la digestibilidad del almidón se encontró que las cabras con CCM 100% tuvieron la mayor digestibilidad que los otros ($P<0.05$).

Cuadro 4. Consumo de la MS, FDN, PC y Almidón digestible, en las cabras con la condición corporal y sus niveles energéticos en las dietas proporcionadas.

Cond. Corporal	C.C. MEDIA		C.C. BAJA	
	100%	80%	100%	80%
Nivel energético				
MS kg	2.20	2.29	2.13	2.31
FDN %	0.495	0.720	0.344	0.739
PC %	0.280	0.320	0.264	0.329
ALMIDÓN %	0.648	0.247	0.332	0.274

En el cuadro 5 se aprecia que las cabras que aprovecharon mejor los nutrientes de la dieta fueron las de CCB 80% ($P < 0.05$)

Cuadro 5. Digestibilidad in vivo de los ingredientes en las cuatro dietas experimentales.

Cond. corporal	C.C. MEDIA		C.C. BAJA	
	100%	80%	100%	80%
Nivel energético				
MS %	84.3	85.7	82.6	86.8
FDN %	64.4	65.2	43.4	67.8
PROTEINA	79.6	78.5	72.0	80.8
ALMIDÓN %	77.8	46.1	40.0	52.6

En el cuadro 6 se observa que las cabras con restricción energética consumieron mayor fibra en la dieta aunque no se observaron diferencias entre grupos ($P > 0.05$)

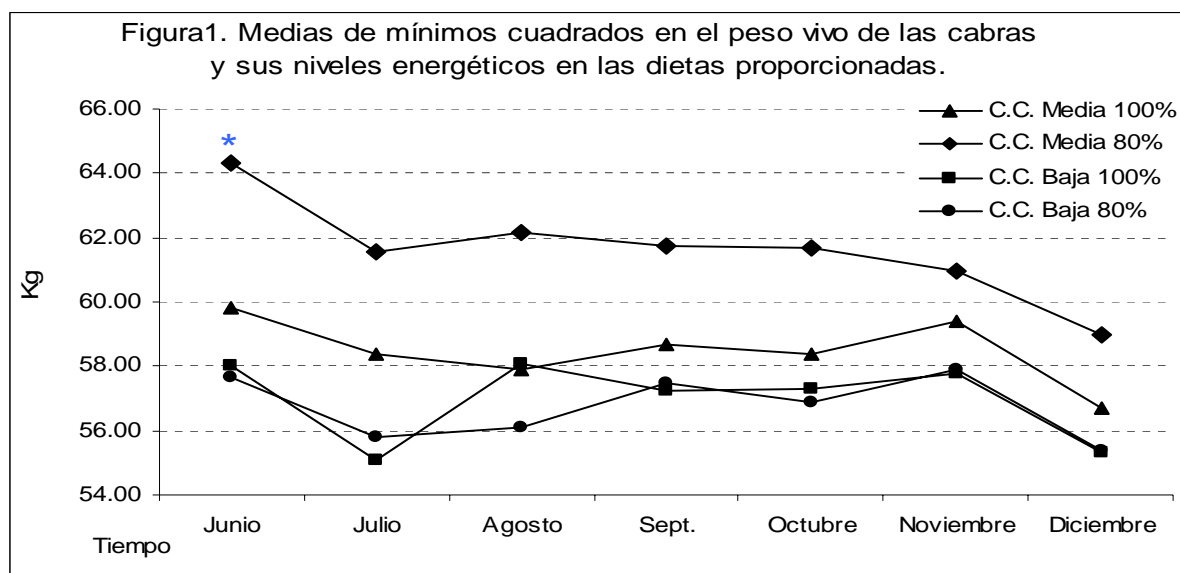
Cuadro 6 Aporte de nutrientes en las cuatro dietas suministradas (base seca).

	CCM 100%	CCM 80%	CCB 100%	CCB 80%
PC	10.6	12.1	11.1	12.2
UIP	3.1	2.6	3.3	2.7

FDN	23.1	32.5	24.1	32.6
FDA	15.2	22.9	15.7	23.0
EM	1.99	1.80	1.99	1.81
ENL	1.25	1.12	1.25	1.13

II PESOS VIVOS.

En la Figura 1 se presentan las medias de mínimos cuadrados para el peso vivo en los 4 grupos. El comportamiento del peso fue similar entre ellos, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de condición corporal media y baja, y tampoco hubo efecto de la interacción dieta y CC para esta variable ($P>0.05$).

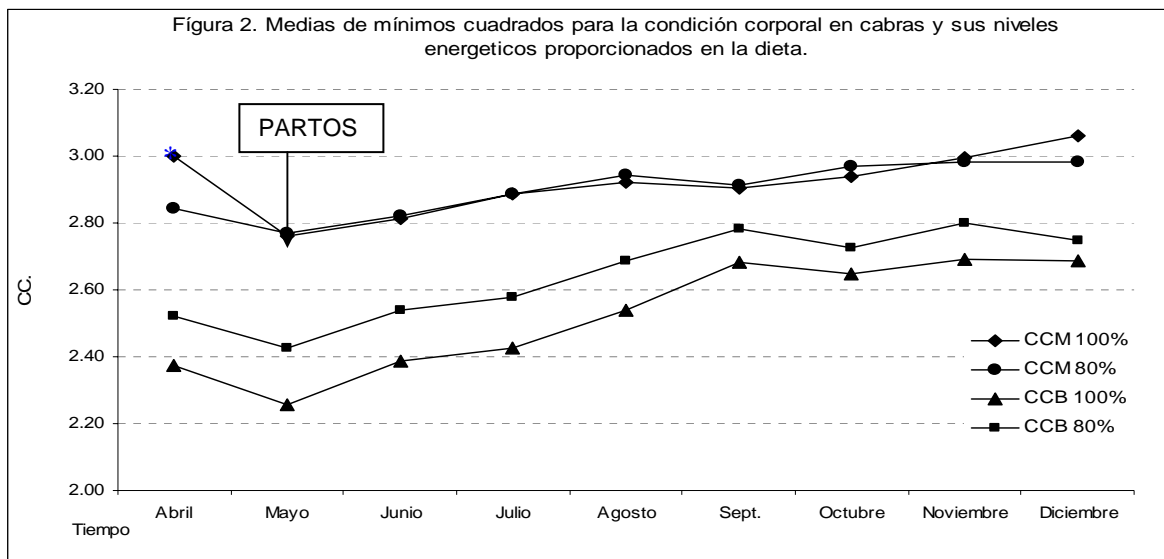


*No se observaron diferencias entre periodos de tiempo. ($P>0.05$)

III CONDICIÓN CORPORAL

En la Figura 2 se muestran las medias ajustadas para los 4 grupos de condición corporal y sus niveles energéticos en las dietas suministradas, la interacción entre la dieta y peso vivo no tienen relación alguna con los cambios en la condición corporal. ($P>0.05$)

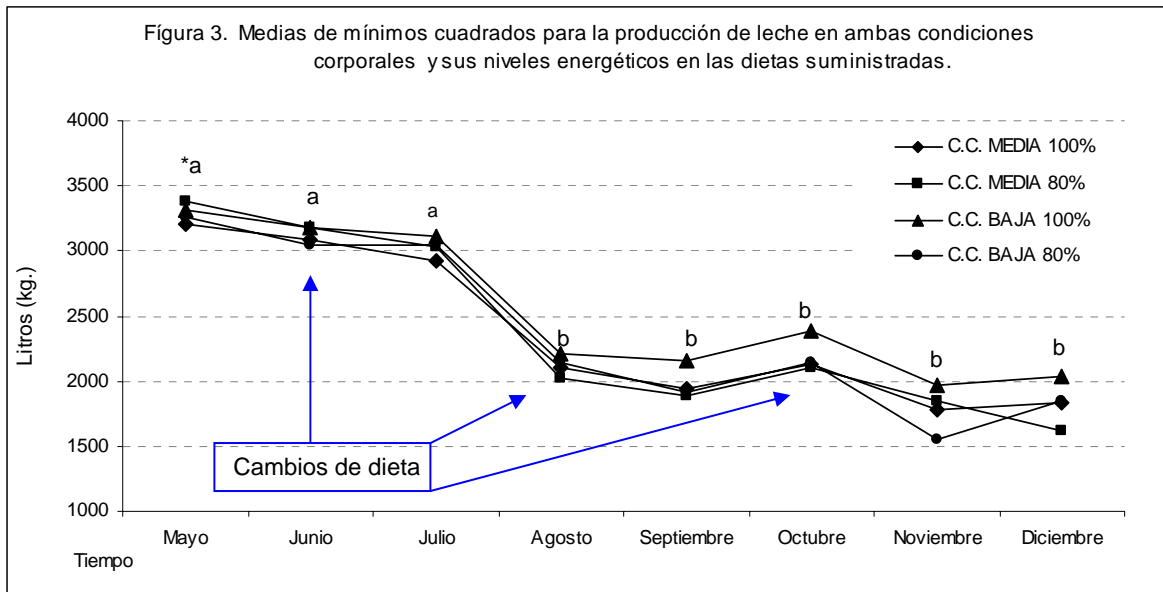
Se observa que durante el segundo mes los 4 grupos con tratamiento presentan una disminución de la condición corporal, y conforme avanzó la lactación los animales se fueron recuperando.



*No se observaron diferencias entre periodos de tiempo. ($P>0.05$)

IV PRODUCCIÓN DE LECHE

En la Figura 3 se muestran las medias ajustadas para la producción de leche en las cabras con su condición corporal y niveles energéticos de las dietas evaluadas. En ambos grupos de CC se observan curvas con una misma dirección manteniendo un paralelismo entre ellas, sin embargo se aprecia una caída significativa entre el periodo de Julio y Agosto ($P<0.05$) a partir del cuarto mes la dirección de las curvas es similar por lo que no hay diferencias. No se observó efecto de la interacción entre dieta, peso vivo y condición corporal para esta variable ($P>0.05$).

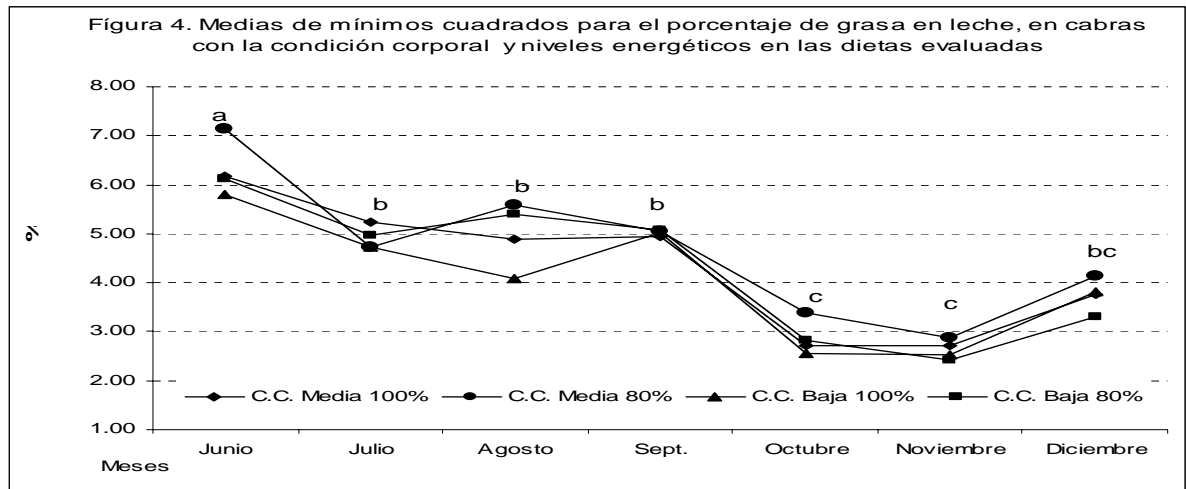


*ab: Literales diferentes, indican diferencias entre mediciones en el tiempo ($P < 0.05$)

V Componentes de la leche: GRASA

En la Figura 4 se muestran las medias de mínimos cuadrados para el porcentaje de grasa en leche en los grupos con condición corporal media y baja, y los niveles energéticos de las dietas evaluadas. Se encontraron diferencias significativas. ($P < 0.05$)

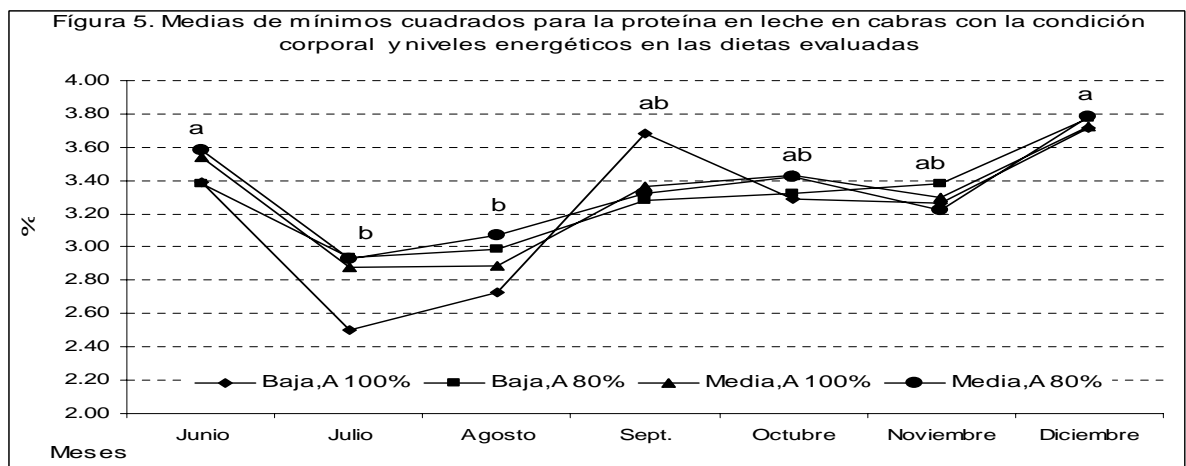
Se observa que al inicio de la lactación el porcentaje de grasa en leche es mayor en el grupo de cabras con CCM 80% con valores promedio mayor a 7%, durante el pico de lactación (2 primeros meses) los grupos sin restricción descienden paulatinamente, a diferencia de los grupos con la restricción que elevan ligeramente el porcentaje de grasa durante el tercer mes, a partir del 5 y 6 mes se observan los menores porcentajes para todos los grupos.



abc: Literales diferentes, indican diferencias entre mediciones en el tiempo ($P < 0.05$)

PROTEINA

En la Figura 5 se muestran los valores promedio para el porcentaje de proteína en leche, para los grupos de condición corporal y niveles energéticos de las dietas evaluadas en el presente estudio. El efecto de la dieta, y condición corporal no se relacionaron con los cambios en la producción de proteína, por lo que no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de condición corporal media y baja. ($P > 0.05$).

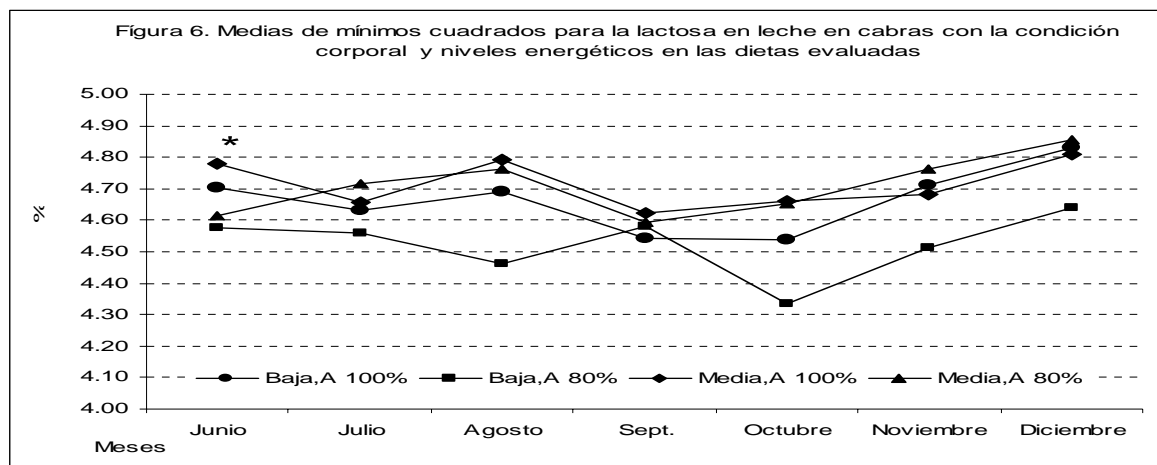


a y b: Literales diferentes, indican diferencias entre mediciones en el tiempo ($P < 0.05$)

LACTOSA

En la Figura 6 se muestran las medias ajustadas para los valores promedio del porcentaje de lactosa en leche de los grupos evaluados. La interacción de la dieta tiende a relacionarse con la producción de lactosa en leche, se observó efecto significativo ($P < 0.05$).

El grupo de CCM 100% comienza con valores promedio elevados (4.8%), mientras que el grupo con restricción (80%) comienza con una producción menor de 4.6% y durante el pico de lactación ligeramente sobrepasa al grupo sin restricción, para el tercer mes ambos grupos igualan sus valores promedio de proteína. El grupo de CCB 100% mantiene una mayor producción de lactosa en comparación con CCB 80% durante todo el experimento, con una producción promedio de 4.6%.

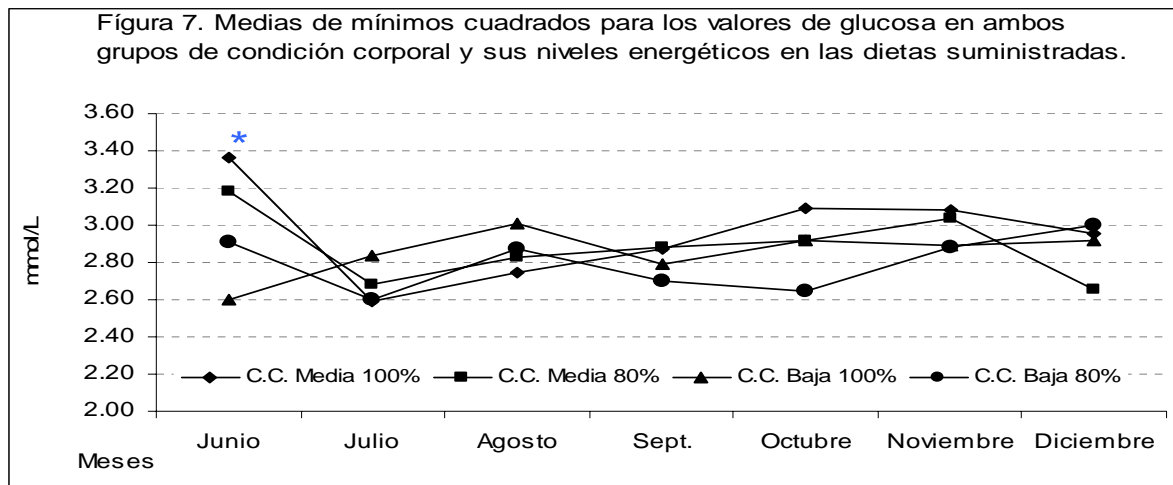


* No se observaron diferencias entre periodos de tiempo. ($P > 0.05$)

VI METABOLITOS SANGUÍNEOS:

GLUCOSA

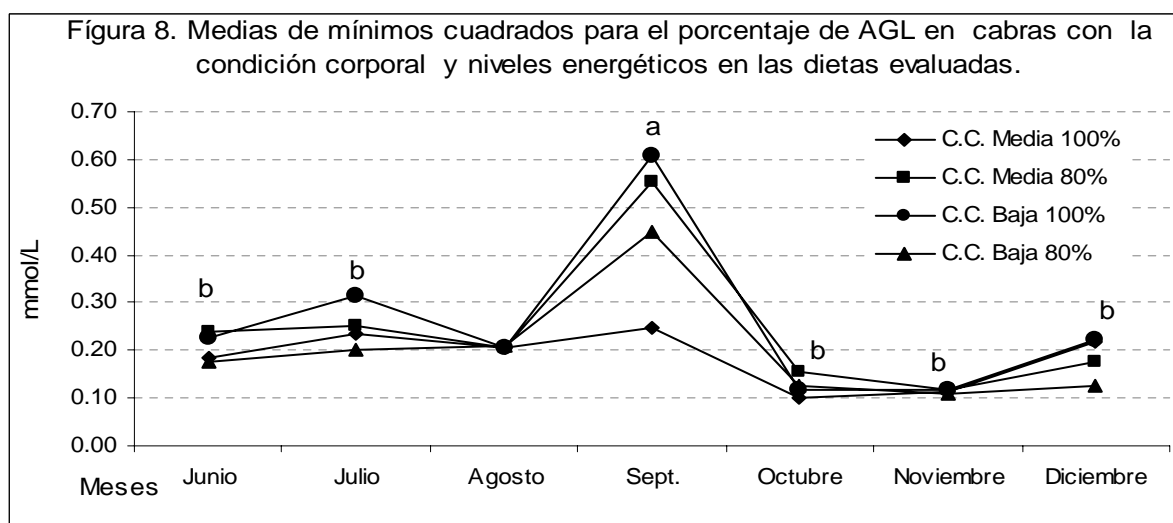
En la Figura 7 se muestran las medias ajustadas para los valores de glucosa en sangre de los grupos con condición corporal y sus niveles energéticos en las dietas evaluadas, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$).



* No se observaron diferencias entre periodos de tiempo. ($P>0.05$)

Ácidos Grasos Libres (AGL)

En la Figura 8 se presentan las medias ajustadas para los resultados obtenidos del análisis bioquímico en suero para los ácidos grasos libres (AGL) entre los grupos de condición corporal y niveles energéticos de las dietas evaluadas, no se observó efecto de la interacción entre dieta, peso vivo y condición corporal para esta variable ($P>0.05$).

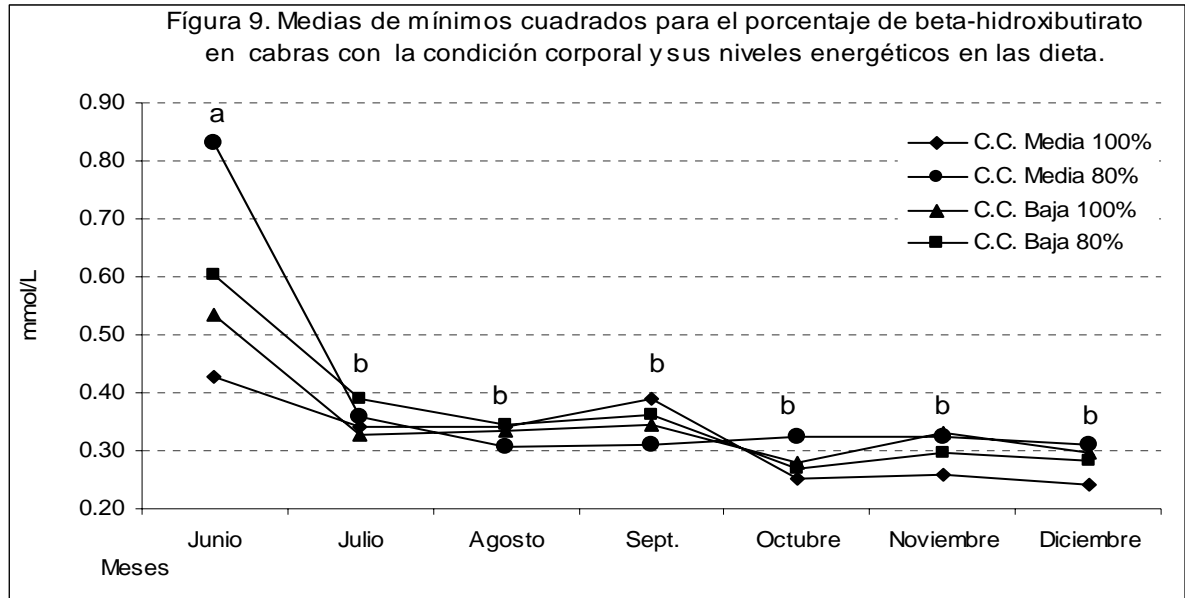


ab: Literales diferentes, indican diferencias entre mediciones en el tiempo ($P<0.05$)

β -hidroxibutirato

En la Figura 9 se muestran las medias ajustadas para los valores promedio del β -hidroxibutirato de los grupos con su condición corporal evaluados. La interacción de la dieta al inicio del estudio tiende a relacionarse con la producción del β -hidroxibutirato, por lo que se observó efecto significativo ($P < 0.05$).

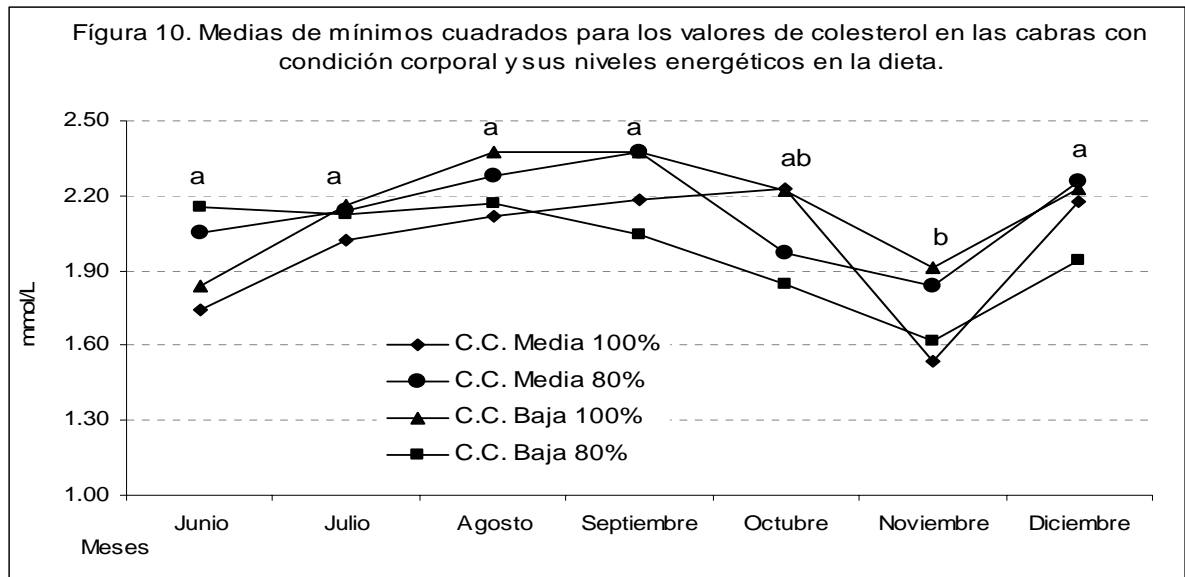
El grupo de CCM 80%, después del parto presenta valores elevados de 0.82 mmol/L en comparación con los demás grupos, para el segundo mes disminuye su producción a 35 mmol/L a partir del mes de Julio y hasta el final del experimento todos los grupos mantienen niveles similares entre ellos. Se observa que para el cuarto mes viene un pequeño ascenso en el grupo de CCM 100% alcanzando un valor de 0.40 mmol/L para después tener un descenso de 25 mmol/L manteniendo este mismo valor hasta el final del experimento.



ab: Literales diferentes, indican diferencias entre mediciones en el tiempo ($P < 0.05$)

COLESTEROL

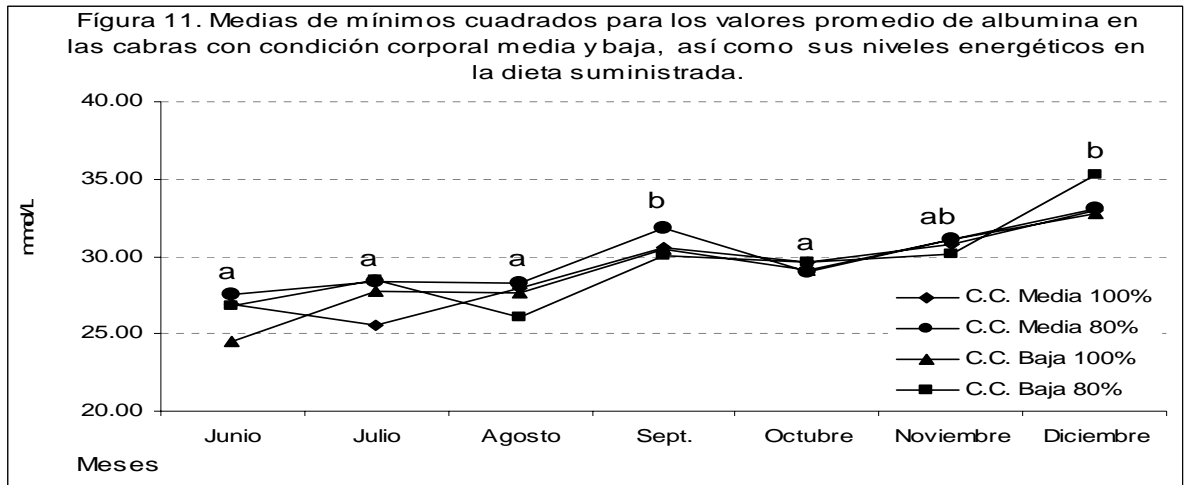
En la Figura 10 se muestran las medias ajustadas de los resultados obtenidos para colesterol entre los grupos estudiados de condición corporal y sus niveles energéticos en las dietas. Se observa que las curvas mantienen un paralelismo entre ellas, por lo que no se encontraron efectos significativos de la interacción condición corporal y dieta para esta variable ($P>0.05$).



a y b: Literales diferentes, indican diferencias entre mediciones en el tiempo ($P<0.05$)

ALBUMINA

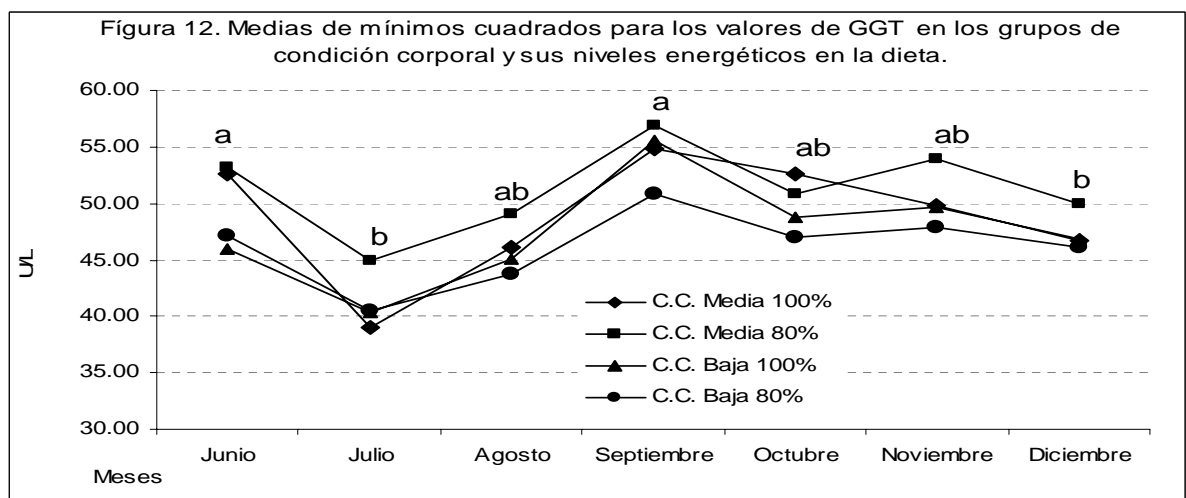
En la figura 11 se muestran las medias ajustadas para la albúmina, entre los grupos estudiados de condición corporal y sus niveles energéticos en las dietas evaluadas, no se encontraron diferencias significativas entre grupos. ($P>0.05$).



a y b: Literales diferentes, indican diferencias entre mediciones en el tiempo ($P < 0.05$)

Gamma glutamiltransferasa (GGT)

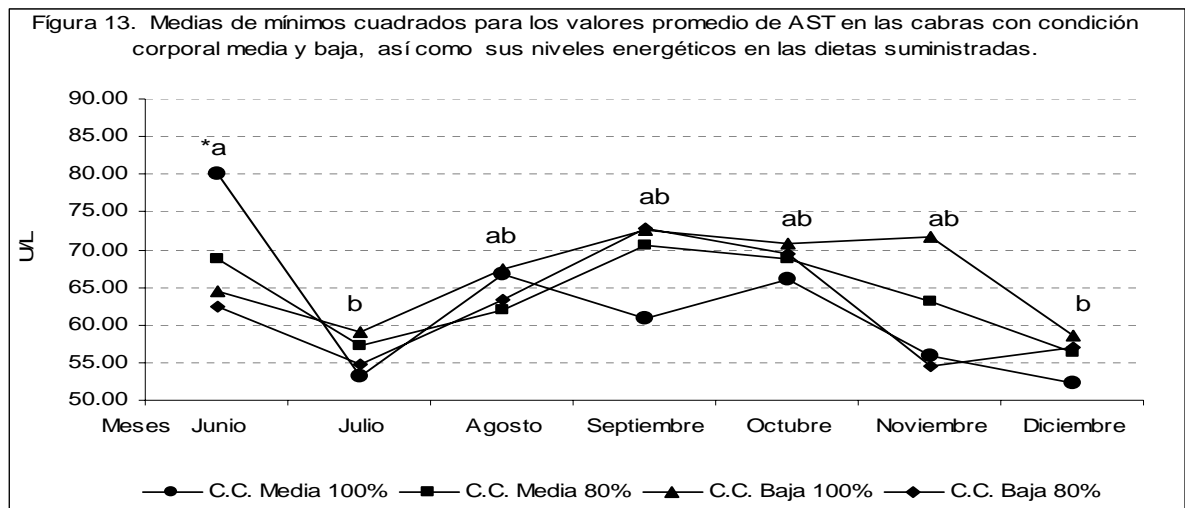
En la Figuras 12 se muestran las medias ajustadas de los valores promedio para gamma glutamiltransferasa entre los grupos estudiados de condición corporal y sus niveles energéticos en las dietas evaluadas, se observa un efecto significativo por efecto de la dieta y la condición corporal para esta variable. ($P < 0.05$)



a y b: Literales diferentes, indican diferencias entre mediciones en el tiempo ($P < 0.05$)

Aspartato Amino Transferasa (AST)

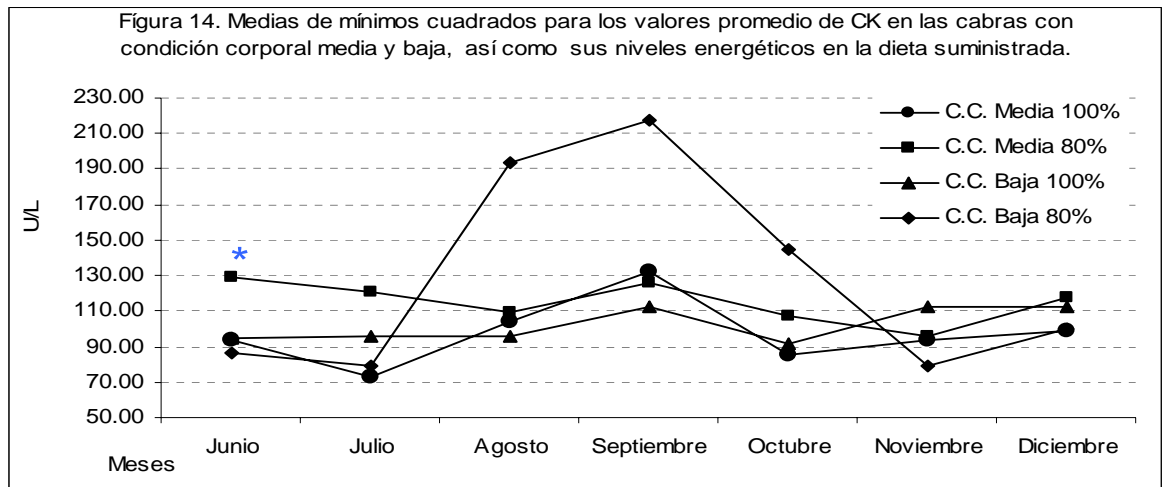
En la Figura 13 se muestran las medias ajustadas de los resultados obtenidos por medio de análisis bioquímico para aspartato aminotransferasa (AST), entre los grupos estudiados de condición corporal y sus niveles energéticos en las dietas evaluadas, no se encontraron diferencias significativas entre grupos ($P>0.05$).



*ab: Literales diferentes, indican diferencias entre mediciones en el tiempo ($P<0.05$)

Creatinin Cinasa (CK)

En la Figura 14 se muestran las medias ajustadas de los resultados obtenidos por medio de análisis bioquímico para la creatinin cinasa (CK), entre los grupos estudiados de condición corporal y sus niveles energéticos en las dietas evaluadas durante todo el experimento, no se encontraron diferencias significativas entre ellas. ($P>0.05$).



* No se observaron diferencias entre periodos de tiempo. ($P > 0.05$)

A 9. DISCUSIÓN

Alimentación.

Los resultados de este trabajo, indican que las cabras consumieron los mismos aportes nutricionales en las dietas elaboradas, debido a un mal balanceo de la ración, sin embargo, entre los cuatro tratamientos suministrados las cabras que aprovecharon mejor los nutrientes fueron las de CCB 80% lo cual se vio reflejado en la producción de leche, y pudo atribuirse a que consumieron mayor fibra.

Los valores del NRC no han sido actualizados en la especie caprina y por consiguiente el lugar dónde se realizó el presente trabajo sigue manejando los mismos aportes recomendados desde 1981; el NRC fue una de las primeras referencias publicadas que compilaba trabajos en el que se enlistaban las necesidades de los rumiantes en varias etapas de producción. Se buscó esta solución, al no contar con actualizaciones de las necesidades en la alimentación del caprino, pues se asumía que las cabras tenían requerimientos energéticos similares para mantenimiento igual que los ovinos y necesidades energéticas para la producción de leche igual que las vacas (Lachica y Fernandez, 2005).

Existen trabajos dónde se comprueban que los valores del NRC (1981) son obsoletos, y gracias a diversas investigaciones se comprueba que son deficientes y no cubren las necesidades nutricionales (Luo *et al.*, 2004, Luo *et al.*, 2004a, Nsahlai *et al.*, 2004) Se dice que los requerimientos de energía para lactación recomendados por el NRC es de 1246.12 kcal EM/kg (5213.77 kJ) sin embargo, Nsahlai *et al.* (2004) estimaron los requerimientos y la eficiencia para etapas de lactación en cabras recopilando información de 44 estudios y 243 observaciones, utilizando los valores publicados por Luo *et al.* (2004) comprobaron que la EM para cabras en lactación es de 5224 kJ/kg, y lo mismo ocurrió para los valores de proteína.

En el presente trabajo los requerimientos sobrepasaron las necesidades según la etapa productiva en que se encontraba el grupo evaluado, y se comprueba que

tuvieron una restricción del 10% y no del 20%, es decir el aporte energético fue del 90% y no del 80%, evidentemente la EM proporcionada en las dietas con restricción no fue suficiente para poder observar diferencias.

Jimeno *et al.* (2003) recomiendan que la cantidad de almidón en la ración de cabras lecheras de alta producción sea inferior o igual al 25% de la MS para sostener adecuadamente una producción óptima, lo cual fue comprobado con el grupo de CCM 100% en las que su consumo digestible de almidón fue de 0.648g lo que vendría siendo un 24% de la MS y gracias a este aprovechamiento las cabras produjeron leche y recuperaron rápidamente su condición corporal, sin tener un desgaste elevado de sus reservas aún cuando se encontraron en balance energético negativo. Dietas que contengan almidón lentamente degradable en rumen de cabras lecheras, producirán más lactosa y cantidad de leche, a diferencia de dietas ricas en almidón rápidamente degradable (Jimeno *et al.*, 2003).

Condición Corporal

Los resultados de la condición corporal indican que después del parto y al comienzo de la lactancia, la condición corporal se mantiene sin diferencias entre entre los grupos evaluados en las diferentes etapas de lactación. ($P>0.05$)

Los resultados difieren en lo encontrado por Ríos *et al.* (2006) en un estudio realizado en cabras lecheras de raza Saanen, quienes tuvieron un desgaste mayor de condición corporal entre la tercera y sexta semana de lactación (pico de lactación), lo que pudo ser atribuido principalmente a la movilización de las reservas para sostener los niveles de producción en etapas críticas. De igual forma Dunshea *et al.*, (2000) demuestran en trabajos previos la rápida movilización de grasa que se da durante la lactancia temprana en cabras cuando se encuentran en balance energético negativo.

En las cabras con restricción en la dieta no se observaron alteraciones metabólicas. En el caso del grupo de CCB 80% la pérdida de peso corporal se observó durante el segundo y tercer mes y la de condición corporal los 2 primeros meses, mientras que la producción de leche no se vio afectada. Se sabe que aunque la pérdida de peso y condición corporal sea mínima y no significativa, es probable que haya mayor tendencia por aumentar la producción de leche que a la acumulación de las reservas corporales (Butler y Smith, 1989; Jarrige, 1990). Esto puede asociarse con el grupo de CCB 100% que aunque no hubo diferencias, en promedio (kg) produjeron más leche que los otros grupos de estudio.

Al igual que el grupo de CCM 100% las cabras aprovecharon al máximo los componentes de la dieta dando prioridad a la producción de leche (kg). McNamara *et al.*, (1986a) mencionan que los nutrientes de la dieta son utilizados en la síntesis de leche y la ganancia de peso corporal. En vacas lecheras se ha demostrado que tienden a consumir más concentrado (MS) por unidad de peso vivo durante los primeros tres meses de lactación, y consumen más forraje durante el segundo y tercer trimestre de lactación (Holter *et al.*, 1990).

La calificación corporal, a pesar de ser una medida subjetiva, se relaciona estrechamente con el comportamiento de la curva de producción y sus componentes, aunque en el presente trabajo no se observó así.

Producción de Leche.

La producción de leche se midió durante 210 días sin encontrarse diferencias significativas entre los grupos de condición corporal media y baja ($P > 0.05$).

Estos resultados coinciden con el trabajo realizado en vacas lecheras por Holter *et al.* (1990) quienes no encontraron diferencias entre sus tratamientos al suministrar un consumo individual con diferentes proporciones de energía y calificando la condición corporal, a excepción del peso vivo que sí fue significativamente diferente, las demás variables analizadas no lo fueron.

Existen publicaciones en vacas lecheras que demuestran que las reservas corporales (grasas) se movilizan rápidamente durante la lactación para mantener la producción de leche, por lo que el depósito de tejido adiposo se relaciona con la densidad de energía proporcionada en la dieta (Martín, *et al.*, 1986; Holter *et al.*, 1990; Dunshea, *et al.*, 1987), en el presente trabajo al no observarse diferencias entre las densidades energéticas suministradas, la producción de leche no se vio afectada. Para el tercer mes de lactación, la producción láctea desciende, lo cual también coincide con el tercer cambio de dieta durante el experimento, el cual se basó en una disminución drástica en la cantidad de concentrado proporcionado para ambos grupos de estudio. McNamara *et al.*, (1986a) demuestran en una de sus publicaciones el efecto de la restricción energética sobre la lipogénesis marcada durante los primeros 60 días de lactación en vacas y mencionan que la lipogénesis disminuye hasta un 90% los primeros 15 días posparto y se incrementa los primeros 30 días de lactación en el grupo de vacas bajo restricción energética.

Haciendo una comparación entre ambos grupos se puede observar que el grupo CCB 100% aparentemente tuvo mayor producción de leche, pero también mayor movilización de reservas grasas y por lo tanto mayor pérdida de CC, en comparación con el grupo de CCB 80%, que produjo menos leche pero recuperó peso y estado corporal más rápidamente a lo largo de todo el experimento. En vacas lecheras ha sido demostrado que van ganando peso a partir del día 30 hasta el 180 posparto (McNamara *et al.*, 1986). Dunshea, *et al.*, 1987 reportó en cabras lecheras que la grasa corporal se gasta aproximadamente a razón de 64g/día entre los días 11 y 37 y tiende a incrementarse entre los días 37 y 72. También Chillard *et al.*, (1984) demostró que los adipocitos disminuyen dramáticamente las primeras 9 semanas de lactación en vacas lecheras, debido a la lipólisis y lipogénesis tan drástica a la que se ven sometidas.

La pérdida de lípidos corporales durante la lactancia temprana es altamente variable, puesto que el nivel de desnutrición depende de la producción de leche (o

del número de crías que son amamantadas), del apetito de los animales y del nivel de suministro de alimentos, Chilliard *et al.*, (1999) reportan pérdidas de 30-40% de los lípidos presentes antes de la lactación (3-6 kg en ovejas y cabras; y de 20-50 kg en vacas lecheras) en las primeras 6 semanas de la misma y pueden movilizarse hasta un 80% de las grasas corporales en animales alimentados insuficientemente.

Entre los 4 grupos de estudio no se observó efecto de la interacción entre dieta, peso vivo y condición corporal para la producción de leche ($P > 0.05$). Holter *et al.*, (1990) tampoco encontró diferencias significativas entre el grado de condición corporal en vacas y la producción de leche. Lo anterior podría estar asociado con lo encontrado por McNamara *et al.*, (1986) quienes hacen mención de algunos efectos fundamentales que tienden a suceder como respuesta al alterar los niveles de energía en la dieta, siendo el primero el efecto de la lactación, la síntesis de grasa, la respuesta del tejido adiposo y la síntesis de lípidos, principalmente la lipogénesis, cuando los animales se encuentran en un balance energético negativo.

COMPONENTES DE LECHE:

GRASA.

Para el porcentaje de grasa en leche, se encontraron diferencias entre grupos ($P < 0.05$). Se sabe que los componentes de la leche se pueden ver afectados por el aporte de energía en la dieta, sin embargo, estos resultados difieren de lo encontrado por McNamara *et al.*, (1986a y 1986b) nos muestran en publicaciones previas que la restricción energética en vacas no altera significativamente la secreción de grasa en leche, aunque sí la disminución del peso vivo, y que al reducir el consumo de energía en la dieta, la secreción de grasa en leche se mantiene, en base a la movilización de las reservas corporales o la lipogénesis. Por su parte Holter *et al.*, (1990) reporta que las vacas que presentan más depósitos de grasa corporal y sin restricción energética en la dieta tienden a

movilizar de igual forma sus reservas corporales para la síntesis de grasa en leche (Holter *et al.*, 1990).

Los grupos con restricción en la dieta se mantuvieron arriba de aquél sin restricción, y no se observó efecto de la interacción entre dieta y peso vivo, pero la correlación con la calificación de condición corporal fue significativa ($P < 0.05$). Nuestros resultados coinciden con lo obtenido por Goetsch *et al.* (2001), quienes reportan que la concentración de grasa en leche no se vio afectada por los diferentes niveles de energía manipulados en el consumo de concentrado en cabras.

Los primeros cuatro meses de lactación los porcentajes de grasa en leche en promedio fueron elevados (5.3 ± 0.4), en comparación con los resultados publicados por Glass *et al.*, (1969) y Rauva *et al.*, (1970) reportan valores promedio de 3.5 y 4.1%, pero nuestros resultados se acercan más a lo encontrado por Aganga *et al.*, (1997) con promedios de 5.01% en leche de cabra entre los 60 y 90 días posparto, se estima que para los 40 días posparto el porcentaje de grasa disminuye y oscila alrededor de 4.4%. Por otra parte, Gajdusek *et al.*, (1993) reportó en cabras estabuladas que el contenido de grasa en leche se eleva los primeros días del parto y declina para el 110 día de lactación, además de que el porcentaje de grasa en leche disminuye para el pico de lactación, debido a una competencia que se da de manera fisiológica entre la glándula mamaria y el tejido adiposo (Margrete *et al.*, 2006).

El momento en que se toma la muestra de leche para ser analizada también puede influir, Ilahi *et al.*, (1999), dentro de los factores que afectan la calidad de la leche demostraron que si la ordeña se realiza por la mañana o por la tarde influye significativamente en las cantidades de los componentes de la leche. Por la mañana la producción de leche es mayor y tiende a acumularse mayor porcentaje de grasa en la glándula mamaria, a diferencia del ordeño vespertino. En esta investigación las muestras fueron tomadas por la mañana.

Tras el parto, el contenido de grasa en leche de cabra es bastante alto, para luego ir disminuyendo a medida que avanza la lactación. Esto se explica por una parte por el efecto de dilución debido al incremento en la producción láctea hasta alcanzar el pico de producción y por la disminución en la lipomovilización corporal que hace que disminuya la concentración plasmática de ácidos grasos no esterificados (AGNE), especialmente los C18, utilizados para la síntesis de grasa láctea en la glándula mamaria.

PROTEINA.

El grupo con CCM 80% aparentemente produjo más proteína en leche, en comparación con el grupo CCM 100%, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre grupos ($P>0.05$). Goetsch *et al.*, 2001 tampoco encontró diferencias en la concentración de proteína en leche durante toda la lactación entre sus grupos experimentales en cabras. Zygoiannis *et al.*, (1986) en un estudio realizado en cabras analizando los componentes de la leche, no reporta diferencias significativas entre sus grupos evaluados para grasa, proteína, y lactosa, basándose su estudio en la clasificación de 3 grupos experimentales y cada uno de ellos se dividieron en base al número de crías para amamantar (N=8 hembras), (N=8 machos), (N=8 gemelos).

Jenness (1980) reportó que las 5 proteínas principales encontradas en la leche de cabra son: β -lactoglobulina, α -lactoalbúmina, K-caseína, β -caseína, y una caseína más que es llamada α ²-caseína. Dicho autor menciona que la albúmina va incrementando conforme avanza la etapa de la lactación, y esto podemos observarlo más adelante en los promedios ajustados de la producción de albúmina en sangre (Figuras 12).

En el caso de Frimawaty *et al.*, (1999), al hacer un comparativo entre los componentes de la leche de borrega y de cabra, reportan valores promedio de proteína entre 2.24 y 4.01 g/100g respectivamente encontrando diferencias significativas entre ambas especies.

LACTOSA.

Los grupos sin la restricción presentan una producción promedio ligeramente más elevada a la de los grupos con restricción a lo largo de toda la lactancia. Se observó un efecto significativo de la condición corporal al inicio del estudio. ($P < 0.05$)

La relación entre el suero y las proteínas de la leche fue explicada por Hafez (1980), quien menciona que algunas proteínas constituyentes de la leche tienden a ser absorbidas de la sangre, gracias a los precursores de aminoácidos. La lactosa de la leche es formada gracias a la glucosa en sangre (Amer *et al.*, 1999). La capacidad de producir lactosa también va a estar dada por el tamaño de la glándula mamaria, que a su vez está relacionada con la secreción de progesterona así como otras hormonas mamogénicas, Frimawaty *et al.*, (1999) menciona que en borregas que tuvieron mayor concentración de progesterona y mejor desarrollo de la glándula mamaria tuvieron mayor número de células y una lactación continua.

Gaynor *et al.*, (1995) reporta que dietas altas en granos influyen en acciones hormonales así como en la participación de la insulina, que a mayores cantidades circulantes provoca la absorción incrementada de glucosa y propionato, con el consecuente aumento de la deposición grasa y del estado corporal, pero por otro lado se incrementara la competencia del organismo por distribuir la energía adquirida a la condición corporal o glándula mamaria, así como la glucosa y los ácidos grasos no esterificados.

Finalmente, el efecto de las características de la dieta sobre la energía es importante ya que las propiedades de los nutrientes proporcionados en la dieta así como la participación de la energía estarán relacionados con diferentes funciones fisiológicas como la producción de proteína, grasa y lactosa en leche, así como su aporte a la glándula mamaria (Goetsch *et al.*, 2001).

METABÓLITOS SANGUINEOS:

GLUCOSA

Los resultados de glucosa en sangre no mostraron diferencias ($P>0.05$), en el primer mes los niveles son ligeramente elevados en los 4 grupos de condición corporal, probablemente por la liberación de glucocorticoides fetales, pero difiere de lo informado por Juárez *et al.*, 2005 quienes al realizar un estudio en cabras lecheras y manejando diferentes consumos de energía reporta diferencias asociadas a una malnutrición o a la disminución del consumo de EM y baja ingestión de precursores de glucosa.

La glucosa se mantuvo dentro de los estándares normales, esto coincide con lo reportado por Firat y Ozpinar (1996) en sus investigaciones con borregas tampoco encontraron diferencias significativas de la glucosa en suero durante toda la gestación y lactación. Por otra parte Dunshea *et al.*, (1990) en una investigación mencionan como la glucosa se puede ver más aumentada entre el día 10 y 38 de lactación, concluyen que este aumento puede relacionarse con el consumo de MS y el balance energético en que se encuentre la cabra, más que por la demanda de lactosa en leche. Existirá por lo tanto una relación inversa entre la glucosa en suero y la lactosa secretada en leche, en el presente trabajo no hubo correlación positiva entre la glucosa y la lactosa. Por su parte Amer *et al.*, (1999) informan que es más notoria una correlación elevada los días 2, 3, 7 y 14 días posparto, y entre el día 2 y 3 la conversión de glucosa a lactosa se secreta más rápidamente para la formación de calostro.

β -HIDROXIBUTIRATO

Los resultados obtenidos en este estudio (Figura 9), muestran que las curvas de ambos grupos de CC mantienen un paralelismo entre ellas. Sin embargo, después del parto se observan valores muy elevados del β HB; dando así un efecto significativo ($P<0.05$) por efecto de la dieta al inicio del estudio. Esto podemos

asociarlo al momento crítico de la etapa productiva, y al balance energético en que se encontraban los animales después del parto, los cuerpos cetónicos son resultado de un catabólismo graso (movilización de sus reservas grasas), y su presencia se observa porque la glucosa no cubre por sí sola con los requerimientos energéticos (Ramin *et al.*, 2004). Lacetera *et al.*, (2001) también reportan en sus investigaciones como la ausencia de glucosa y ácido oxaloacético en el ciclo de Krebs, el (β HB) se incrementa en suero y la presencia de cuerpos cetónicos en leche y orina es evidente.

Los resultados coinciden con Ramin *et al.*, 2005 en un estudio realizado en borregas quienes no observaron correlación positiva entre β -hidroxibutirato y glucosa.

ACIDOS GRASOS LIBRES (AGL)

En el presente estudio los resultados obtenidos del análisis bioquímico en suero para los ácidos grasos libres, no muestran diferencias entre los grupos de condición corporal media y baja ($P > 0.05$). No hubo efecto de la dieta y condición corporal para esta variable.

Ríos *et al.*, (2006) mencionan en su investigación que la disminución de la CC coincide con un aumento significativo de AGNE el cual fue asociado con un déficit en el aporte energético de su ración, y aunado a los altos requerimientos de la cabra en la primera etapa de lactación, se provoca una movilización de reservas corporales con el consecuente aumento de los AGL. Sus resultados coinciden con los encontrados en este trabajo, ya que observamos que para el segundo mes de lactación la CC disminuye y los valores de AGL se elevan ligeramente, pero para el cuarto mes se da una elevación drástica que coincide con la época reproductiva y con ello las cabras de los 4 grupos, dejaron de consumir su dieta suministrada, si bien no hubo una restricción energética tan alta que pudiera afectar los valores de los AGL, se demuestra que la época reproductiva tiende a influenciar severamente, gracias a la disminución del apetito, y la remoción de la grasa

corporal.

La grasa es uno de los constituyentes de la leche que se puede ver afectado severamente por los metabolitos sanguíneos. Khaled *et al.*, 1999 en una investigación realizada en cabras lecheras observaron que existe una mayor correlación para la grasa en leche con los componentes de la sangre como son urea, triglicéridos, cuerpos cetónicos, y principalmente glucosa, en el presente trabajo la secreción de grasa se mantuvo muy bien a lo largo de toda la curva de lactación, y como se menciona los valores de glucosa no presentaron diferencias..

COLESTEROL

Los resultados del colesterol, no muestran diferencias entre los grupos de condición corporal y la dieta suministrada ($P>0.05$). Se esperaba que los niveles en sangre se encontraran elevados en animales delgados, debido al metabolismo acelerado de los ácidos grasos no esterificados en el hígado y el balance energético negativo.

La concentración de colesterol y los AGNE van a estar relacionados directamente con el consumo de energía en la dieta, si las cabras estudiadas en el presente trabajo no tuvieron una restricción energética tan drástica que pudiera mostrar diferencias, nuestros resultados coinciden con lo reportado por Yeom *et al.*, (2005) quienes al evaluar lípidos en el plasma de cabras, reportan bajas concentraciones de colesterol total y esteres de colesterol, pese a que se encontraban en balance energético negativo.

Por otra parte, Mellado *et al.*, (2004) en trabajos realizados en cabras mencionan que niveles mayores a 90 mg/100ml de colesterol en suero al inicio de la lactancia, puede resultar en un incremento en el porcentaje de grasa en leche de 0.5 unidades porcentuales. Esta respuesta sugiere que aquellas cabras con mayor capacidad de movilizar grasa corporal para generar energía, tuvieron una mayor capacidad para sintetizar leche con mayor contenido de grasa. Se aprecia en las figura 10, como las cabras con la restricción fueron las que aportaron mayor

porcentaje de grasa en leche, y sus niveles de colesterol se mantuvieron elevados los primeros 4 meses y durante el pico de producción, en comparación con los grupos sin restricción. Sin embargo, al disminuir la producción de colesterol en sangre la albúmina sobrepasa la curva del colesterol.

ALBUMINA

Los resultados obtenidos para la albúmina en este trabajo no mostraron diferencias entre los cuatro grupos evaluados de condición corporal y sus niveles energéticos en la dieta, lo cual nos indica que el hígado trabajó de manera normal, sin mostrar alguna alteración.

Conforme avanzó la lactación, la producción de albúmina fue ascendiendo, existen reportes de que el incremento de las proteínas en plasma se reflejará como un incremento del metabolismo proteico, (Silanikobe et al., 1998) y esto podemos asociarlo en la etapa del pico de producción y al desgaste de sus reservas corporales.

En cuanto a los componentes de la leche, cabe mencionar que algunas proteínas son obtenidas a través de la sangre, que a su vez son formadas por aminoácidos libres. Amer *et al.*, (1999) no reportan diferencias al correlacionar los componentes de la leche con las proteínas en suero en el periodo posparto en cabras.

ASPARTATO AMINO – TRANSFERASA (AST)

Los resultados de la AST no mostraron diferencias, lo cual coincide con lo reportado por Kampl *et al.*, (1991) pues la actividad de la AST en suero después del parto tiende a incrementarse gradualmente y relacionarse con la eficiencia reproductiva. Ellos demuestran en vacas lecheras entre los 15 y 30 días posparto que la AST se incrementa dramáticamente y disminuye para los 45 días. En el presente estudio se observa la elevación durante el primer mes posparto y la disminución para el segundo mes.

La elevación que se presenta después del parto puede tener relación con la

secreción de glucocorticoides, estos improvisan la movilización de las proteínas extrahepáticas y el transporte de los aminoácidos en las células hepáticas, al movilizarse los aminoácidos se estará sintetizando la glucosa para entrar vía gluconeogenesis, y ser enviada como energía al embrión (Milinkovic-tur *et al.*, 2005).

La disminución de la AST se presenta durante el pico de producción de leche, puede estar relacionado con el desgaste de las reservas corporales y el balance energético en que se encuentran los grupos. La AST, actúa como catalizador en relación con el metabolismo de los aminoácidos y carbohidratos, si se presentan cambios en su actividad en la sangre, pueden ser consecuencia del incremento en la actividad de las células o la demanda de estas. (Milinkovic-tur *et al.*, 2005)

Existen publicaciones en vacas que demuestran como la AST se puede ver incrementada por retraso del estro, por cambios en la alimentación, y al correlacionarse con la producción de lactosa en leche (Kampl *et al.*, 1991, Khaled *et al.*, 1999).

GGT

La GGT mostró diferencias al inicio de la lactancia, y pudo ser atribuido a la movilización de sus reservas corporales ($P < 0.05$). Los resultados coinciden con Stojevic *et al.*, 2005, en una investigación en vacas los promedios de la GGT durante las diferentes etapas de lactancia, presentan diferencias significativas al inicio y durante el periodo seco.

Existen trabajos en vacas lecheras que indican que la actividad de la AST y GGT rara vez se puede ver afectada, y es más común observar cambios durante la etapa de gestación en la que la GGT disminuye significativamente, y se eleva después del parto y antes de los 45 días de lactancia (Stojevic *et al.*, 2005, Milinkovic-tur *et al.*, 2005, Tainturier *et al.*, 1984).

CK

Los resultados de la CK (Figura 14) no mostraron diferencias entre grupos de condición corporal y sus niveles energéticos en las dietas evaluadas durante todo el experimento. Sin embargo, se observa como para el cuarto mes la CK se dispara drásticamente en los cuatro grupos de estudio, lo que podría ser causado por la disminución del consumo alimenticio debido a la comienzo de la época reproductiva y aunado algún factor de estrés. Los reportado en este trabajo no coincide con Mandebvu *et al.*, 2003 quienes reportan que los niveles de CK elevados se asocian a la rápida movilización de las reservas corporales en vacas con deficiencias en la dieta, las cuales presentaban una atrofia en los tejidos musculares.

Por su parte Khaled *et al.*, 1999 reporta en su estudio con cabras en lactación valores elevados de la CK sólo durante el primer mes posparto, la cual se correlaciono positivamente con la urea, debido a que la urea contenida en la leche refleja su relación directa con las sustancias nitrogenadas. Cabe mencionar que la determinación de la CK estuvo acompañada por la medición de otros enzimas hepáticas. Se recomienda la determinación de ambas enzimas como son la AST y CK en la sangre, probablemente también se apreciara el aumento de los valores de la albúmina, proteína, colesterol, ácido úrico, y bilirrubina, y será asociado a alteraciones hepáticas (Mandebvu *et al.*, 2003). Se pude concluir que el hígado funciono de manera normal.

A 10. CONCLUSIONES

- Las dietas proporcionadas a las cabras con o sin restricción energética no tuvieron efectos sobre los cambios en la deposición de grasa corporal, la producción de leche, y los componentes químicos de ésta.
- Los analitos bioquímicos no se vieron alterados ni por efecto de la dieta, ni la condición corporal.
- La digestibilidad de los alimentos permitió conocer que el aporte de EM en los grupos con restricción fue del 10%, debido a que se siguen manejando los valores del NRC recomendados desde 1981.

A 12 LITERATURA CITADA

1. Aganga, A.A., Amarteifio, J.O., and Nkile, N. 2002. Effect of stage of lactation on nutrient composition of Tswana sheep and goats milk. *J. of food composition and analysis*. 15: 333-543.
2. Aguillón, G.C. 2006. Utilización de N-Alcanos para la estimación del consumo voluntario, de la digestibilidad y de la composición botánica de la dieta de ovinos en pastoreo. Tesis de Maestría. Fac. Med. Vet. Y Zoot. (UNAM).
3. Amer, HA., Salem, HAH., Al-Hozab, AA. 1999. Biochemical changes in serum and milk constituents during postpartum period in Saudi Ardy goats. *Small Rum. Res.* 34(2):167-173.
4. AOAC 1980 (Association of Official Analytical Chemists). Official methods of analysis, 13th edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C., 1108 p.
5. AOAC 1984. Official methods of Análisis of the Association of Official Analytical Chemists. 14 (ed). Asso. Offic. Anal. Chem. Washington, D.C.
6. Butler, W.R. y Smith R.D. 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 72: 767-783.
7. Chilliard, Y., Morand-Fehr P., Durand G et Sauvart D. 1979. Évolution de l'activité métabolique du adipeux chez la chèvre au cours deux premiers mois de lactation. *Bull. Acad Vét. de France*. 52: 417-422.
8. Chilliard, Y., Robelin, J and Redmond B. 1984. In vivo estimation of body lipid mobilization and reconstitution in dairy cattle. *Canadian J. Anim. Sci.* 64:236-242.
9. Chilliard, Y. 1999 Metabolic adaptations and nutrient partitioning in the lactating animal. In *Biology of Lactation*, pp. 503–552 [J Martinet, LM Houdebine and HH Head, editors]. Paris: INRA Ed.
10. Contreras, P. 1998. Síndrome de movilización grasa en vacas lecheras al inicio de la lactancia y sus efectos en salud y producción de los rebaños. Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias. Valdivia, Chile.
11. Corcy, J. 1993. La cabra. Ed. Mundi – Prensa. pp. 123-147.
12. Cunningham, J. 2002. Fisiología Veterinaria. 2da Ed. Interamericana Mc

Graw-Hill. México.

13. Delfa, R., Teixeira, A., Blasco, I and Colomer-Rocher F. 1991. Ultrasonic estimates of fat thickness, C measurement and longissimus dorsi depth in *rasa aragonesa* ewes with same body condition score. *Options Méditerranéennes. Série Séminaires. Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranées* FAO. 13:25-30.
14. Delfa, R., Gonzalez, C., Teixeira, A., Gosálvez, L.F. y Tor, M. 1995. Relationship between body fat depots, carcass composition, live weight and body condition scores in Blanca Celtibérica goats. *Options Méditerranées. Serie A: Séminaires Méditerranéens. Etat corporel des brebis et des chevres*, 27, 109-119.
15. Dunshea, F.R., and Bell, A.W. 1987. Non-esterified fatty acid (NEFA) reesterification and fat mobilization in goats during early lactation. *J. Dairy Sci.* 70:10-17.
16. Dunshea, F.R., Bell, A.W. and Trigg, T.E. 1989. Relations between plasma non-esterified fatty acid metabolism and body fat mobilization in primiparous lactating goats. *Br. J. of Nutrition.* 62:51-61.
17. Dunshea, F.R., Bell, A.W. and Trigg, T.E. 1990. Body composition changes in goats during early lactation estimated using a two-pool model of tritiated water kinetics. *Br. J. of Nutrition.* 64:121-131.
18. Dunshea, F.R., Trigg, T.E., Chandler, K.D., and Bell A.W. 2000. Relationships between *in vivo* and *in vitro* lipid metabolism in lactating goats. *Aust. J. Agric. Res.* 51:139-145.

19. Elizondo, J. 2002. Estimación lineal de los requerimientos nutricionales del NRC para cabras. *Agronomía Mesoamericana.* 13(2): 159-163.
20. Ellenberger, M.A., Johnson, D.E., Carstens, G.E, Hossner, K.L., Holland, M.D., Nett, T.M., Nockels, C.F. 1989. Endocrine and metabolic changes during altered growth rates in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 67:1446-1454.
21. Firat, A., Ozpinar, A., 1996. The study of changes in some blood parameters (glucose, urea, bilirubin, AST) during and after pregnancy in association with nutritional conditions and litter size in ewes. *Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi*, 20, 387-393.
22. Flint, D.J., Clegg, R.A. and Vernon, R.G. 1983. Adipose tissue

- metabolism during early pregnancy in the rat: temporal relationships of changes in the metabolic activity, number of insulin receptors and serum hormone concentration. *Arch. Biochem, Biophys.* 224:677.
23. Frimawaty, E., Manalu, W. 1999. Milk yield and lactosa synthetase activity in the mammary glands of superovulated ewes. *Small Rum. Res.* 33: 271-278.
 24. Gajdusek, S., Jelinek, P., Pavel, J., Fialova, M., 1993. Changes in composition of fatty-acids of the fat in goat milk during lactation. *Zivoc. Vyr.* 38 (9), 849–858 (in Czech with English abstract).
 25. García, M.E. 1981. Modificación al sistema de clasificación climatológica de Kôpen. Offset Larios S.A. (editor), México.
 26. Gaynor, P.J., Waldo, D.R., Capuco, A.V., Erdman, R.A., Douglas, L.W., Teter, B, B. 1995. Milk fat depression the glucogenic theory and trans-C18:1 fatty acids. *J. Dairy Sci.* 78:2008-2015.
 27. Geerken, C. M., D. Calzadilla, y R. González. 1987. Aplicación de la técnica de dos marcadores para medir el consumo de pasto y la digestibilidad de la ración de vacas en pastoreo suplementadas con concentrado. *Pastos y forrajes.* 10:266-273.
 28. Glass, R.L., Jennes, R., and Lohse, L.W. 1969. Comparative biochemical studies of milk. *J. Phisyol.* 28, 783-794.
 29. Goetsch, A.L., Detweiler, G., Sahlu, T., Puchala, R., Dawson, L, J. 2001. Dairy goat performance with different dietary concentrate levels in late lactation. *Small Rum. Res.* 41:117-125.
 30. Grumer, R. 1995. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J. Anim. Sci.* 73:2820-2833.
 31. Holter, J. B., Slotnick, M. J., Hayes, H.H., and Bozak, C, K. 1990. Effect of prepartum dietary energy on condition score, postpartum energy, nitrogen, partitions, and lactation production responses. *J. Dairy Sci.* 73:3502- 3511.
 32. Hood, R.L. 1982. Relationship among growth, adipose cell size and lipid metabolism in ruminant adipose tissue. *Fed. Proc.* 41: 2555.
 33. Ilahi, H., Chastin, P., Bouvier, F., Arhainx, J., Ricard, E., Manfredi, E. 1999. Milking characteristics of dairy goats. *Small Rum. Res.* 34:97-102
 34. INRA, 1981. Prévicion de la valeur nutritive des aliments des ruminants.

INRA Paris.

35. Jarrige, J. 1990. Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. INRA. Ediciones MundiPrensa. Madrid. 425 pp.
36. Jefferies, B.C. 1961. Body condition scoring and its use in management. Tasm. J. Agric. 32, 19-21.
37. Jenness, R. 1980. Composition and characteristics of goats milk. J. Dairy Sci. 63: 1605-1630.
38. Jimeno, V., Rebollar, P.G. y Castro, T. 2003. Nutrición y alimentación del caprino de leche en sistemas intensivos de explotación. XIX Curso de especialización FEDNA, Madrid, 23 y 24 de Octubre. pp. 155-173.
39. Juárez, R. A., Cerrillo, S. A., Meza, H. C., Nevarez, C.G. 2005. Consumo de energía metabolizable y metabolitos séricos como indicadores del estado nutricional de cabras en pastoreo. Memorias sobre la XX Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Culiacán, Sinaloa, México. 3 - 7 de Octubre. pp. 201-208.

40. Kalkhoff, R.K., Kissebah, A.H., and Kim, H.J. 1978. Carbohydrate and lipid metabolism during normal pregnancy: relationship to gestational hormone action. Semin. Perinatol. 2:291.
41. Khaled, N., Illek J., Gajdusek S. 1999. Interactions between nutrition, blood metabolic profile and milk composition in dairy goats. Acta Vet Brno 68: 253-258.
42. Khaled, N., Illek J. 2002. Selected and milk indicators in healthy and Ketotic goats. En: XXII World Buiatrics Congress. Hannover, Germany.
43. Kampl, B., Martinic, T., Alegro, A., Catinelli, M. and Mirjana S. 1991. Profiles of selected blood biochemical parameters in dairy cows and their influence of milk production and reproductive efficiency II. Activity of transaminases (AST and ALT) and calcium and inorganic phosphorus levels in blood. Veterinarski Archiv. 61 (4) 197-206.
44. Kolver, E., and Macmillan K.L. 1994. Variation in selected blood plasma constituents during the post-partum and breeding periods in dairy cows. N. Z. Vet. J. 42: 161-166.
45. Lacetera, N., Bernabucci, U., Nardone, A. 2001. Effects of subclinical pregnancy toxemia on immune response in sheep. Am. J. Vet. Res. 62,

1446.

46. Lachica, M., y Fernandez, C. 2005. Necesidades energéticas del ganado caprino. *Revista Ovis*, 98: 21-32.
47. Low, A.G. 1976. Digestión and absorption of nutrients in growing pigs. *Proc. Nutr. Soc.* 35: 57.
48. Luo, J., Goetsch, A.L., Sahlu, T., Nsahlai, I.V., Johnson, Z.B., Moore, J.E., Galyean, M.L., Owens, F.N. and Ferrell, C.L. 2004. Maintenance energy requirements of goats: predictions based observations of heat and recovered energy. *Small Rum. Res.* 53, 221-230.
49. Luo, J., Goetsch, A.L., Sahlu, T., Nsahlai, I.V., Johnson, Z.B., Moore, J.E., Galyean, M.L., Owens, F.N. and Ferrell, C.L. 2004^a. Prediction of Metabolizable energy requirements for maintenance and gain of preweaning, growing and mature goats. *Small Rum. Res.* 53, 231-252.
50. Martin, R.A., and Ehle, F.R. 1986. Body composition of lactating and dry Holstein cows estimated by deuterium dilution. *J. Dairy Sci.* 69-88.
51. Matheus, N. y Figueiredo, A. Peso Corporal: Su Relación con la Concentración Sérica de Proteínas, Lípidos y Glucosa en Cabras Mestizas y Criollas. 2004; 1:8. UKL:
http://pegasus.ucla.edu/ve/ccc/revista/Vol_9/prueba.htm
52. Mandebvu, P., Ballard, C.S., Sniffen, C.J., Tsang, D.S., Valdez, F., Miyoshi, S., Schlatter, L. 2003. Effect of feeding an energy supplement prepartum and postpartum on milk yield and composition, and incidence of ketosis in dairy cows. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 105:81-93.
53. Maynard, L.A., Loosli, J.K., Hintz, H.F., Warner, R.G. 1981. *Nutrición Animal* 7^a edición (cuarta edición en español) McGraw-Hill de México, S.A. de C.V.
54. McNamara, J.P., Dehoff, M.H., Collier R.J., and Bazer F.W. 1985. Adipose tissue fatty acid metabolism changes during pregnancy in swine. *J. Anim. Sci.* 61:410.
55. McNamara, J.P., and Hillers, J.K. 1986a. Regulation of bovine adipose tissue metabolism during lactation 1. Lipid synthesis in response to increased a milk production and decreased energy intake. *J. Dairy Sci.* 69:3032-3041.
56. McNamara, J.P., and Hillers, J.K., 1986b. Regulation of bovine adipose

- tissue metabolism during lactation 2. Lipolysis response to milk production and energy intake. *J. Dairy Sci.* 69:3042-3050.
57. McNamara, J.P. 1991. Regulation of adipose tissue metabolism in support of lactation. *J. Dairy Sci.* 74:706-719.
58. McNamara, J.P., Harrison, J.H., Kincaid, R.L. and Waltner, S.S. 1995. Lipid metabolism in adipose tissue of cows fed high fat during lactation. *J. Dairy Sci.* 78(12): 2782-2796.
59. Mellado, M., Rodríguez S., López R., Rodríguez A., García J. Relación entre la producción y la composición de la leche y el perfil sanguíneo de las cabras al inicio de lactancia en Agostadero. Memorias sobre la XIX Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Acapulco, Guerrero. 13 - 15 de Octubre 2004:276-280.
60. Mendoza, G., Ricalde, V.R. 1993. Manual técnico de alimentación de bovinos en clima templado. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, México. pp 49-51.
61. Metz, S.H.M., and Van Den Bergh, S.G. 1977. Regulation of fat mobilization in adipose tissue of dairy cows in the period around parturition. *Neth. J. Agric. Sci.* 25:198.
62. Milinkovic-tur, S., Vedrana, P., Zvonko, S., Zdelar-Tuk, M., and Pirsljin, J. 2005. Concentrations of total proteins and albumins, and AST, ALT and GGT activities in the blood plasma of mares during pregnancy and early lactation. *Veterinarski archive* 75 (3), 195-202.
63. Murray, R.K., Mayes, P.A., Granner, D.K., Rodwell, V.W. 1988. *Bioquímica de Harper*. 11^a edición, Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V. México, D.F.
64. National Research Council. 1981. Nutrient requerimient of goats: Angora, Dairy and Meat goats in temperate and tropical countries. National Academic Press. Washington.
65. Nsahlai, I.V., Goetsch, A.L., Luo, J., Johnson, Z.B., Moore, J.E., Sahu, T., Ferrell, C.L. Galyean, M.L. and Owens, F.N. 2004. Metabolizable energy requeriments of lactating goats. *Small Rum. Res.* 53, 253-273.
66. O'Doherty, J.V., Crosby, T.F. 1998. Blood metabolite concentrations in late pregnant ewes as indicators of nutritional status. *Anim. Sci.* 66:675-

683.

67. Petterson, D.S.P., Burns, K.N., Cunningham, N.F., Nancy Hebert, C., Saba N. 1964. Plasma concentrations of glucose and non-esterified fatty acids (N.E.F.A.) in the pregnant and lactating ewe and the effect of dietary restriction. *J. Agric. Sci.* 62: 253-262.
68. Ramin, A.G., Asri, S., Majdani, R. 2005. Correlations among serum glucose, beta-hydroxybutyrate and urea concentrations in non-pregnant ewes. *Small Rum. Res.* 57:265-269.
69. Rauva, E. Sirpa, A.Y., and Antila, M. 1970. Die Zusammensetzung der Finnischen Ziegenmilch. *Suomem Kemistilehti B43*, 178-187.
70. Reid, J.M., Roberts, C.J., Treacher, R.J., and Williams, L.A. 1986. Effect of body condition at calving on tissue mobilization, development of fatty liver and blood chemistry of dairy cows. *Br. So. Anim. Prod.* 43: 7-15.
71. Ríos, C., Marín, M.P., Murasso, A., Rudolph, W. 2001. Concentración de urea en sangre y leche de cabras y su correlación en sistemas intensivos lecheros de la región metropolitana. *Av. Cs. Vet.* 16: 52-57.
72. Ríos, C., Marín, M.P., Catafau, M., Wiittwer. 2006. Concentraciones sanguíneas de beta 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.* Vol 38, no 1, p.19-23.
73. Robelin, J., et Agabriel, J. 1986. Estimation de l'etat d'engraissement des bovins à partir de la taille des cellules adipeuses. *Bull. Tech. CRZV. Theix. INRA.* 66:37-41.
74. Roussel, A., Whitney, M., Cole, D. Interpreting a bovine serum chemistry profile: Part 1. *Vet. Med.* June 1997, 553 – 558.
75. Roussel, A., Whitney, M., Cole, D. Interpreting a bovine serum chemistry profile: Part 2. *Vet. Med.* June 1997, 559 – 566.
76. Russel, A.J., Donney, J.M., and Gunn, R.G. 1969. Subjetive assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci.* 72:451-454.
77. Sánchez, C., García M., Álvarez M. 2003. Efecto de la suplementación alimenticia sobre el comportamiento productivo de cabras al posparto en la microregión Río Tocuyo, estado Lara. *Zootecnia Tropical*, 21(1):43-55.
78. Santucci, P., and Maestrini, O. 1985. Body composition of dairy goats in

- extensive systems of production: method of estimation. *Annales Zoothechnic.* 34 (abst.): 473-474.
79. SAS Institute: JMP, 2003. Versión 5.1. Cary (NC). SAS Institute Inc., USA.
80. Smith, T.R., and McNamara, J.P. 1990. Regulation of bovine adipose tissue metabolism during lactation. 6. Cellularity and hormone-sensitive lipase activity as affected by genetic merit and energy intake. *J. Dairy Sci.* 73:772-783.
81. Stojevic, Z., Pirsljin, J., Milinkovic-tur, S., Zdelar-Tuk, M., and Beer Ljubié B. 2005. Activities of AST, ALT, and GGT in clinically healthy dairy cows during lactation and in the dry period. *Veterinarski archiv* 75 (1), 67-73.
82. Tainturier, D. 1984. Variations in blood composition in dairy cows during pregnancy and after calving. *Res. Vet. Sci.* 37,129-131.
83. Teixeira, A., Delfa, R. and Colomer-Rocher, F. 1989. Relationships between fat depots and body condition score or tail fatness in Rasa Aragonesa breed. *Anim. Prod.*, 49: 275-280
84. Treacher, R.J., Reid, I.M., and Roberts, C.J. 1986. Effect of body condition at calving on the health and performance of dairy cows. *British Society of Anim. Prod.* 43:1- 6.
85. Van Soest, P.J. 1982. *Nutritional Ecology of the Ruminant*: New York : Conell University Press.
86. Waltner, S.S., McNamara, J.P., Hillers, J.K., and Brown, D.L. 1994. Validation of indirect measures of body fat in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 77:2570-2579.
87. Yeom, K.H., Schonewille, Th., Beynen, A.C. 2005 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.* 58: 25-32.
88. Zygoiannis, D., Katsaounis, N. 1986. Milk yield and milk composition of indigenous goats (*Capra Prisca*) in Greece. *Anim. Prod.* 42: 365-374.

A 11. Anexo I. Análisis químico proximal en los 4 tratamientos alimenticios, con y sin restricción energética en cabras lecheras.

a) Tratamiento 1 CCM 100% EM

<i>Aportes</i>	B. Humeda kg	MS	FDA	FDN	PC	UIP	EM Mcal/kg	ENL Mcal/kg
Avena	0.500	0.460	0.198	0.290	0.044	0.014	0.837	0.511
alfalfa	0.850	0.765	0.214	0.283	0.153	0.023	1.744	1.086
Ensilado de								
maíz	0.560	0.146	0.045	0.060	0.011	0.003	0.368	0.233
sorgo	0.517	0.460	0.023	0.061	0.053	0.026	1.265	0.801
soya	0.051	0.046	0.005	0.007	0.018	0.005	0.156	0.100
Maiz	0.584	0.502	0.015	0.045	0.049	0.028	1.688	1.085
melaza	0.235	0.183	0.000	0.000	0.016	0.000	0.497	0.315
pasta de coco	0.053	0.048	0.009	0.027	0.010	0.004	0.111	0.070
total	3.350	2.610	0.509	0.773	0.355	0.103	6.667	4.201

b) Tratamiento 2 CCM 80% EM

<i>Aportes</i>	B. Humeda kg	MS	FDA	FDN	PC	UIP	EM Mcal/kg	ENL Mcal/kg
Avena	0.845	0.777	0.334	0.490	0.074	0.024	1.415	0.863
alfalfa	1.500	1.350	0.378	0.500	0.270	0.040	3.078	1.917
Ensilado de								
maíz	0.570	0.148	0.046	0.061	0.012	0.003	0.375	0.237
sorgo	0.188	0.167	0.008	0.022	0.019	0.010	0.459	0.291
soya	0.031	0.028	0.003	0.004	0.011	0.003	0.094	0.061
Maiz	0.181	0.156	0.005	0.014	0.015	0.009	0.524	0.337
melaza	0.052	0.040	0.000	0.000	0.003	0.000	0.110	0.070
pasta de coco	0.031	0.028	0.005	0.016	0.006	0.002	0.066	0.041
total	3.398	2.695	0.779	1.106	0.411	0.090	6.121	3.816

c) Tratamiento 3 CCB 100% EM

<i>Aportes</i>	B. Humeda kg	MS	FDA	FDN	PC	UIP	EM Mcal/kg	ENL Mcal/kg
Avena	0.500	0.460	0.198	0.290	0.044	0.014	0.837	0.511
alfalfa	0.840	0.756	0.212	0.280	0.151	0.022	1.724	1.074
Ensilado de								
maíz	0.550	0.143	0.044	0.059	0.011	0.003	0.362	0.229
sorgo	0.544	0.484	0.024	0.064	0.056	0.028	1.332	0.843
soya	0.089	0.081	0.008	0.012	0.032	0.008	0.274	0.176
Maiz	0.525	0.452	0.014	0.041	0.044	0.025	1.518	0.976
melaza	0.150	0.117	0.000	0.000	0.010	0.000	0.318	0.202
pasta de coco	0.091	0.083	0.016	0.046	0.018	0.007	0.191	0.120
total	3.290	2.575	0.515	0.791	0.367	0.107	6.555	4.128

d) Tratamiento 4 CCB 80% EM

<i>Aportes</i>	B. Humeda kg	MS	FDA	FDN	PC	UIP	EM Mcal/kg	ENL Mcal/kg
Avena	0.820	0.754	0.324	0.475	0.072	0.023	1.373	0.837
alfalfa	1.500	1.350	0.378	0.500	0.270	0.040	3.078	1.917
Ensilado de								
maíz	0.550	0.143	0.044	0.059	0.011	0.003	0.362	0.229
sorgo	0.183	0.163	0.008	0.022	0.019	0.009	0.447	0.283
soya	0.030	0.027	0.003	0.004	0.011	0.003	0.092	0.059
Maiz	0.176	0.152	0.005	0.014	0.015	0.008	0.510	0.328
melaza	0.050	0.039	0.000	0.000	0.003	0.000	0.107	0.068
pasta de coco	0.030	0.028	0.005	0.016	0.006	0.002	0.064	0.040
total	3.340	2.656	0.767	1.088	0.407	0.089	6.032	3.761

Anexo II. Promedio del consumo real en los grupos de condición corporal media y baja, y sus niveles energéticos suministrados en la dieta a lo largo de todo el experimento.

