

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**RELACIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL CON LA PRODUCCIÓN  
LÁCTEA EN CABRAS ALPINO FRANCESA Y EL PESO DE SUS CRÍAS AL  
NACIMIENTO.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

**P R E S E N T A:**

**ALINE ESTEFANIA MARIN SOLIS**

**ASESOR: DR. MIGUEL ANGEL PEREZ RAZO**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## **Agradecimientos**

A mi mamá:

Por todo su amor, su cariño y su apoyo que me brindó a lo largo de mi carrera, siendo siempre un motivo para salir adelante. Además de brindarme sus conocimientos.

A mi novio Ricardo:

Gracias por apoyarme y estar siempre conmigo motivándome siempre a seguir adelante. También te agradezco que me ayudaras con mi trabajo de tesis durante el proceso de pesaje y determinación de la condición corporal de las cabras.

A mi familia (A mis tíos: Jorge, Fabiola, Esperanza, Verónica, María del Refugio, Alejandro; a mis primos: Alejandra, Adrián, Daniel, Mary José, Miguel Ángel) por todo su apoyo.

A mi primo Jorge Carlos:

Gracias por apoyarme en este año en el que fue muy importante tu ayuda y comprensión.

A mi tío Ramón y el profesor Carlos Hernández:

Gracias por entenderme y por todo su apoyo a lo largo de estos 7 años. Nunca los olvide y siempre fueron una motivación muy importante durante esto tiempo.

A mis maestros y amigos, Efraín, Chelito y Marco Mendoza:

Gracias porque siempre me apoyaron y me ayudaron durante mi carrera y porque siempre me enseñaron a ser una mejor persona y una mejor profesionista. Gracias por ser unos excelentes seres humanos conmigo.

Al Dr. Miguel Ángel Pérez Razo:

Por su apoyo, comprensión y ayuda durante todo mi servicio y desarrollo de mi tesis. Gracias por todos sus conocimientos que me brindó y por ser mi amigo.

A todos los profesores y profesoras de mi carrera (Gerardo Tovar (Anatomía), Susana (Microbiología), Ochoa (Microbiología), Altamirano (Estadística y Genética), Chávez (Histología), Lucia (Patología), Ignacio (Laboratorio clínico), Manzano (Higiene), Dora (IPOA y Salubridad), Victor Pérez (Farmacología), Deneb (Nutrición), Cuellar (Parasitología), Citlalli (Clínica ovina y caprina), Bravo (Clínica equina):

Gracias por ser unas excelentes personas y maestros, que siempre me enseñaron cada uno en su ramo, porque nunca se negaron a explicarme algo que no entendiera. Y por enseñarme a ser una persona disciplinada y capaz en esta carrera.

## ÍNDICE

I.	Introducción	1
II.	Revisión de la literatura	
	2.1 Disponibilidad de reservas corporales	4
	2.2 Metabolismo de los lípidos	5
	2.3 Condición corporal	6
	2.3.1 Evaluación de la condición corporal	7
	2.3.2 Condición corporal y producción láctea	10
	2.3.3 Condición corporal y la reproducción	11
	2.4 Formación de cuerpos cetónicos	17
	2.5 Peso al nacimiento de las crías	18
III.	Hipótesis	23
IV.	Objetivos	
	Objetivo General	24
	Objetivos Particulares	24
V.	Materiales y métodos	
	5.1 Ubicación	25
	5.2 Método	25
	5.3 Evaluación de la condición corporal	26
	5.4 Ordeña	26
	5.5 Método estadístico	27
VI.	Resultados	
	6.1 Peso de las crías al nacimiento	28
	6.2 Producción de leche	28
VII.	Discusión	33
VIII.	Conclusiones	35
	Anexo 1.	36
IX.	Bibliografía	38

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Medias de mínimos cuadrados $\pm$ error estándar del efecto tipo de parto, condición corporal y sexo sobre el peso de los cabritos al nacimiento.	28
Cuadro 2a. Medias de mínimos cuadrados $\pm$ error estándar del efecto del tipo de parto, pérdida de peso durante todo el experimento y condición corporal de la madre sobre la producción de leche de la semana 1° hasta la semana 4°.	29
Cuadro 2b. Medias de mínimos cuadrados $\pm$ error estándar del efecto del tipo de parto, pérdida de peso durante todo el experimento y condición corporal de la madre sobre la producción de leche de la semana 5° hasta la semana 8°.	30
Cuadro 2c. Medias de mínimos cuadrados $\pm$ error estándar del efecto del tipo de parto, pérdida de peso durante todo el experimento y condición corporal de la madre sobre la producción de leche de la semana 9° hasta la semana 12°.	31
Cuadro 2d. Medias de mínimos cuadrados $\pm$ error estándar del efecto del tipo de parto, pérdida de peso durante todo el experimento y condición corporal de la madre sobre la producción de leche de la semana 13° hasta la semana 16°.	32

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en el módulo de caprinos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán situada geográficamente en el Estado de México a una altitud de 2240 m. sobre el nivel del mar, con una latitud norte de 19° 40' y 99° 11' de longitud oeste. Se emplearon cabras Alpino Francesa bajo un sistema de estabulación. El estudio evaluó la relación de la condición corporal pre y postparto con la producción de leche y peso de las crías al nacimiento. A las hembras se les registró el peso y condición corporal 30 días antes del parto, 30 minutos después del parto y subsecuentemente cada 15 días después del parto. Las crías fueron pesadas 30 minutos después de nacer para ser registradas. Las variables analizadas en las cabras, fueron tipo de parto (sencillo y doble), pérdida de peso corporal (1.- cabras que perdieron más de 10 Kg.; 2.- cabras que perdieron de 5 a 9.5 Kg.; 3.- cabras que perdieron menos de 5 Kg. o ganaron peso) y condición corporal (1.- cabras con condición corporal menor a 2.0; 2.- cabras con condición corporal mayor a 2.5), a la segunda semana postparto. Así en lo que se refiere a la producción de leche por semana las variables pérdida de peso corporal y condición corporal mostraron efecto significativo ( $P < 0.05$ ), de manera general las cabras con condición mayor a 2.0 en la 6ª semana produjeron más leche ( $P < 0.05$ ). El efecto de la pérdida de peso corporal influyó en la producción de leche durante la 6ª, 10ª, 11ª, 13ª y 14ª semanas, en este sentido, las cabras que perdieron menos de 5 Kg. o ganaron peso produjeron más leche únicamente en la 6ª semana, mientras que las cabras que perdieron más de 10 Kg. en las semanas 10ª, 11ª, 13ª y 14ª fueron las que produjeron más leche en comparación con los otros dos grupos (las que perdieron entre 5 a 9.5 Kg. y las que perdieron menos de 5 Kg. o ganaron peso). De las variables estudiadas en las crías tanto para peso de al nacimiento como el peso de la camada, fueron tipo de parto (sencillo y doble), sexo (hembras y machos) y condición corporal de la madre (cabras con condición corporal menor a 2.0 y cabras con condición corporal mayor a 2.5). La variable del sexo fue la que influyó de manera significativa sobre el peso al nacimiento ( $P < 0.001$ ), observándose que los machos pesaron más que las hembras, mientras que para el peso de la camada la variable que se manifestó fue el tipo de parto, en donde las camadas melliceras obtuvieron mayor peso.

## I. INTRODUCCIÓN

La leche de cabra es un producto que tiene varios beneficios para el ser humano, como por ejemplo, el tamaño de los glóbulos grasos son más pequeños en comparación con la leche de vaca, característica que le confiere una mayor digestibilidad, así como, su cuajada más suave, constituyen propiedades útiles en la alimentación de personas enfermas y niños pequeños, o como parte del tratamiento de padecimientos gastrointestinales, úlceras, colitis, constipación, asma, estrés, insomnio (Jandal, 1996). Se ha recomendado en la dieta de personas que presentan alergia a ciertas proteínas que contiene la leche de vaca y que en la de cabra no se presentan, por lo que pueden consumirla sin problemas (Koeslag, 1990). Por estas razones la leche de cabra se ha vuelto un producto importante en el mercado y es también una de un motivo del por qué la ganadería caprina ha ido presentando un mayor impulso y desarrollo a nivel mundial (Jandal, 1996).

Actualmente en las granjas existen cabras con niveles altos de producción por ejemplo, algunas de ellas pueden llegar a obtener de 3 a 4 Kg. de leche al día y de 900 a 1800 Kg. en 305 días (Jandal, 1996), detectándose que existen varios factores que influyen en que la cabra pueda alcanzar un alto nivel de producción y una adecuada calidad de su leche, factores entre los que destacan la alimentación, la calidad genética, el manejo reproductivo y sanitario (Mackenzie, 1993).

De entre los factores que se señalan afectan la producción, el manejo nutricional juega un papel fundamental en las diferentes etapas que conllevan a una adecuada producción de leche, pues los requerimientos nutricionales cambian según la etapa fisiológica en la que se encuentra el animal, cuando las cabras están gestantes comienzan a necesitar mayor energía y proteína y estas necesidades se elevan aún más en el último tercio de la gestación que es cuando el feto o fetos se desarrollan más rápidamente, o bien durante la lactación (Waltner *et al.*, 1993).

Se sabe que cuando la alimentación no es del todo adecuada, los niveles de producción láctea pueden verse severamente afectados, y también que la cabra tendrá que movilizar sus reservas corporales para tratar de controlar esta situación, o por el contrario, cuando los animales están bien alimentados éstos comenzarán a almacenar

sus lípidos en forma de grasa subcutánea, almacenamiento que se le conoce como condición corporal (McNamara, 1989). Cuando las cabras no están bien alimentadas no tendrán grasa corporal o la tendrán en poca cantidad, difícilmente estos animales podrán tener crías con buenos pesos al parto y producirán leche en poca cantidad (McNamara, 1989).

La condición corporal es una técnica de fácil medición, que no es costosa y no es invasiva, pues solo se requiere de la palpación de las vértebras lumbares y del esternón, a través de la condición corporal nos podemos apoyar para evaluar y corregir la alimentación a fin de obtener una buena producción lechera (Andrew *et al.*, 2001). Fisiológicamente podemos decir que los ciclos de producción frecuentemente comprometen a los animales a almacenar el sobrante de energía en forma de grasa corporal, esas reservas son movilizadas cuando la dieta comienza a ser inadecuada para cubrir las demandas de producción esto es, cuando existen balances negativos de energía, a fin de que se continúe produciendo leche durante el balance negativo de energía, debe compensar ese déficit catabolizando o desdoblado su propia grasa corporal, así como algunas proteínas del cuerpo, el resultado es que el animal pierde peso (Majele – Sobanda *et al.*, 2000).

En el caso de las vacas, se sabe que los balances de energía continúan siendo negativos hasta 6 a 10 semanas postparto. A partir de este punto, el balance de energía se vuelve cero o positivo, esto es la cantidad de energía total ingerida en la ración cubre o excede la energía total de la leche producida (Stevenson, 1997). Solo entonces puede empezar a recuperar sus reservas de peso corporal perdidas y es cuando su balance de energía se vuelve positivo (Stevenson, 1997).

Los efectos de las variaciones en la condición corporal en las vacas durante la lactancia temprana se han relacionado con problemas de salud, fertilidad y producción de leche (McNamara, 1989; Waltner *et al.*, 1993; Stevenson, 1997; Heuer *et al.*, 1999; Guillund *et al.*, 2001).

No obstante que la relación entre la condición corporal con la producción de leche se ha estudiado con mucha profundidad en el ganado bovino, en las cabras son pocos los estudios que se han realizado a este respecto (Morand-Fehr *et al.*, 1987), por

lo que se desconoce cuales son las implicaciones en la producción de leche y sobre la actividad reproductiva. Siendo el motivo del presente trabajo estudiar dicha relación en la especie caprina, aportando así mayor información.

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2.1 Disponibilidad de reservas corporales

Una importante cualidad que poseen las cabras desde el punto de vista nutricional es la de adaptarse a las variaciones en las condiciones de alimentación en que se encuentran, haciendo un depósito de reservas corporales cuando la ingesta es capaz de cubrir las necesidades nutricionales de mantenimiento y de producción láctea, proceso que se le conoce como balance de energía positivo, por lo contrario cuando la ingesta no cubre las necesidades nutricionales y de producción, la cabra realiza una movilización de reservas grasas a través de su catabolismo (Majele–Sobanda *et al.*, 2000), fenómeno que se le conoce como balance de energía negativo (Morand–Fehr *et al.*, 1987). En las cabras principalmente el almacenamiento energético que se realiza, es en forma de depósitos lipídicos en su tejido adiposo, depósitos que pueden ser movilizados posteriormente, por lo que dispone de bajas reservas de nitrógeno en su tejido muscular (Morand–Fehr *et al.*, 1987)

La demanda de energía en las cabras lecheras aumenta en dos momentos del período temprano de la lactación (Butler y Smith., 1987). El primer momento ocurre cuando acaban de tener a sus crías, una vez que ocurre el parto la cantidad de alimento que ingiere la cabra no es suficiente para poder producir la leche necesaria para su o sus crías, lo que significa que la cabra se encuentra en un balance de energía negativo (Morand–Fehr *et al.*, 1987; Stevenson, 1997; Majele–Sobanda *et al.*, 2000). El balance negativo de energía significa que el valor de energía de todos los alimentos ingeridos es menor que el valor de energía de toda la leche producida (Stevenson, 1997; Majele–Sobanda *et al.*, 2000). A fin de que la cabra siga produciendo leche durante dicho balance, debe compensar ese déficit catabolizando su propia grasa corporal (Stevenson, 1997; Majele–Sobanda *et al.*, 2000). El resultado es que la cabra perderá peso (Morand–Fehr *et al.*, 1987).

Otro momento en el que se requiere una alta demanda de energía es cuando se llega al pico de lactancia (Butler y Smith, 1987). Siendo poco después del pico de lactancia que se alcanza a cubrir el déficit de energía con los nutrientes consumidos en la ración (Stevenson, 1997), la energía se vuelve 0 ó positiva, lo que quiere decir que la

cantidad de energía total ingerida en la ración cubre o excede la energía total de la leche producida (Morand-Fehr *et al.*, 1987; Stevenson, 1997). Solo entonces la cabra podrá recuperar sus reservas corporales perdidas. (Morand-Fehr *et al.*, 1987; Stevenson, 1997). Por ello es importante proporcionar a la cabra una dieta bien balanceada que cubra con sus requerimientos nutricionales y cubra de manera efectiva la alta demanda de energía durante estos dos momentos: periodo temprano y pico de lactancia (Stevenson, 1997).

## **2.2 Metabolismo de los lípidos**

Las cabras tienen una dieta basada principalmente en carbohidratos y al igual que muchos animales tienen la capacidad de transformar esos carbohidratos en grasa (Laguna, 1990; Murray, 2001). El proceso es el siguiente:

Una vez que el alimento es ingerido en el rumen sufren una fermentación que da origen a tres ácidos grasos volátiles que son el ácido butírico, el ácido acético y el ácido propiónico (Shimada, 2005). La mayoría del acetato y del propionato formado se transportan al hígado, mientras que el ácido butírico es absorbido en el epitelio ruminal para formar cuerpos cetónicos (Shimada, 2005).

El propionato y el acetato son transformados en glucosa en el hígado, de esta forma la glucosa es empleada para proporcionar energía y contribuir en la producción de leche, siendo un punto importante después del parto (Shimada, 2005). Sin embargo el suministro de glucosa es generalmente limitado, puesto que el hígado puede almacenar glucosa en forma de glucógeno, el cual puede constituir hasta el 5% de su peso (Shimada, 2005), por lo que la cabra requiere otra fuente de energía que pueda complementar esta necesidad, como por ejemplo con la movilización de grasas ya que son fuentes de energía (Shimada, 2005). Así el cuerpo comienza la movilización de triacilglicérolos, éstos se obtienen del alimento a través de dos rutas una es que el exceso de glucosa la cual es convertida en ácido pirúvico por la ruta de la glucólisis y posteriormente a la Acetil Co A, compuesto del cual parte la síntesis de ácidos grasos (Murray, 2001). Estos últimos son convertidos a triglicéridos y se depositan en esa forma en el tejido adiposo, la otra ruta es que el alimento que pasa al intestino delgado específicamente en la zona del duodeno, ahí se vacían las sales biliares en forma de micelas que son un emulsificante de grasas y, al dispersarlas las grasas en el medio

acuoso intestinal facilitan la interacción de la lipasa sobre los triacilgliceridos (Murray, 2001).

Las sales biliares se encuentran en equilibrio con una pequeña cantidad de lípidos, y ayudan a la penetración de lípidos a la célula; a medida que penetran los lípidos a la célula, las micelas lipídicas continúan liberando más lípidos y continúan activando la absorción (Laguna, 1990).

Una vez en el interior de las células del intestino los fragmentos de los triacilglicéridos resintetizan los propios triacilglicéridos formando los quilomicrones (Laguna, 1990; Shimada, 2005). Posteriormente los quilomicrones pasan a la linfa hasta llegar al torrente sanguíneo y almacenándose en el tejido adiposo (Laguna, 1990; Shimada, 2005). Cuando hay una situación de urgencia que se requiera de energía, se movilizan las reservas grasas debido a su elevada capacidad de proveer de energía al cuerpo, de esta forma se libera la enzima lipasa lipoproteínica, la cual actúa sobre los triacilglicéridos y libera los ácidos grasos los cuales son transportados al hígado para ser oxidados y formar CO<sub>2</sub> o cuerpos cetónicos (Murray, 2001).

Otra forma en la que el tejido adiposo provee de energía al cuerpo es a través del glicerol, sin embargo, como el tejido adiposo carece de la enzima quinasa fosforilante para fosforilar el glicerol (principal componente de las grasas), se facilita su salida y pasa a la sangre donde es captado por el hígado con ayuda de gliceroquinasa y ATP se forma glicerofosfato el cual pasa a fosfato de dihidroxiacetona y es incorporado a la glicólisis donde posteriormente se incorporan intermediarios del ciclo de Krebs para producir glucosa (Laguna, 1990).

### **2.3. Condición corporal**

La utilización de la grasa corporal durante la lactancia es un fenómeno que se ha asociado con la producción de leche (Waltner *et al.*, 1993). En ganado bovino se ha observado, que cuando se presenta ya sea muy poca grasa o mucha grasa corporal ocurre una reducción en la posterior producción de leche, aunado a un incremento en problemas de salud (Waltner *et al.*, 1993). Por lo que en las medidas de manejo que se realizan con las vacas, se busca que se presente un adecuado balance biológico entre la

grasa corporal y la producción lechera, balance que se ha buscado obtener a través del movimiento de las reservas corporales de grasa mediante una dieta balanceada que varía dependiendo del estado fisiológico en el que se encuentra la hembra, contribuyendo a una más eficiente producción de leche (Waltner *et al.*, 1993; Gillund *et al.*, 2001).

Una manera de estimar la grasa corporal es a través de la evaluación de la condición corporal, la cual se sabe que es independiente del peso corporal, de la forma y del tamaño de la hembra, siendo una medida muy indicativa de la grasa corporal (Waltner *et al.*, 1993). La condición corporal fue definida primeramente por Murray (1919) (referido por Morand-Fehr *et al.*, 1987), como la proporción entre el tejido graso y los otros tejidos del organismo, posteriormente una definición más explícita y menos confusa fue propuesta por Russel *et al.* (1969), ellos definieron la condición corporal como la proporción de reservas corporales del animal (lipídica, proteica y mineral).

La evaluación de la condición corporal es una medición aceptada porque es un método no invasivo, subjetivo, rápido y no costoso, que estima el grado de grasa almacenado en el cuerpo (Morand-Fehr *et al.*, 1987; Waltner *et al.*, 1993) . Para estimar la grasa corporal, se emplea un método basado en el tacto y en la vista, así se puede apreciar la grasa subcutánea (Waltner *et al.*, 1993; Andrew *et al.*, 2001). La escala para evaluar la condición corporal de las cabras consiste en la palpación del área lumbar y esternal (Morand-Fehr *et al.*, 1987; Morand-Fehr *et al.*, 1991). La evaluación del área esternal se aprecia mejor cuando se mide también la condición del área lumbar (Morand-Fehr *et al.*, 1987). Sin embargo a pesar del tiempo que se tiene ya de utilizar la evaluación de la condición corporal solo pocos estudios han sido dedicados a las características del tejido adiposo en las cabras (Morand-Fehr *et al.*, 1985).

### **2.3.1. Evaluación de la condición corporal**

La estimación de la condición corporal en los caprinos es más difícil de estimar en comparación con los bovinos y ovinos, debido a que en la cabra sus mayores depósitos de grasa los realiza cavitariamente (Morand-Fehr *et al.*, 1991). Por lo que se han implementado algunos métodos para determinar la condición corporal a diferentes

estados fisiológicos de las cabras, para así poder hacer mejoras en el manejo nutricional (Morand–Fehr *et al.*, 1991).

Uno de los métodos mas simples es la palpación y observación del área esternal y lumbar, método creado por Santucci y Maestrini (1985) y Morand–Fehr (1988), ambos referidos por Morand–Fehr *et al.* (1991), inspirados en el trabajo de Russel *et al.* (1969), quienes trabajaron con borregos. Este método es fiable por el desarrollo que tiene el tejido adiposo subcutáneo en estas dos áreas (Morand–Fehr *et al.*, (1991). Otra metodología que se estableció en la reunión Agrimed – CIHEAM – FAO fue la palpación y observación de las áreas lumbar, esternal y caudal (Morand–Fehr *et al.*, 1991).

La escala para evaluar la condición corporal en las cabras fue hecha por Santucci (1982) referido por Morand – Fehr *et al.* (1987), consiste en palpar el área lumbar y esternal de las cabras, ya que la evaluación del área esternal se aprecia mejor cuando se mide también la condición del área lumbar, como se muestra a continuación:

Evaluación lumbar:

- Puntuación 0. Emaciación extrema: Prominencia de los huesos del esqueleto; las articulaciones entre las vértebras se perciben fácilmente al tacto; la piel parece estar en contacto directo con los huesos.
- Puntuación 1. Muy delgada: Cuerpo anguloso; vértebras lumbares prominentes, con apófisis transversas fácilmente palpables.
- Puntuación 2. Delgada: Vértebras lumbares menos prominentes; apófisis transversa fácilmente palpables, pero cubiertas por algo de tejido.
- Puntuación 3. Buen estado de carnes: Vértebras lumbares y apófisis transversas palpables, pero con revestimiento razonable; cuerpo de aspecto moderadamente redondeado en conjunto.
- Puntuación 4. Gordo: Vértebras lumbares sólo palpables presionando un tanto, y las apófisis transversas con presión firme; cuerpo compacto y redondeado.
- Puntuación 5. Obeso: Las apófisis verticales no pueden detectarse, ni siquiera presionando; se aprecia un hoyuelo en las capas de grasa en las que debería

verse la apófisis; no pueden palpase las apófisis transversas; los músculos del lomo aparecen muy llenos y cubiertos por una gruesa capa de grasa.

Evaluación esternal:

- Puntuación 0. Emaciación extrema: Las articulaciones condro – esternales son muy prominentes; las superficies óseas del esternón son muy aparentes al tacto; la zona endurecida de la piel carece de movilidad.
- Puntuación 1. Muy delgada: Las articulaciones condro – esternales están redondeadas, pero todavía muy fáciles de tocar: el hueco existente en la línea media del esternón no está lleno; la parte endurecida de la piel esta suelta.
- Puntuación 2. Delgada: Las articulaciones costocondrales son difíciles de palpar; cantidad considerable de grasa interna, que forma un surco a lo largo del centro del esternón; la grasa subcutánea rellena este surco y se extiende hacia los bordes laterales del esternón, para terminar posteriormente en el hueco de la última articulación esternal.
- Puntuación 3. Buen estado de carnes: Ya no se detectan los huesos del esternón, pero pueden palpase las costillas; el grosor de la grasa interna forma una capa a lo largo de los bordes laterales del esternón; la grasa subcutánea forma una masa móvil que se extiende en forma de cinta delgada hasta el hueco posterior de la última articulación esternal; cuando se agarra todo el esternón con la mano, puede apreciarse a cada lado dos acusadas de presiones entre estas masas y el hueso.
- Puntuación 4. Gordo: No se detectan las costillas ni esternón; mediante palpación puede apreciarse una ligera depresión a cada lado; detrás, persiste la depresión sobre la última articulación esternal.
- Puntuación 5. Obeso: La masa de grasa subcutánea ya no es móvil; los contornos están redondeados, sin depresiones a cada lado; el hueco existente sobre la última articulación esternal está lleno.

### 2.3.2. Condición corporal y producción láctea

Demasiada grasa o muy poca grasa corporal en el parto puede asociarse con una subsecuente reducción en la producción de leche (Waltner *et al.*, 1993). Por lo que un manejo eficiente de la grasa corporal contribuye a una mejor producción láctea (Waltner *et al.*, 1993).

Varios estudios realizados principalmente en vacas corroboran este punto. Como por ejemplo (Garnsworthy *et al.*, 1982; Bosclair *et al.*, 1986), en sus estudios con vacas con excesiva grasa al parto observaron un incremento potencial en la pérdida de la producción, que ellos atribuyeron al exceso de grasa corporal que se moviliza rápidamente y a la circulación de ácidos grasos libres que deprimió el consumo de alimento, éste fenómeno incremento la lipólisis.

Otro estudio parecido realizado por Waltner *et al.* (1993) con vacas lecheras de más de 15 meses de edad y que fueron sometidas a evaluación de la condición corporal mensualmente por dos años en donde se determinó diariamente la producción lechera. Concluyeron que las vacas con una condición corporal al parto de de 2 a 3 tuvieron una producción lechera de 322 Kg. a 90 días; mientras que vacas con una condición corporal de mas de 3 y hasta 4 presentaron una producción de leche de 355 Kg. a 90 días y cuando la condición corporal decreció después de los 90 días la producción fue de 223 Kg.

En el caso de la especie caprina el estudio realizado por Cabiddu *et al.* (1999) en donde también compara el efecto de la condición corporal con cabras de entre 2 a 6 años, bajo sistema extensivo (arbustos y pastos nativos), sin suplementarlas. Encontraron que las cabras con una condición corporal de 3 tuvieron una producción lechera diaria de 1.39 litros al día a los 100, 140 y 160 días de lactación, haciendo un total de 222.4 litros y que las cabras con una condición corporal entre 2 a 2.5 tuvieron una producción lechera de 1.23 y 1.30 litros diarios a los 100, 140 y 160 días de lactación, que corresponde a un total de 208 litros.

En ambos experimentos realizados Cabiddu *et al.* (1999) y Waltner *et al.* (1993), no se tuvieron animales con condiciones mayores de 4, por lo que no mencionan cuanto

fue la producción lechera, sin embargo, si hacen notar que los animales con baja condición corporal disminuían su producción lechera. En el caso de las vacas la diferencia fue mayor o igual a 33 Kg. de leche a los 90 días y en el caso de las cabras la diferencia fue de 14.4 litros de leche al día.

### **2.3.3. Condición corporal y la reproducción**

El interés de conocer las reservas corporales en animales adultos particularmente en hembras es porque el manejo nutricional juega un papel importante (Antti, 1991). Si el animal vive en un medio difícil de conseguir alimento entonces el ciclo reproductivo se verá afectado caracterizándose por fases de depleción y repleción (Antti, 1991).

En vacas hay datos que sugieren que el rendimiento reproductivo fue debilitado en aquellos animales que exhibieron severa pérdida de la condición corporal (Butler and Smith, 1987). La movilización excesiva de las reservas corporales puede estar asociada con infiltración grasa del hígado postparto y reduce el rendimiento reproductivo en vacas de alta producción diaria (Butler y Smith, 1987).

Estudios acerca de la patogénesis del hígado graso sugieren que esto es parte de un síndrome de movilización generalizado de grasa que ocurre durante la lactancia temprana en vacas de alta producción (Butler y Smith, 1987). El hígado graso es una disfunción hepática de los animales relacionada con el metabolismo de los triacilglicéridos (Shimada, 2005). Hay dos causas principales para este problema: uno es, que el incremento anormal de ácidos grasos circulantes obliga a la resíntesis acelerada de triacilglicéridos en el hígado, para su posterior transporte a través de la sangre en forma de quilomicrones; sin embargo, si la velocidad de síntesis de triacilglicéridos es mayor que la formación de la lipoproteína requerida para los quilomicrones, los primeros se acumulan en el hígado causando el problema (Shimada, 2005).

La otra causa de la ocurrencia del hígado graso, es que haya un obstáculo metabólico a nivel celular, que impida la síntesis de fosfolípidos que también son necesarios para la producción del quilomicron, por ejemplo deficiencias en lecitina, ya que forma parte del fosfolípido; cianocobalamina o folacina que están involucrados en

la transferencia del grupo metilo; de metionina, que es donador de metilo; e inositol que esta contenido en algunos fosfolípidos (Shimada, 2005).

Así que cualquiera que sea la causa que provoca la movilización de las reservas grasas, generalmente el resultado es una pérdida de la condición corporal y del peso corporal (Butler y Smith, 1987). También se han encontrado mayor predisposición en ciertos animales, como aquellos con un alto potencial de producción de leche, o que tiendan a la gordura (Butler y Smith, 1987). Rasgos comunes del síndrome de hígado graso son la sobrealimentación durante el periodo seco y el balance de energía negativo durante la lactancia (Butler y Smith, 1987). El hígado graso puede ser simplemente un signo del balance de energía negativo el cual al parecer, merma el rendimiento reproductivo (Butler y Smith, 1987).

En las vacas se menciona que el amamantamiento y la desnutrición reducen las concentraciones de FSH y LH, por largos periodos, mientras que en vacas ordeñadas diariamente, solamente parece estar afectada la LH después de 5 a 10 días postpartum (Butler y Smith, 1987).

Tanto en la lactancia como en la desnutrición crónica se inhibe la liberación de LH en respuesta a la separación del becerro con reducción de dos parámetros que son frecuencia del pulso y pico de concentración de LH (Butler y Smith, 1987). Estudios sugieren que esta débil respuesta de la LH fue por una menor disponibilidad de glucosa, esto probablemente se debe a que las concentraciones de insulina pueden afectar directamente más que la glucosa, la secreción de LH (Butler y Smith, 1987).

La presencia de receptores de insulina localizados en la eminencia media del hipotálamo indican un papel regulador de la insulina en el metabolismo de la glucosa en este tejido neural, el cual puede modular el GnRH hipotalámico (Butler y Smith, 1987).

Se han realizado estudios en ratas donde se observó que la eminencia media y el tejido pituitario metabolizaron cuerpos cetónicos más que glucosa, sugiriendo la posibilidad de que la glucosa es el switch para la utilización de quetones durante un inadecuado suministro de energía (Butler y Smith, 1987).

El periodo temprano postparto en vacas que lactan diariamente Butler y Smith (1987), mencionan que se caracteriza por un balance de energía negativo derivado de un in balance temporal entre la dieta ingerida y las demandas de energía incrementadas por la producción de leche. Los mismos autores también mencionan que para acomodar estas demandas metabólicas, la vaca requiere de una combinación de incrementos en la dieta ingerida acompañados de una movilización reservas de energía corporales, las cuales difieren entre vacas individualmente.

En las vacas se ha observado que durante el balance de energía negativo en la lactancia temprana el rápido incremento en la utilización de glucosa para la producción de leche da como resultado bajas concentraciones plasmáticas de glucosa y de insulina comparadas con la lactancia tardía (Gwazdauskas *et al.*, 1986; Imakawa *et al.*, 1987). Aunque los efectos combinados de glucosa e insulina bajas, pueden jugar un papel menor en la estimulación de la conducta alimentaria (Baile y Della-Fera, 1981) la relativa carencia de insulina puede aumentar la lipólisis en el tejido adiposo, de modo que mas adelante se incrementa el apetito, vía incremento de la disponibilidad de ácidos grasos libres por oxidación hipotalámica (Kasser *et al.*, 1985) y se incrementa el consumo de alimento por estos efectos, así pues, se puede esperar la elevación de  $\beta$  endorfinas para inhibir el sistema de pulso GnRH, y, así pues, los patrones de pulso LH pueden deprimirse directamente por disminución de la insulina y secundariamente puede incrementarse la producción y utilización de cetonas como consecuencia de la movilización de tejido adiposo de reserva (Butler y Smith, 1987).

En un estudio que se realizó en vacas se sugiere que el balance de energía negativo opera a través de la insulina que es la gran responsable de la regulación de los patrones de pulso de LH que parece es crucial para el comienzo a tiempo de la función ovárica postparto (Butler y Smith, 1987). En base a la diversidad de estas acciones Butler y Smith (1987), postulan que la disminución de insulina disponible durante la lactancia temprana puede volver inútiles los folículos ováricos por su menor respuesta para la estimulación de la gonadotropina. El efecto de la insulina sobre el desarrollo folicular ha sido indicado por experimentos de restricción de energía en vaquillas (Butler y Smith, 1987).

Así el balance de energía negativo parece interferir con el desempeño de la LH siendo un modelo necesario para el desarrollo de folículos ováricos y la ovulación (Butler y Smith, 1987). De forma secundaria el déficit de energía y bajas concentraciones de insulina durante el periodo quizá limita la respuesta de la estimulación del ovario y la gonadotropina (Butler y Smith, 1987).

Sin embargo, se ha descubierto que hay una hormona que aparentemente juega un papel central en la regulación de la reproducción ya que se ha visto ayuda a la homeostasis de la energía corporal (apetito, energía, repartición de nutrientes entre composición corporal y tejidos) y también en la secreción de varias glándulas endócrinas (Chilliard *et al.*, 2005). Esa hormona es la leptina, de la palabra griega que significa “delgado”, la cual consta de 167 aminoácidos (Ganong, 2006).

La leptina se descubrió hace 10 años en roedores, siendo el producto del gen de la obesidad (“ob”) (Ganong, 2006; Stergios *et al.*, 2001; Chilliard *et al.*, 2005). El sitio de producción de la leptina es el tejido adiposo blanco (Ahima *et al.*, 2000; Chilliard *et al.*, 2005; Fernández *et al.*, 2006), aunque también el gen de la leptina es expresado a niveles más bajos en la placenta, tejido fetal, glándula mamaria, estómago, músculos y tejido adiposo pardo (Margetic *et al.*, 2002; Chilliard *et al.*, 2005).

La leptina como se mencionó anteriormente fue descubierta en roedores, posteriormente en humano y en los rumiantes entre los que destacan los bovinos, ovinos, caprinos y camelidos (Chilliard *et al.*, 2005). En los rumiantes el gen de la leptina se ha expresado en órganos como son tejido adiposo (Chilliard *et al.*, 2001; Chilliard *et al.* 2005), tejido fetal (Yuen *et al.*, 2002; Ehrhardt *et al.*, 2002; Muhlhausler *et al.*, 2003), glándula mamaria (Bonnet *et al.*, 2002; Smith and Sheffield, 2002; Leury *et al.*, 2003), rumen, abomaso, duodeno (Yonekura *et al.*, 2002) y glándula pituitaria (Yonekura *et al.*, 2003).

Los receptores de la leptina se han identificado en el hipotálamo (Stergios *et al.*, 2001), células gonadotrópicas de la pituitaria anterior (Jin *et al.*, 2000), células de la granulosa, células de la teca y células intersticiales del ovario (Karlsson *et al.*, 1997), endometrio (Kitawaki *et al.*, 2000) y células de Leydig (Caprio *et al.*, 1999).

La forma en que la leptina interviene en el eje hipotalámico-pituitario-gonadal, es primero liberada por el tejido adiposo blanco en el torrente sanguíneo y llega al cerebro por medio de transportadores específicos que se han encontrado en el endotelio capilar del cerebro, así que cuando llega al hipotálamo este libera GnRH, la cual pasa a la pituitaria anterior e interactúa con sus receptores correspondientes a los cuales da la orden de producir FSH y LH (Stergios *et al.*, 2001)

Los mecanismos de acción de la leptina se han observado principalmente sobre el metabolismo energético y lipídico (Chilliard *et al.*, 2005). También tiene efectos sobre glándulas endócrinas y el sistema nervioso central, produciendo decremento de insulina y glucocorticoides y estimula la secreción de la hormona del crecimiento, de catecolaminas y hormona tiroidea (Chilliard *et al.*, 2005). Estos incrementos se vieron reflejados en el gasto de energía del tejido adiposo y de la lipólisis y por consiguiente en el decremento de tejido adiposo y/o lipogénesis hepática (Havel, 2004). Además, los actos de la leptina directos sobre el tejido periférico son: estimulación de la lipólisis e inhibición de la lipogénesis en el tejido adiposo, incremento a la sensibilidad de la insulina y utilización de la glucosa en los músculos e incremento en la oxidación de los ácidos grasos en músculo, hígado y tejido adiposo (Chilliard *et al.*, 2005). Esa estimulación de la oxidación de los ácidos grasos es probablemente la que lleve al evento que amenaza al tejido lipídico y los efectos de la leptina sobre la insulina (Chilliard *et al.*, 2005).

Además para que comience a actuar el factor lipostático se requiere de una excesiva deposición de grasas, por lo que el principal papel de la leptina es poder ayudar a los animales a adaptarse a los periodos de baja nutrición (Ahima *et al.*, 1996; Gui *et al.*, 2003). Así que cuando hay una mala alimentación se presenta hipoleptinemia que puede ser un signo agudo que ayuda a la estimulación de una conducta de realimentación y secreción de glucocorticoide, decreciendo la actividad tiroidea, suministrando energía, provocando sensibilidad a la insulina y síntesis de proteínas (Ahima *et al.*, 1996; Gui *et al.*, 2003).

En los rumiantes ha sido difícil hacer descubrimientos sobre la expresión del gen de la leptina y de la leptina en plasma ya que se sabe que hay variaciones entre rumiantes jóvenes y adultos, y esas relaciones con el metabolismo de energía, esos

factores de variaciones de energía van de acuerdo a la especie animal, raza, grasa corporal, nivel de alimentación, preñez, lactación, nutrientes y efectos de las hormonas, composición de la dieta y condiciones ambientales (Chilliard *et al.*, 2005). Siendo esto sugestivo de que la leptina en plasma refleja diferencias primarias de la grasa corporal (Chilliard *et al.*, 2001). Por lo que se ha observado que los niveles del RNAm de leptina del tejido adiposo y/o leptinemia, decrecen rápida y severamente por privación de alimento o por desnutrición crónica e incrementan cuando hay una retroalimentación puesto que se ha visto que ésta es la respuesta a la leptinemia (revisado por Chilliard *et al.*, 2001; Marie *et al.*, 2001; Morrison *et al.*, 2001; Delavaud *et al.*, 2002; Tokuda *et al.*, 2002).

En el estudio realizado por Chilliard *et al.* (2005) en corderas secas no gestantes se observó retroalimentación entre los días 4 -10, dependiendo de la historia nutricional de los animales. Siendo mucho más alto en corderas gordas que en corderas delgadas. De forma que la respuesta de la leptina en plasma dependió de los niveles de alimentación y muy fuertemente de la grasa corporal. Así pues los efectos a largo término dependen de los efectos de la alimentación y actúan sobre la expresión de la leptina e interactúan con los efectos de mediano y corto término (Chilliard *et al.*, 2005).

La leptina quizá es importante para la regulación de la nutrición materna y para la repartición de nutrientes durante el proceso de preñez y lactación (Stergios *et al.*, 2001). Más específicamente la preñez está asociada a cambios hormonales (especialmente insulina, glucocorticoides, estrógenos y prolactina) (Stergios *et al.*, 2001). La leptina tiene un efecto lipolítico que quizá incrementa la movilización de ácidos grasos del tejido adiposo e incrementa el uso o la oxidación de ácidos grasos (Stergios *et al.*, 2001).

Al parecer hay un pico de expresión de los receptores de leptina en la glándula mamaria de ovinos y se presenta a la mitad de la gestación (Stergios *et al.*, 2001). Cuando se inicia la proliferación de células epiteliales de la glándula mamaria y entonces la glándula comienza a crecer, esta hipótesis de la leptina, parece estar relacionada con hormonas durante la gestación como los estrógenos, probablemente un factor de crecimiento local actúa en el enlace funcional entre los adipositos y las células epiteliales de la glándula mamaria (Stergios *et al.*, 2001). La ausencia de leptina a lo

mejor resulta en el fracaso del crecimiento de la glándula mamaria y por consiguiente en el fracaso de la lactación (Stergios *et al.*, 2001).

## **2.4 Formación de cuerpos cetónicos**

El cuerpo produce cuerpos cetónicos de forma normal, en el caso de los rumiantes al llevar a cabo su fermentación en el rumen forman ácido butírico el cual dará lugar al D-3- hidroxibutirato, que es un cuerpo cetónico (Murray, 2001). A parte el hígado forma cuerpos cetónicos como acetona, acetoacetona y el ya mencionado D-3- hidroxibutirato (Murray, 2001).

Los cuerpos cetónicos proporcionan una alta cantidad de energía y son oxidados en los tejidos extrahepáticos de forma proporcional en que se encuentran en la sangre (Murray, 2001). De modo que la cetosis no ocurre a menos de que haya una elevación considerable de cuerpos cetónicos en la sangre y que los tejidos extrahepáticos no pueden oxidar todos los cuerpos cetónicos (Ganong, 2006).

Existen otras vías por la cuales se oxidan los cuerpos cetónicos, como en el tejido adiposo, en el cual los triacilgliceroles sufren lipólisis convirtiéndose en ácidos grasos libres que pasan a la sangre para posteriormente llegar al hígado donde se transforman en acil-CoA, entran en la  $\beta$ -oxidación forman acetil-CoA y una parte entra a la cetogénesis para formar cuerpos cetónicos y la otra parte entra al ciclo del ácido cítrico para formar CO<sub>2</sub> (Shimada, 2005; Murray, 2001).

En vacas lecheras se ha asociado que una alta condición corporal al parto conduce a cetosis debido a que la lactancia y el parto inducen a que la vaca requiera un alto aporte de carga energética, por lo que se empiezan a movilizar los ácidos grasos que están almacenados esto según estudios realizados por Markusfeld *et al.* (1997) y Guillund *et al.* (2001). En el estudio que realizó Guillund *et al.* (2001), encontró que vacas multíparas que parieron durante el invierno y tenían una condición corporal mayor o igual a 3.5 presentaron cetosis que las vacas primaras que parieron en verano con una condición corporal de 3.25. Guillund *et al.* (2001), pensó que esto quizá se debió a la compleja relación que hay entre el manejo nutricional, parto, raza, nivel de producción y desempeño reproductivo.

## 2.5. Peso al nacimiento de las crías

En los mamíferos hembra la gestación representa un estado fisiológico durante el cual se desarrollan uno o más embriones en el útero así la preñez incluye el desarrollo del nuevo individuo desde la fecundación hasta la expulsión del feto maduro (Holy, 1983; Sanchez *et al.*,1995).

Durante la primera fase de la preñez el embrión o feto se desarrollan muy lentamente (Holy, 1983). En relación al peso total del útero y el peso del feto, se puede observar que durante las primeras semanas de la gestación la participación del peso fetal es muy pequeña, aproximadamente a la mitad de la gestación alcanza el 25% del peso total y comienza a aumentar rápidamente de peso y tamaño, para el momento del parto el feto alcanza el 50% del peso total del útero preñado (Holy, 1983; Sanchez *et al.*,1995).

En el caso de la madre, la gestación misma impone al organismo exigencias muy aumentadas, pues cambia el metabolismo en general, por ejemplo, aumenta el apetito y se intensifica la digestibilidad y solo al inicio de la gestación se aprovechan mejor los nutrientes, a la mitad de la gestación, cuando el producto se desarrolla más rápido, aumentan las necesidades de vitaminas y minerales (Holy, 1983; Martin, 1989; Ganong, 2006).

Desde el punto de vista de buena salud materna para poder producir un producto sano y bien desarrollado, la madre requiere de vitamina D, que es la que dirige el metabolismo del Ca y P (Holy, 1983).

En las vacas se ha observado que el contenido de la materia seca del cuerpo del ternero representa el 25 al 30% del peso vivo, lo que significa que los requerimientos adicionales en nutrientes para el desarrollo del feto y sus anexos no son tan grandes, sobre todo en lo que se refiere a proteínas y carbohidratos (Holy, 1983).

Por lo que en las vacas la cantidad de materia seca del concepto representa menos del 3% del total de materia seca segregada por una vaca que produzca unos 3,600 Kg. de leche en un periodo de lactación (Salisbury *et al.*, ,1978).

Así la composición de la alimentación durante la gestación debe ser casi perfecta, para evitar problemas durante ésta y que pongan en riesgo la salud materna y/o la del producto (Holy, 1983, Majele-Sobanda *et al.*, 2000).

Por otro lado bien se sabe que el peso de las crías al nacimiento depende de factores genéticos (raciales) y factores no genéticos tales como: la edad de la madre, la alimentación de la madre, tipo de parto, el sexo y la estación de nacimiento (Morand-Fehr *et al.*, 1976; Burfening, 1993; García *et al.*, 1997).

Del factor genético (el racial) podríamos decir que poco se ha documentado, algunos estudios indican que en cabritos de razas nativas hay mayor sobrevivencia que en cabritos de razas exóticas. Steinbach (1987), encontró en su estudio que la raza local Tunisia obtuvo un mayor porcentaje de sobrevivencia, mientras que la cabra Boer y la Alpina que fueron traídas de otras latitudes presentaron menor sobrevivencia. En otro estudio hecho por Patnaik y Nayak (1988) comentan que la raza local Ganjam presentó mejor sobrevivencia que la Black Bengal y Jamnapari que fueron consideradas como exóticas para la zona del estudio, aunque pertenecían al mismo país. Ambos estudios coinciden en que las cualidades de adaptación que poseían las razas locales constituyeron la causa por la cual sus cabritos mostraron mejores porcentajes de sobrevivencia (Steinbach, 1987; Patnaik y Kayak, 1988).

Pérez (1996) realizó un estudio con cabras criollas las cuales tuvieron un peso promedio al nacimiento de 2.5 Kg. y con las cabras Alpinas tuvieron un peso al nacimiento de 4 Kg. Otros autores coinciden con lo que refiere Pérez en su estudio, García *et al.* (1997), en su estudio trabajó con cabras Alpinas, Saanen, Toggenburg, Granadina, Nubia y Saanen x Granadina, obteniendo como resultado que la raza sí afecta el peso al nacer puesto que las cabras Alpinas tuvieron pesos promedios de  $4.4 \pm 0.56$  Kg., mientras que las otras razas tuvieron pesos promedios entre  $3.2$  a  $3.9 \pm 0.5$  Kg. Morand-Fehr *et al.*, (1976) coincide con que las cabras Alpinas tienen pesos al nacimiento en promedio de 4 Kg. mientras que las de otras razas tienen pesos menores a 3.5 Kg.

Sin embargo, los cruzamientos o los empadres de absorción entre una raza mejorada y una nativa pueden incrementar el porcentaje de sobrevivencia de las crías, debido a la presencia de genes exóticos y genes locales para los efectos de heterosis (Barlow, 1981; citado por Steinbach, 1987). Lo que se reflejará en el incremento de los pesos al nacimiento, aunque esto también depende de la habilidad de la madre para alimentar a su o sus crías (Singh et al., 1990; Burfening, 1993).

Dentro de los factores ambientales como ya se mencionó se encuentra la estación de nacimiento, que al parecer es un factor importante, puesto que las condiciones que prevalecen durante el año afectan directa o indirectamente a las crías. (Mazumdar *et al.*, 1980; Wilson y Murayi, 1988; Malik *et al.*, 1990). Siendo aparentemente la temperatura la causa de esto. Como parte de estos factores ambientales la condición corporal de la madre es importante para el crecimiento de la cría, ya que la madre si no tiene alimento no podrá formar sus reservas para el posterior desarrollo de él o los productos (Morand-Fehr, 1985). Los autores Sibanda *et al.* (1997) comentan que dando una buena dieta a las madres con carbohidratos, la condición no cambió debido a que en las últimas 7 semanas del embarazo no hubo pérdida del peso corporal, pero esto no mostró ningún efecto sobre el peso al nacimiento de las crías. En los humanos el aumento de peso es producido no solo por el crecimiento del feto, sino por el crecimiento de la glándula mamaria, aumento del volumen sanguíneo y volumen de agua (cerca de 6.8 L.) en forma de líquido extracelular y extravascular. Se añaden los depósitos de grasa (3 a 3.5 Kg.) (Martin, 1989). La grasa corporal total incrementa durante el segundo trimestre de la gestación, pero después del parto bajan los triglicéridos, colesterol y lipoproteínas (Martin, 1989). Esto es debido a que la mayor parte de la grasa se almacena de manera central durante la mitad del embarazo y que, conforme el feto exige mayor nutrición durante los últimos meses, disminuyen las reservas grasas observándose una disminución en la condición de la madre (Martin, 1989).

Mellado *et al.* (1991) en su estudio de un hato caprino reportaron que la mayor mortalidad se observó durante el verano y disminuyó durante el otoño; atribuyeron que la temperatura que se presentó durante esta estación fue la causa de enfermedades en cabritos tales como neumonía, enteritis y mal nutrición.

Pérez *et al.* (1997) refieren en su estudio también realizado en un hato caprino que la estación del año si influyó sobre el peso al nacimiento de los cabritos, coincidiendo con Mellado *et al.* (1991) que el calor es la causa de ello.

Otro factor ambiental es el peso y edad de la madre, se han realizado estudios que coinciden en que la menor sobrevivencia de las crías es cuando tienen madres jóvenes en comparación con las madres adultas (Gama *et al.*,1991), esto se debe probablemente a que como las madres jóvenes no han alcanzado su tamaño adulto entonces compiten por los nutrientes con su producto, competencia que ya no es tan evidente con cabras adultas dando mejores pesos al nacimiento (Wilson y Murayi, 1988; Singh *et al.*, 1990; Rattner *et al.*, 1994). Por otro lado las cabras adultas poseen un mejor comportamiento materno siendo favorable al momento que tenga a sus crías y una mejor producción lechera (Mavrogenis *et al.*,1984<sup>a</sup>; Mavrogenis *et al.*, 1984<sup>b</sup>) ayudando a una mejor sobrevivencia para si mismas y para sus crías en relación a las madres jóvenes.

En una investigación realizada por Singh *et al.* (1994) determinó que el peso de la madre afectó la sobrevivencia de las crías, pues las madres con pesos mayores de 20 Kg. y menores a 10 Kg. presentaron mayor mortalidad en sus crías que las cabras que tuvieron pesos dentro del rango de 15 a 20 Kg.

Pérez *et al.* (1997) en su estudio observaron que las crías que venían de madres adultas tenían mejores pesos al nacimiento que los que venían de madres jóvenes, aunque también observaron que las crías que tenían los pesos mas altos venían de madres de 10 años de edad.

El tipo de parto es un factor ambiental que influye en los pesos al nacimiento. García *et al.* (1997), refiere en su estudio que los cabritos nacidos como únicos o simples fueron 16.9% más pesados que los cabritos que venían de partos dobles. Asimismo Pérez *et al.* (1997) coinciden en su estudio que evidentemente las crías nacidas como simples obtuvieron valores más altos que los nacidos como múltiples o gemelares. Ambos autores coinciden con los hallazgos de otros estudios. (Mavrogenis *et al.*, 1984<sup>a</sup>; Gebrelul, 1994 y Sánchez *et al.*, 1995).

El sexo ha sido reportado como una de las causas que afecta la sobrevivencia de las crías (Vihan *et al.*, 1986; Singh, 1991). Como ya es sabido los machos tienen mayor peso al nacimiento que las hembras, Singh (1991) señala que esto es debido a que como los machos tienen mayor tamaño sus necesidades nutricionales aumentan. Singh (1991) coincide con Pérez *et al.* (1997), ya que en el estudio que realizó con un rebaño caprino los machos pesaron más que las hembras.

La alimentación es uno de los factores quizá de los más importantes que afectan el peso al nacimiento de las crías, Pérez *et al.* (1997) en su estudio de un rebaño caprino ubicado en el Estado de Durango refiere que la alimentación durante la gestación sí afectó el peso al nacimiento de las crías, esto aunado a las condiciones climáticas del lugar.

### **III. HIPÓTESIS**

Las cabras con condición corporal mayor a 2.0 darán mayor producción de leche y mejores pesos al nacimiento de sus crías.

## **IV OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la relación de los cambios de la condición corporal con los cambios de peso en la producción de leche, y el peso al nacer de las crías.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Determinar los cambios en la condición corporal, pérdida de peso corporal y producción de leche de la madre, dependiendo del tipo de parto.
- Determinar la relación de los cambios de la condición corporal con el peso al nacer de las crías y el peso de la camada.

## V. MATERIAL Y MÉTODOS

### 5.1 Ubicación.

La presente investigación se realizó en el módulo de caprinos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán situada geográficamente en el Estado de México a una altitud de 2240 m. sobre el nivel del mar, con una latitud norte de 19° 40' y 99° 11' de longitud oeste (I.N.E.G.I., 2000)

El clima clasificado como templado y subhúmedo con lluvias en verano, sus temperaturas son uniformes en otoño e invierno, con vientos dominantes suaves hacia el sureste, las temperaturas mínimas esporádicas, de diciembre a enero, van de 0 a -3° C. La precipitación pluvial anual estimada es de 1,699.5 mm., la evaporación diaria estimada es de 4.43 mm (I.N.E.G.I., 2000)

### 5.2 Método

Se emplearon 46 cabras de la raza Alpino Francesa siendo alojadas en dos corrales uno con 24 hembras y el otro con 22 cabras, algunas de ellas conservaron a sus crías, las cuales se vendieron hasta que alcanzaron un peso de 12 Kg. Las hembras tuvieron agua *ad libitum* y una dieta a base de alfalfa achicalada, silo de maíz y concentrado, la cual aportó 1.908 Mcal por Kg. de materia seca y 125.22 g. de proteína cruda por Kg. de materia seca.

A las cabras estando preñadas se les midió su condición corporal y peso 30 días antes del parto, 30 minutos después de parir y posteriormente cada 15 días, durante 4 meses. Al parto las crías fueron pesadas. Las cabras en el estudio se dividieron en dos grupos: el grupo A que correspondió a cabras con una condición corporal de 1 a 2 y el grupo B que correspondió a cabras con una condición corporal de más de 2.5. Hubo hembras a las que se les retiró su cría inmediatamente al nacimiento. A ambos grupos se les midió la cantidad de leche producida por cada una de ellas en kilos, iniciando a los 3 días (esto es al cese de la producción de calostro), y después cada semana se midió la producción de leche, inicialmente el ordeño fue manual, midiéndose la leche en esta etapa, con vaso medidor graduado en litros y mililitros y posteriormente se hizo la conversión a kilos empleando la densidad de la leche (Hewitt, 1995), a ambos grupos se

los ordeñó una vez al día, por la mañana; las crías que estuvieron con su madre tuvieron leche el resto del día.

### **5.3 Evaluación de la condición corporal.**

Para estimar rápidamente la grasa corporal, se empleó un método visual y táctil, así se pudo apreciar la grasa subcutánea (Waltner *et al*, 1993). La escala empleada para evaluar la condición corporal de las cabras fue hecha por Santucci y Maestrini en 1985 (ver anexo 1) y Morand-Fehr en 1988, ambos referidos por Morand – Fehr *et al*, (1991), que consistió en evaluar el área esternal la cual se apreció mejor cuando se midió el área lumbar (Morand- Fehr, 1989). Esta evaluación fue realizada por dos personas y se analizaron ambas evaluaciones.

### **5.4 Ordeña.**

Como se mencionó anteriormente en un principio se realizó el ordeño manualmente y posteriormente con la máquina de ordeña, en ambos casos se lavaron los pezones con 3ml de yodo diluidos en agua tibia, se secaron con toallas desechables, se despuntaron y se procedió a realizar el ordeño. En el caso del ordeño manual, una vez que se terminó de ordeñar, la leche se vació en el vaso medidor y se anotó la cantidad que dio cada cabra, posteriormente en una cubeta cubierta con tela de manta se vació la leche de todas las cabras. Al obtener un número de 10 cabras se empleó la sala de ordeño, en este caso el procedimiento fue el siguiente: lavado de pezones como se mencionó anteriormente y se prepararon 2 cubetas con 100ml de yodo, en éstas se sumergieron las pezoneras antes de colocarlas en los pezones de cada cabra. Otra cubeta se preparó con 3ml de yodo y se diluyó con agua tibia. Se pasaron a la sala de ordeño a las cabras en grupos de 10 en 10 y se anotó que número tenía cada cabra, cuando se terminó de ordeñar cada cabra se sumergieron las pezoneras en la cubeta con yodo, se colgaron, se le puso sellador a cada pezón y se anotó la cantidad de leche que dio esa cabra, así sucesivamente.

## 5.5 Método estadístico.

Se empleó el programa GLM del paquete estadístico SAS (1996), con el cual se analizaron los cambios de la condición corporal, tipo de parto, pérdida del peso corporal y su efecto sobre la producción de leche. En la evaluación del peso al nacimiento, se utilizaron como efectos fijos la condición corporal (< 2 Grupo 1 y > 2.0 Grupo 2), tipo de parto y sexo de la cría, se utilizó el peso corporal de la madre como covariable. A continuación se muestra la descripción de las ecuaciones empleadas:

Peso al nacer:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + S_j + CP_k + \beta (X_{ij} - \bar{X}) + E_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$  = Variable de respuesta (peso al nacer)

$\mu$  = Constante general

$T_i$  = Efecto del  $i$  – ésimo tipo de parto ( $i = 1, 2$ )

$S_j$  = Efecto del  $j$  – ésimo sexo ( $j = 1, 2$ )

$CP_k$  = Efecto de la  $k$  – ésima condición corporal ( $k = 1, 2$ )

$\beta$  = Coeficiente de regresión

$X_{ij}$  = Peso de la madre

$\bar{X}$  = Media general de la covariable

$E_{ijkl}$  = Error aleatorio NID ( $0, \sigma_e^2$ )

Producción de leche:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + P_j + CP_k + E_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$  = Variable de respuesta (producción de leche)

$\mu$  = Constante general

$T_i$  = Efecto del  $i$  – ésimo tipo de parto ( $i = 1, 2$ )

$P_j$  = Efecto del  $j$  – ésima pérdida de peso corporal ( $j = 1, 2, 3$ )

$CP_k$  = Efecto de la  $k$  – ésima condición corporal ( $k = 1, 2$ )

$E_{ijkl}$  = Error aleatorio NID ( $0, \sigma_e^2$ )

## VI. RESULTADOS.

### 6.1 Peso de las crías al nacimiento.

En el peso al nacimiento la única variable que influyó fue el sexo del cabrito ( $P < 0.001$ ), como se pueden observar en el cuadro 1. Mientras que para el peso de la camada lo fue el tipo de parto en donde las camadas melliceras obtuvieron el mayor peso.

**Cuadro 1. Medias de mínimos cuadrados  $\pm$  error estándar del efecto tipo de parto, condición corporal y sexo sobre el peso de los cabritos al nacimiento.**

Característica	n	Peso al nacimiento (Kg)	Peso de camada (Kg)
Tipo de parto			
Sencillo	26	$3.56 \pm 0.14$ ns	$3.53^b \pm 0.18$
Doble	20	$3.69 \pm 0.11$ ns	$7.47^a \pm 0.19$
Sexo			
Hembra	32	$3.33^b \pm 0.12$	
Macho	34	$3.92^a \pm 0.12$	
Condición corporal			
a) Menor a 2.0	32	$3.55 \pm 0.11$ ns	$5.38 \pm 0.17$ ns
b) Mayor a 2.5	14	$3.70 \pm 0.14$ ns	$5.62 \pm 0.21$ ns

ab literales diferentes en el mismo ítem y semana indican diferencia estadística significativa ( $P < 0.001$ ).

n.s no hay diferencia estadística significativa ( $P > 0.05$ ).

### 6.2 Producción de leche.

En lo que se refiere a la producción de leche por semana, las variables pérdida de peso corporal y condición corporal mostraron efecto significativo ( $P < 0.05$ ), de manera general, las cabras con condición superior a 2 a partir de la 6<sup>o</sup> produjeron más leche ( $P < 0.05$ ), como se puede observar en el cuadro 2b. El otro efecto la pérdida de peso corporal, influyó en la producción de leche en la 6<sup>o</sup>, 10<sup>o</sup>, 11<sup>o</sup>, 13 y 14<sup>o</sup> semanas, como se puede observar en los cuadros 2b, 2c y 2d, las cabras que perdieron menos de 5 Kg. o ganaron peso, son las que produjeron más leche en la 6<sup>o</sup> semana, mientras

que en las semanas 10°, 11°, 13 y 14° las cabras que perdieron más de 10 Kg. produjeron más leche en comparación con los otros dos grupos.

El tipo de parto como se puede observar en el cuadro 2a al 2d no influyó de manera significativa sobre la producción de leche durante todas las semanas del estudio ( $P>0.05$ ).

**Cuadro 2a. Medias de mínimos cuadrados  $\pm$  error estándar del efecto del tipo de parto, pérdida de peso durante todo el experimento y condición corporal de la madre sobre la producción de leche de la semana 1° hasta la semana 4°.**

Característica	n	SEMANA			
		1	2	3	4
Tipo de parto					
Sencillo	26	9.33 $\pm$ 0.99	9.14 $\pm$ 1.09	9.72 $\pm$ 1.17	10.75 $\pm$ 1.49
		ns	ns	ns	ns
Doble	20	7.06 $\pm$ 1.28	8.71 $\pm$ 1.42	2.79 $\pm$ 1.52	8.62 $\pm$ 1.93
		ns	ns	ns	ns
Pérdida de peso corporal:					
a) Mayor a 10 Kg	9	10.78 $\pm$ 1.22	11.59 $\pm$ 1.35	9.71 $\pm$ 1.46	11.72 $\pm$ 1.83
		ns	ns	ns	ns
b) Entre 5 a 9.5 Kg.	25	6.30 $\pm$ 1.21	7.25 $\pm$ 1.34	8.25 $\pm$ 1.44	8.28 $\pm$ 1.83
		ns	ns	ns	ns
c) Menos de 5 Kg o ganaron peso	12	7.51 $\pm$ 1.53	7.95 $\pm$ 1.69	8.30 $\pm$ 1.18	9.06 $\pm$ 2.30
		ns	ns	ns	ns
Condición corporal:					
a) menos de 2.0	32	7.61 $\pm$ 0.79	8.25 $\pm$ 0.87	9.08 $\pm$ 0.94	9.39 $\pm$ 1.19
		ns	ns	ns	ns
b) arriba de 2.5	14	8.78 $\pm$ 1.36	9.60 $\pm$ 1.50	8.43 $\pm$ 1.60	9.99 $\pm$ 2.04
		ns	ns	ns	ns

n.s no hay diferencia estadística significativa ( $P>0.05$ )

**Cuadro 2b. Medias de mínimos cuadrados  $\pm$  error estándar del efecto del tipo de parto, pérdida de peso durante todo el experimento y condición corporal de la madre sobre la producción de leche de la semana 5<sup>o</sup> hasta la semana 8<sup>o</sup>.**

Característica	n	SEMANA			
		5	6	7	8
Tipo de parto					
Sencillo	26	12.31 $\pm$ 1.51 ns	12.75 $\pm$ 1.46 ns	13.11 $\pm$ 1.37 ns	13.47 $\pm$ 1.12 ns
Doble	20	11.03 $\pm$ 1.96 ns	11.35 $\pm$ 1.89 ns	13.28 $\pm$ 1.77 ns	12.90 $\pm$ 1.45 ns
Pérdida de peso corporal:					
a) Mayor a 10 Kg	9	13.21 $\pm$ 1.86 ns	13.28 <sup>b</sup> $\pm$ 1.80	13.65 $\pm$ 1.69 ns	13.72 $\pm$ 1.38 ns
b) Entre 5 a 9.5 Kg.	25	8.69 $\pm$ 1.85 ns	8.17 <sup>c</sup> $\pm$ 1.79	10.36 $\pm$ 1.68 ns	11.55 $\pm$ 1.73 ns
c) Menos de 5 Kg o ganaron peso	12	13.09 $\pm$ 2.34 ns	14.71 <sup>a</sup> $\pm$ 2.26	15.58 $\pm$ 2.12 ns	14.30 $\pm$ 1.37 ns
Condición corporal:					
a) menos de 2.0	32	10.29 $\pm$ 1.21 ns	9.67 <sup>b</sup> $\pm$ 1.16	10.48 $\pm$ 1.09 ns	11.15 $\pm$ 0.89 ns
b) arriba de 2.5	14	13.04 $\pm$ 2.07 ns	14.43 <sup>a</sup> $\pm$ 2.00	15.91 $\pm$ 1.87 ns	15.23 $\pm$ 1.53 ns

abc literales diferentes dentro del mismo ítem y misma semana implica diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ).

n.s no hay diferencia estadística significativa ( $P > 0.05$ )

**Cuadro 2c. Medias de mínimos cuadrados  $\pm$  error estándar del efecto del tipo de parto, pérdida de peso durante todo el experimento y condición corporal de la madre sobre la producción de leche de la semana 9<sup>o</sup> hasta la semana 12<sup>o</sup>.**

Característica	n	SEMANA			
		9	10	11	12
Tipo de parto					
Sencillo	26	13.08 $\pm$ 1.04 ns	14.59 $\pm$ 0.83 ns	14.88 $\pm$ 0.88 ns	14.14 $\pm$ 11.69 ns
Doble	20	14.56 $\pm$ 1.34 ns	13.68 $\pm$ 1.08 ns	13.33 $\pm$ 1.07 ns	11.98 $\pm$ 15.11 ns
Pérdida de peso corporal:					
a) Mayor a 10 Kg	9	15.06 $\pm$ 1.28 ns	16.85 <sup>a</sup> $\pm$ 1.02	16.78 <sup>a</sup> $\pm$ 1.09	16.60 $\pm$ 1.35 ns
b) Entre 5 a 9.5 Kg.	25	12.71 $\pm$ 1.27 ns	12.71 <sup>b</sup> $\pm$ 1.02	12.93 <sup>b</sup> $\pm$ 1.01	11.89 $\pm$ 1.34 ns
c) Menos de 5 Kg o ganaron peso	12	13.68 $\pm$ 1.61 ns	12.85 <sup>b</sup> $\pm$ 1.29	12.61 <sup>b</sup> $\pm$ 1.27	10.70 $\pm$ 1.69 ns
Condición corporal:					
a) menos de 2.0	32	11.97 $\pm$ 0.83 ns	13.23 $\pm$ 0.66 ns	13.06 $\pm$ 0.66 ns	13.42 $\pm$ 0.87 ns
b) arriba de 2.5	14	15.67 $\pm$ 1.42 ns	14.04 $\pm$ 1.14 ns	15.15 $\pm$ 1.15 ns	12.70 $\pm$ 1.49 ns

ab literales diferentes dentro del mismo ítem y misma semana implica diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ).

n.s no hay diferencia estadística significativa ( $P > 0.05$ )

**Cuadro 2d. Medias de mínimos cuadrados  $\pm$  error estándar del efecto del tipo de parto, pérdida de peso durante todo el experimento y condición corporal de la madre sobre la producción de leche de la semana 13<sup>o</sup> hasta la semana 16<sup>o</sup>.**

Característica	n	SEMANA			
		13	14	15	16
Tipo de parto					
Sencillo	26	14.49 $\pm$ 1.04 ns	13.76 $\pm$ 0.98 ns	11.40 $\pm$ 1.05 ns	10.37 $\pm$ 0.72 ns
Doble	20	14.04 $\pm$ 1.39 ns	13.63 $\pm$ 1.30 ns	11.75 $\pm$ 1.38 ns	8.93 $\pm$ 0.89 ns
Pérdida de peso corporal:					
a) Mayor a 10 Kg	9	17.71 <sup>a</sup> $\pm$ 1.29	16.61 <sup>a</sup> $\pm$ 1.21	13.40 $\pm$ 1.28 ns	11.80 $\pm$ 0.90 ns
b) Entre 5 a 9.5 Kg.	25	12.04 <sup>b</sup> $\pm$ 1.34	12.12 <sup>b</sup> $\pm$ 1.26	9.93 $\pm$ 1.34 ns	8.27 $\pm$ 0.86 ns
c) Menos de 5 Kg o ganaron peso	12	13.03 <sup>b</sup> $\pm$ 1.57	12.36 <sup>b</sup> $\pm$ 1.48	11.39 $\pm$ 1.59 ns	8.87 $\pm$ 1.05 ns
Condición corporal:					
a) menos de 2.0	32	13.40 $\pm$ 0.82 ns	12.50 $\pm$ 0.76 ns	11.14 $\pm$ 0.83 ns	9.22 $\pm$ 0.54 ns
b) arriba de 2.5	14	15.13 $\pm$ 1.49 ns	14.90 $\pm$ 1.40 ns	12.00 $\pm$ 1.48 ns	10.07 $\pm$ 1.03 ns

ab literales diferentes dentro del mismo ítem y misma semana implica diferencia estadística significativa (P<0.05).

n.s no hay diferencia estadística significativa (P>0.05)

## VII. DISCUSIÓN.

Los pesos observados al nacimiento en los cabritos del presente estudio fueron similares en relación a los presentados en otros estudios (Morand-Fehr *et al.*, 1976; Pérez, 1996; García, 1997) en cabritos Alpinos.

En relación al nulo efecto del tipo de parto sobre el peso al nacer difiere con lo observado por otros autores, en donde indican un efecto favorable para los cabritos provenientes de parto sencillo con relación a los de parto gemelar (Mavrogenis *et al.*, 1984<sup>a</sup>; Gebrelul, 1994; Sánchez *et al.*, 1995; García, 1997; Pérez *et al.*, 1997). Esta diferencia probablemente se deba a que en el último tercio de gestación que es cuando el feto adquiere su mayor peso (Holy, 1983; Pérez *et al.*, 1997), las condiciones de alimentación probablemente no fueron del todo las adecuadas.

El efecto del sexo sobre el peso al nacimiento, observado en el presente estudio concuerda con lo observado en otros trabajos en donde indican una diferencia en el peso al nacimiento entre los machos y las hembras (Vihan *et al.*, 1986; Singh, 1991; Pérez *et al.*, 1997). La relación observada del tipo de parto con el peso de la camada concuerda con lo observado en otro estudio con diferentes razas (Pérez, 1996), en donde indican que las camadas gemelares son más pesadas que las de un solo cabrito.

En relación al nulo efecto de la condición corporal sobre el peso al nacer y peso de camada concuerda con Sibanda *et al.* (1997) quienes comentan que dando una buena dieta a las madres con carbohidratos, la condición no cambió debido a que en las últimas 7 semanas de la gestación no hubo pérdida del peso corporal, pero esto no mostró ningún efecto sobre el peso al nacimiento de las crías y difiere con otros estudios en donde se indica que la condición corporal de la madre es importante para el crecimiento de la cría, ya que la madre si no tiene alimento no podrá formar sus reservas para el posterior desarrollo de el o los productos ( Morand-Fehr *et al.*, 1991).

El efecto de la condición corporal en la producción de leche de la 6 semana postparto, coincide por lo encontrado con otros autores (Stevenson, 1997; Majele-Sobanda *et al.*, 2000) y esta respuesta puede ser explicada debido a que las cabras con mayor condición poseen mayor cantidad de reservas grasas hasta este momento,

considerando que de la 6° a la 8° semana se presenta el pico de lactancia (Stevenson, 1997), en esta etapa se ha referido que la cabra requiere una alta cantidad de energía para poder cubrir la producción lechera, así comienza a catabolizar sus reservas grasas, las transforma en energía útil para producir más leche (Majele-Sobanda *et al.*, 2000).

Como lo mencionan algunos autores el pico de lactancia es el segundo momento en que la cabra requiere de mucha energía (Butler y Smith, 1987), y se puede encontrar en un balance de energía negativo, sobre todo, si la dieta no cubre los requerimientos nutricionales de cada animal, en este punto algunos autores han indicado que los animales con baja condición corporal producen menos leche que los animales con una condición corporal alta, cualidad que debiera de permitirles producir más leche (Morand-Fehr *et al.*, 1987; Waltner *et al.*, 1993; Cabiddu *et al.*, 1999), como también se pudo apreciar en el presente estudio con las cabras que hasta la 6° semana de producción tuvieron menor pérdida de peso.

Por otro lado el nulo efecto de la variable condición corporal sobre la producción de leche, pero sí el efecto de la pérdida de peso corporal a partir de la 10° semana, puede ser explicado por lo que refieren Morand-Fehr *et al.* (1991) en donde indican que la medición de la condición corporal en los caprinos es más difícil de estimar en comparación con los bovinos y ovinos, debido a que en la cabra sus mayores depósitos de grasa se realizan de manera cavitaria, grasas que al metabolizarlas la cabra contribuyeron a su producción de leche y pérdida de peso, pero que no necesariamente se verá reflejado en la pérdida de condición corporal, por otro lado el efecto de mayor producción de leche en las cabras que presentaron una mayor pérdida de peso también puede asociarse con el estudio de Butler y Smith, (1987), con vacas lecheras en donde indican una mayor predisposición a la movilización de sus reservas corporales (pérdida de peso), en aquellos animales con un alto potencial de producción de leche.

## **VIII. CONCLUSIONES**

La pérdida de peso presentada durante la lactancia influyó en la producción de leche en algunas semanas en específico, particularmente en aquellas con mayores exigencias en la movilización de las reservas corporales.

En el presente estudio el tipo de parto no influyó en la producción de leche. Únicamente el sexo para el peso al nacer y el tipo de parto para peso de la camada influyeron

En relación a la evaluación de la condición corporal se requiere de mayores estudios de manera de complementar la evaluación de la condición corporal con otro tipo de estudios (ejemplo, ultrasonido), para obtener un diagnóstico más preciso de las reservas corporales de la cabra.

## **Anexo 1. Escala para la evaluación de la condición corporal.**

### Evaluación lumbar:

- Puntuación 0. Emaciación extrema: Prominencia de los huesos del esqueleto; las articulaciones entre las vértebras se perciben fácilmente al tacto; la piel parece estar en contacto directo con los huesos.
- Puntuación 1. Muy delgada: Cuerpo anguloso; vértebras lumbares prominentes, con apófisis transversas fácilmente palpables.
- Puntuación 2. Delgada: Vértebras lumbares menos prominentes; apófisis transversa fácilmente palpables, pero cubiertas por algo de tejido.
- Puntuación 3. Buen estado de carnes: Vértebras lumbares y apófisis transversas palpables, pero con revestimiento razonable; cuerpo de aspecto moderadamente redondeado en conjunto.
- Puntuación 4. Gordo: Vértebras lumbares sólo palpables presionando un tanto, y las apófisis transversas con presión firme; cuerpo compacto y redondeado.
- Puntuación 5. Obeso: Las apófisis verticales no pueden detectarse, ni siquiera presionando; se aprecia un hoyuelo en las capas de grasa en las que debería verse la apófisis; no pueden palparse las apófisis transversas; los músculos del lomo aparecen muy llenos y cubiertos por una gruesa capa de grasa.

### Evaluación esternal:

- Puntuación 0. Emaciación extrema: Las articulaciones condro – esternales son muy prominentes; las superficies óseas del esternón son muy aparentes al tacto; la zona endurecida de la piel carece de movilidad.
- Puntuación 1. Muy delgada: Las articulaciones condro – esternales están redondeadas, pero todavía muy fáciles de tocar: el hueco existente en la línea media del esternón no está lleno; la parte endurecida de la piel esta suelta.
- Puntuación 2. Delgada: Las articulaciones costocondrales son difíciles de palpar; cantidad considerable de grasa interna, que forma un surco a lo largo del centro del esternón; la grasa subcutánea rellena este surco y se extiende hacia los

bordes laterales del esternón, para terminar posteriormente en el hueco de la última articulación esternal.

- Puntuación 3. Buen estado de carnes: Ya no se detectan los huesos del esternón, pero pueden palpase las costillas; el grosor de la grasa interna forma una capa a lo largo de los bordes laterales del esternón; la grasa subcutánea forma una masa móvil que se extiende en forma de cinta delgada hasta el hueco posterior de la última articulación esternal; cuando se agarra todo el esternón con la mano, puede apreciarse a cada lado dos acusadas de presiones entre estas masas y el hueso.
- Puntuación 4. Gordo: No se detectan las costillas ni esternón; mediante palpación puede apreciarse una ligera depresión a cada lado; detrás, persiste la depresión sobre la última articulación esternal.
- Puntuación 5. Obeso: La masa de grasa subcutánea ya no es móvil; los contornos están redondeados, sin depresiones a cada lado; el hueco existente sobre la última articulación esternal está lleno.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Ahima, R., Prabakaran, D., Mantzoros, C., Qu, D., Lowell, B., Maratos-Flier, E. 1996. Role of leptin in the neuroendocrine response to fasting. *Nature*. 382: 250-252.
- Andrew, S., Rastani R., Zinn S. and Sniffen C. 2001. Body composition and estimated tissue energy balance in Jersey and Holstein cows during early lactation. *American Dairy Science Association*. 84:1201-1209.
- Atti, N. 1991. Relations entre l'état corporel et les dépôts adipeux chez la brebis Barbarine. *Options Méditerranéennes – Série Séminaires*, No. 13: 31 – 34.
- Baile, C. and Della – Fera M. 1981. Nature of hunger and satiety control systems in ruminants. *Journal Dairy Science*. 64:1140.
- Bonnet, M., Gourdou, I., Leroux, C., Chilliard, Y. Djiane, J. 2002. Leptin expression in the ovine mammary gland : putative sequential involvement of adipose, epithelial, and myoepithelial cells during pregnancy and lactation. *Journal Animal Science*.80:723-728.
- Bosclair, Y., Grieve, D., Stone, B., Allen, O., and MacLeod, G. 1986. Effect of prepartum energy, body condition and sodium bicarbonate on production of cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*. 69:2636
- Bufering, P., 1993, Direct and maternal genetic effects on lamb survival. *Small Ruminant Research*. 11:267-274.
- Butler, R. and Smith, D. 1987. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 72: 767 – 783.
- Cabiddu, A., Branca, A., Decandia, M., Pes, A., Santucci, M., Masoero, F., and Calamari, L. 1999. Relationship between body condition score, metabolic profile, milk yield and milk composition in goats browsing a Mediterranean shrubland. *Livestock Production Science*. 61:267 – 273.
- Caprio, M., Isidori, A., Carta, A., Moretti, C., Dufau, M. and Fabbri, A. 1999. Expression of functional leptin receptors in rodent Leydig cell. *Endocrinology*. 140:4939-4947.
- Chilliard, Y., Bonnet, M., Delavaud, C., Faulconnier, Y., Leroux, C., Djiane, J. 2001. Leptin in ruminants. Gene expression in adipose tissue and mammary

gland, and regulation of plasma concentration. *Domestic Animal Endocrinology*. 21:271-95.

- Chilliard, Y., Delavaud, C., Bonnet, M. 2005. Leptin expression in ruminants: Nutritional and physiological regulations in relation with energy metabolism. *Domestic Animal Endocrinology*. 29:3-22.
- Delavaud, C., Ferlay, A., Faulconnier, Y., Bocquier, F., Kann, G. and Chilliard, Y. 2002. Plasma leptin concentration in adult cattle: effects of breed, adiposity, feeding level, and meal intake. *Journal Animal Science*. 80: 1317-1328.
- Ehrhardt, R., Bell, A., Boisclair, Y. 2002. Spatial and developmental regulation of leptin in fetal sheep. *Animal Journal Physiology Regul Integr Comp Physiol*. 282:R1628-1635.
- Fernández-Fernández, R., Martini, A. C., Navarro, V. M., Castellano, J. M., Dieguez, C., Aguilar, E., Pinilla, M. and Tena-Sempere, M. 2006. Novel signals for the integration of energy balance and reproduction. *Molecular and Cellular Endocrinology*. 255:127-132.
- Gama, L., Dickerson, G., Young, L. and Leymaster, K. 1991. Effects of breed heterosis, age of dam, litter size and birth weight on lamb mortality. *Journal Animal Science*. 69:2727-2743.
- Ganong, F. 2006. Fisiología médica, Editorial manual moderno. México.
- García, A., Meza, A. y García de los Salmones, P. 1997. Varianzas ambientales y genética para características del crecimiento al destete en machos caprinos. XII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Memorias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón Coahuila, México. Del 4 al 6 de noviembre. Pp. 207 – 210.
- Garnsworthy, P. and Topps, J. 1982. The effect of body condition of dairy cows at calving on their food intake and performance when given complete diets. *Animal Production*. 35:113.
- Gebrelul, S., Sartin III, L. and Iheanacho, M. 1994. Genetic and nongenetic effects on the growth and mortality of Alpine, Nubia and crossbred kids. *Small Ruminant Research*. 13:169-176.
- Gui, Y., Silha, J., Mishra, S. and Murphy, L. 2003. Changes in adipokine expression during food deprivation in the mouse and the relationship to fasting-

induced insulin resistnace. *Can J Physiol Pharmacol.* 81:979-985.

- Guiland, P., Reksen O., Gröhn Y. y Karlberg K. 2001. Body condition related to ketosis and reproductive performance in Norwegian dairy cows. *Journal of Dairy Science.* 84:1390-1396.
- Gwazdauskas, F., Whittier, W., Vinson, W., and Pearson, R. 1986. Evaluation of reproductive efficiency of dairy cattle with emphasis on timing of breeding. *Journal of Dairy Science.* 69: 290.
- Havel, P. 2004. Update on adipocyte hormones: regulation of energy balance and carbohydrate/lipid metabolism. *Diabetes.* 53(suppl 1):S143-151.
- Heuer, C., Schukken Y., and Dobbelaar P. 1999. Postpartum body condition score and results from the first test day mil as preeditor of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science.* 82:295-303.
- Hewitt, P. 1995. Física conceptual, Editorial Addison – Wesley Iberoamericana, E.U.A.
- Holy, L. 1983. Bases biológicas de la reproducción bovina. Editorial Diana. México.
- Imakawa, K., Day, M., Zalesky D., Clutter, A., Kittok, R., and Kinder, J. E. 1987. Effects of 17 beta – estradiol and diets varying in energy on secretion of luteinizing hormone in beef heifers. *Journal of Dairy Science.* 64:805.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2000. Síntesis geográfica del Estado de México.
- Jandal, J. 1996. Comparative aspects of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research.* 22:177 – 185.
- Jin, L., Zhang, S., Burguera, B., Couce, M., Osamura, R., Kuling, E. and Lloyd, R. 2000. Leptin and leptin receptor expression in rat and mouse pituitary cell. *Endocrinology.* 141:333-339.
- Karlsson, C., Lindell, K., Svensson, E., Bergh, C., Lind, P. and Billig, H. 1997. Expression of functional leptin receptor in the human ovary. *Journal Clinic Endocrinology Metabolism.* 82:4144-4148.
- Kitawaki, J., Koshiba, H., Ishihara, H., Kusuki, I., Tsukamoto, K. and Honjo, H. 2000. Expression of leptin receptor in human endometrium and fluctuation during the menstrual cycle. *Journal Clinic Endocrinology Metabolism.*

85:1946-1050

- Koeslag, J. 1990. *Cabras*. Editorial Trillas. México.
- Laguna, J., y Piña, G. 1990. *Bioquímica*. Salvat editores de México. México.
- Leury, B., Baumgard, L., Block, S., Segole, N. and Ehrhardt, R. 2003. Effect of insulin and growth hormone on plasma leptin and in periparturient dairy cows. *Animal Journal Physiology Integr Comp Physiol*. 285:R1107-1115.
- Mackenzie, D. 1993. *Goat Husbandry*. Editorial Faber and Faber. London
- Majele-Sobanda, L., Bryant M., and Ndlovu. 2000. Live weight and body condition changes of matebele does during their breeding cycle in a semi-arid environment. *Small Ruminant Research*. 35:271-275.
- Malik, C., Kanaujia, D., Balaine, D., and Rathi, S. 1990. Mortality pattern in Beetal and Black Bengal goats and their reciprocal crosses. *Indian Journal of Animal Science*. 60(2): 228- 232.
- Margetic, S., Gazzola, C., Pegg, G., Hill, R. 2002. Leptin: a review of its peripheral actions and interactions. *Int J Obes Relat Metabolism Disorder*. 26:1407-1433.
- Marie, M., Findlay, P., Thomas, L. and Adam, C. 2001. Daily patterns of plasma leptin in sheep: effects of photoperiod and food intake. *Journal Endocrinology*. 170:277-286.
- Markusfeld, O., Galon, N. and Ezra, E. 1997. Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows. *Vet. Rec.* 141:67 – 72.
- Martin, L. 1989. *Diagnóstico y tratamiento ginecoobstétrico*. Editorial Manual Moderno. México.
- Mavrogenis, A., Constantinou, A. y Louca, A. 1984<sup>a</sup>. Environmental and genetic causes of variation in production traits of Damascus goats. Prewaning and postweaning growth. *Animal Production*. 38:91-97.
- Mavrogenis, A., Constantinou, A. y Louca, A. 1984<sup>b</sup>. Environmental and genetic causes of variation in production traits of Damascus goats. Goat productivity. *Animal Production*. 38:99-104.
- Mazumdar N., Mazumdar, A. y Goswami, K. 1980. Studies on some factors affecting mortality and survival rates in Pashmina kids. *Indian Journal of Animal Science*. 50 (3):251-255.
- McNamara, J. 1989. Regulation of bovine adipose tissue metabolism during

lactation. 5. relationships of lipid synthesis and lipolysis with energy intake and utilization. *Journal of Dairy Science*. 72:407 – 418.

- Mellado, M., Foote, R. and Tellitu, J. 1991. Effects of age and season on mortality of goats due to infections and malnutrition in northeast Mexico. *Small Ruminant Research*. 6:159-166.
- Morand-Fehr, P., Sauvant, D., Delage, J., Dumont, L. B., and Roy, G. 1976. Effect of feeding methods and age at slaughter on growth performances and carcass characteristics of entire young male goats. *Livestock Production Science*. 3:183-194.
- Morand-Fehr, P., Bas, P., Rouzeau, A., and Hervieu, J. 1985. Development and Characteristics of Adipose Deposits in Male Kids During Growth from Birth to Weaning. *British Society of Animal Production*. 41: 349 – 357.
- Morand-Fehr, P., Branca, A., Santucci, P. and Napoleone, M. 1987. Methodes D' Estimation de L'Etat Corporel Des Chevres Reproductives. Dans : L'evaluation des ovins et des caprins méditerranéens. Symposium Philoetios, Flamant, J. C. et Morand-Fehr, P. (eds). September 23 – 25. Fonte Boa. Portugal. Rapport EUR11893. OPOCE. Luxembourg. pp. 202 – 220.
- Morand-Fehr, P., Hervieu, J. and Santucci, P. 1989. Notation de l'état corporel : à vos stylos. *La Chèvre*, 175, 39 – 42.
- Morand-Fehr, P., Schmidely, P., Hervieu, J., Bas, P. 1991. Evaluation de la teneur en lipides des chèvres laitières selon leur stade physiologique par les notes d'état corporel et des paramètres zootechniques et métaboliques. *Options Méditerranéennes – Série Séminaires*. No. 13: 69 – 76.
- Morrison, C., Daniel, J., Holmberg, B., Djiane, J., Raver, N. and Gertler, A. 2001. Central infusion of leptin into well-fed and undernourished ewe lambs: effects on feed intake and serum concentrations of growth hormone and luteinizing hormone. *Journal Endocrinology*. 168:317-324.
- Muhlhausler, B., Roberts, C., Yuen, B., Marrocco, E., Budge, H., and Symonds, M. 2003. Determinants of fetal leptin synthesis, fat mass, and circulating leptin concentrations in well-nourished ewes in late pregnancy. *Endocrinology*. 144:4947-4954.
- Murray, K., Mayes, A., Granner, K., Rodwell, W. 2001. *Bioquímica de Harper*. Editorial manual moderno. México.

- Patnaik, R., y Kayak, S. 1988. Growth and survivability patterns in Black Bengal, Ganjam and Jamnapari breeds of goats under faro conditions in Orissa. *Indian Journal of Animal Sciences*. 58 (12):1442-1445.
- Pérez, M. 1996. Evaluación de la productividad de la hembra en cinco razas caprinas en el norte de México. Tesis maestría en ciencias. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM México. 70 pp.
- Pérez, M., Sánchez, G., Meza, C. y Arbiza, A. 1997. XII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Memorias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón Coahuila, México. Del 4 al 6 de noviembre. Pp. 285 - 288.
- Rattner, D., Riviere, J. and Bearman, J. 1994. Factors affecting abortion, stillbirth and kid mortality in the goat and Yaez (Goat x Ibex). *Small Ruminant Research*. 13:33-40.
- Russel, A., Doney, J., and Gunn, R. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal of Agriculture Science*. 72:451-454
- SAS. 1996. SAS Users Guide Statistics. SAS Inst., Inc., Cary, N.C.
- Salisbury, G., Vandemark, N., and Lodge, J. 1978. Physiology of reproduction and artificial insemination of cattle. II. Editorial W. H. Freeman and Comp. San Francisco.
- Sánchez, F., Montaldo, H. and Juárez, A. 1995. Enviromental and genetic effects on birth weight in graded-up goat kids. *Canadian. Journal of Animal Science*. 74:397-400.
- Shimada, A. 2005. Fundamentos de nutrición animal comparativa. Editorial sistema de educación continúa en producción animal en México. México.
- Sibanda, L., Ndlovu, L. and Bryant, M. 1997. Effects of feeding varying amounts of a grain/forage diet during late gestation and lactation on the performance of matebele goats. *Journal of Agricultural Science*. 128:469-477.
- Singh, D., Mishra, H. and Singh C. 1990. Genetic and non – genetic factors affecting pre-weaning survivability in kids. *Animal Production*, 51:559-564.
- Singh, D. 1991. Prewaning survivability in Black Bengal kids and their halfbreeds with Beetal and Jamnapari goats. *Indian Journal of Animal Science*. 61(8):888-890.
- Singh, L., Singh, D. y Singh, C. 1994. Pre-weaning survivability in Black

Bengal and its halfbred kids. *Indian Journal of Animal Science*. 54 (10):1001-1003.

- Smith, J. and Sheffield, L. 2002. Production and regulation of leptin in bovine mammary epithelial cells. *Domestic Animal Endocrinology*. 22:145-154.
- Steinbach, J. 1987. Evaluation of indigenous and exotic breeds and their crosses for production in unfavorable environments. *Proceedings of the IV International Conference on Goats*. Brasilia, Brasil, 8-13 March. Embrapa, Brasilia pp. 625 – 641.
- Stergios, M., Jean, L., Chan, M., Cristos, S. and Mantzoros, M. 2002. Leptin and reproduction: a review. *Fertility and Sterility*. 77 (3):1-12
- Stevenson, J. 1997. Maneje la condición corporal para aumentar la fertilidad, *Hoard's Dairyman* en español. 69:619-620.
- Vihan, V., Saini, A. and Khan, B. 1986. Note on preliminary investigation of mortality in Jamnapari kids. *Indian Veterinary Medical Journal*. 10:166-169.
- Waltner, S., McNamara J., and Hillers J. 1993. Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 76: 3410-3418.
- Wilson, R. and Murayi, T. 1988. Productivity of the Small East African goat and its crosses with the Anglo-Nubian and the Alpine in Rwanda. *Tropical Animal Health Production*. 20:219-228.
- Yonekura, S., Senoo, T., Kobayashi, Y, Yonezawa, T., Katoh, K., Obara, Y. 2003. Effects of acetate and butyrate on the expression of leptin and short-form leptin receptor in bovine and rat anterior pituitary cells. *Gen Comp Endocrinology*. 133:165-172.
- Yuen, B., Owens, P., McFarlane, J., Symonds, M., Edwards, L., Kauter, K. 2002. Circulating leptin concentrations are positively related to leptin messenger RNA expression in the adipose tissue of fetal sheep in the pregnant ewe fed at or below maintenance energy requirements during late gestation. *Biology Reproduction*. 67:911-916.