



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**EVALUACIÓN DE LA SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA AL FINAL
DE LA GESTACIÓN SOBRE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE LA
LECHE DURANTE LA PRIMERA SEMANA POST-PARTO EN CABRAS
DESNUTRIDAS**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

P R E S E N T A:

MARTHA ESMERALDA OCAMPO MARTÍNEZ

ASESORA: DRA. ANGÉLICA MARÍA TERRAZAS GARCÍA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX. MAYO, 2010



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.

CREDITOS

Este trabajo fue realizado gracias al apoyo de:

1. Fondo internacional para la ciencia IFC-Suecia B/3872-1
2. Al PAPIIT IN 207508
3. A la Cátedra de Investigación de la FES Cuautitlán IN2-08-09
4. A la M. en C. Acacia Ramírez Ayala Coordinadora del Laboratorio de análisis de lácteos de la UAM Xochimilco
5. A la Universidad Nacional Autónoma de México

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo de tesis no hubiera sido posible sin la colaboración de las siguientes personas.

M. en C. Francisco Rodolfo González Díaz

M. en C. Rosalba Soto González.

M.V.Z. Rosaura Cortes Maya

M.V.Z. Luis Vázquez Huante

M.V.Z. Niza Mendoza Cárdelas

M.V.Z. Brenda Pelayo Gutiérrez

pM.V.Z Nazaret Ramírez Cuevas

A los miembros del Jurado, por el tiempo brindado para la revisión de esta tesis.

M.C. Jorge Alfredo Cuellar Ordaz

M.C. Arturo Ángel Trejo González

M.C. Cesar Garzón Pérez

M. C. Alan Olazábal Fenochio

A la Dra. Angélica María Terrazas García: por darme la oportunidad de formar parte de este proyecto y por todo el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

DEDICATORIAS

A Dios: por permitir mi existencia y regalarme una familia tan maravillosa.

A mi madre por darme la vida y llenarme de mucho amor, por todos los sacrificios, los desvelos y todo el apoyo incondicional que siempre he tenido.

A mi padre: por guiarme por el camino de la educación, darme el ejemplo de superación y por que sin su apoyo no lo hubiera logrado.

A Vianey: por ser una hermana excepcional, por toda la ayuda que siempre me ha dado y por enseñarme que querer es poder.

A Gustavo: por impulsarme siempre para seguir adelante sin importar el tiempo y la distancia que eso implica pero sobre todo por el gran cariño que nos une.

A Isis: por ser la luz que ilumina mi vida, la alegría de mi corazón y darme las fuerzas para seguir adelante.

A Liz, David y Lily: por ser parte de mi familia y por que me han llenado de dicha y buenos momentos.

A Nazaret: por ser mi amiga, por los viejos tiempos y porque al formar un buen equipo pudimos con todo hasta el final.

A mis compañeros y amigos: Marisol, Francisco, Claudia, y Roberto:

Antes de desear debes querer y creer que el esfuerzo nunca ha sido suficiente antes de lograrlo.

ÍNDICE

I. - Resumen	1
II. - Introducción	2
III. - Antecedentes	5
3.1.- Generalidades de la producción caprina	5
3.1.1.- Clasificación taxonómica de la cabra	6
3.1.2.- Aspectos generales de la cabra	7
3.1.3.- Algunas de las ventajas de la cabra sobre el bovino y el ovino	9
3.2.- La caprinocultura a nivel mundial	10
3.2.1.- Algunos factores opuestos al desarrollo de la caprinocultura	10
3.3. - La caprinocultura en México	10
3.3.1.- Los sistemas de producción	12
3.4. - La leche	14
3.4.1. - El calostro	15
3.4.2.- Calidad de la leche	15
3.4.3.- Composición de la leche	16
3.4.3.1. - Propiedades organolépticas	18
3.4.3.2. - Factores que influyen en la composición de la leche	19
3.5. - Efectos de la alimentación	20
3.5.1.- Desnutrición	21
3.5.2.- Suplementación	23
3.6.- Requerimientos nutricionales	23
3.7.-Determinación simultánea de materia grasa, proteínas y lactosa por espectroscopía infrarroja (Milko- Scan)	26
IV. - Objetivos	29
V. - Hipótesis	29
VI.- Materiales y métodos	30
VII. - Resultados	33
VIII.- Discusión	43
IX. - Conclusiones	46
X. -Bibliografía	47

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1.- Comparación de la composición de la leche de cabra con otras especies.	16
Cuadro 2.- Requerimientos nutricionales de las cabras.	26
Figura 1.- Peso de las madres del grupo control, desnutrido y suplementado desde el día 67 de gestación hasta el parto.	34
Figura 2.- Condición corporal de las cabras controles, desnutridas y suplementadas, desde el día 67 de gestación hasta el parto.	35
Figura 3.- Niveles de glucosa en las madres del grupo control, desnutrido y suplementado desde el día 116 de gestación hasta el parto.	36
Figura 4.- Peso de los cabritos provenientes de madres del grupo control, desnutrido y suplementado, desde el nacimiento hasta los 8 días de edad.	37
Figura 5.- Porcentaje de grasa en el calostro y la leche de las cabras de los grupos control, desnutrido y suplementado, en los primeros 8 días de lactancia.	38
Figura 6.- Porcentaje de proteína en el calostro y la leche de las cabras de los grupos control, desnutrido y suplementado, en los primeros 8 días de lactancia.	39
Figura 7.- Porcentaje de lactosa en el calostro y la leche de las cabras de los grupos control, desnutrido y suplementado, en los primeros 8 días de lactancia.	40
Figura 8.- Porcentaje de sólidos totales en el calostro y la leche de las cabras de los grupos control, desnutrido y suplementado, en los primeros 8 días de lactancia.	41
Figura 9.- Porcentaje de sólidos no grasos en el calostro y la leche de las cabras de los grupos control, desnutrido y suplementado, en los primeros 8 días de lactancia.	42

I. RESUMEN

La producción caprina en México representa, para varios grupos sociales, la principal fuente de sustento, sin embargo, debido a las limitadas condiciones socioeconómicas de muchos de los propietarios de caprinos, la suplementación alimenticia en etapas productivas y reproductivas importantes en el rebaño es limitada o nula. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación con maíz en los últimos 15 días de gestación sobre la producción y la calidad de leche, calostro y algunos otros parámetros productivos durante los primeros 8 días post-parto.

Se utilizaron 38 cabras multíparas entre 3 y 5 años de edad de la raza Alpina Francesa, las cuales fueron asignadas a tres grupos: A) Control: cabras alimentadas con el 100 % de sus requerimientos nutricionales durante toda la gestación, B) Desnutridas: alimentadas con sólo el 70 % de sus requerimientos desde el día 70 de gestación hasta el parto; y C) Desnutridas suplementadas: cabras desnutridas como el grupo B, pero en los últimos 15 días previos al parto se les dio a cada animal por día 600 g de maíz molido, hasta el parto.

Los animales fueron pesados y se les midió su condición corporal en los días 70, 89, 109 y 130 de gestación, así como a las 3 horas postparto. También se midieron los niveles de glucosa en los días 116, 130, 138, 140, 142 de gestación y en el trabajo de parto. A las primeras 3 horas post-parto se tomó una muestra de calostro y posteriormente cada 24 horas de leche hasta 8 días postparto. Para calcular la producción aproximada de leche, las crías nacidas de cada grupo fueron pesadas diariamente en los primeros 8 días después del nacimiento.

Los resultados muestran que antes de la suplementación, las cabras del grupo control ganaron en promedio 10.2 kg mientras que las desnutridas sólo ganaron 5.5 kg ($P=0.01$). Resultados similares se observaron en la condición corporal ($P<0.001$). Por su parte los niveles de glucosa fueron mayores en las cabras controles que en las desnutridas para los días 116 y 130 de gestación ($P<0.001$). Posterior a la suplementación con maíz en los días 138 y 140 se encontró que los niveles de glucosa fueron mayores en las cabras controles que en las desnutridas y las suplementadas ($P<0.01$). Para el día 142 de gestación las cabras controles tuvieron mayores niveles de glucosa en sangre que las desnutridas y suplementadas, sin embargo las suplementadas tuvieron mayores niveles que las desnutridas ($P<0.05$). Finalmente en las madres la cantidad de glucosa al parto no difirió entre los 3 grupos. Para los resultados de la calidad de la leche se encontró que en grasa hubo una tendencia a ser afectado por el grupo ($P=0.07$) y hubo un efecto significativo del tiempo ($P=0.03$). Para el caso de proteína hubo un efecto significativo de tiempo y de la interacción tiempo de lactancia y grupo (<0.05). Mientras que para Lactosa sólo hubo efecto significativo del tiempo postparto. El porcentaje de grasa en el día 1 post-parto tendió a ser mayor en el grupo suplementado que del control ($P=0.06$), el porcentaje de proteína en el día 2 post-parto tendió a ser mayor en el grupo control que en el desnutrido y suplementado ($P=0.1$). Así mismo los sólidos totales para el día 2 post-parto tendió a ser mayor para el grupo control que el desnutrido y el suplementado ($P=0.1$). Los sólidos no grasos para el día 2 fueron significativamente mayores para el grupo control que para el suplementado ($P=0.02$). Para el día 4 post-parto los sólidos totales fueron mayores en el grupo control que en el suplementado ($P=0.01$), así mismo los sólidos no grasos en el día 4 fueron mayores para el grupo control que para el suplementado ($P=0.02$). El porcentaje de grasa en el día 5 post-parto tendió a ser mayor en el control y desnutrido que en el suplementado ($P=0.07$). Los niveles de proteína en el día 5 post-parto tendieron a ser mayor en el grupo control que en el suplementado ($P=0.07$). Los sólidos totales en el día 5 fueron mayores para el grupo control que para el suplementado ($P=0.03$). En el día 7 post-parto los niveles de grasa tendieron a ser mayores para el grupo control que para el desnutrido y el suplementado ($P=0.06$). Los niveles de proteína para el día 7 fueron mayores para el grupo control que para el desnutrido ($P=0.05$). Así mismo los niveles de sólidos totales fueron mayores para las cabras del grupo control que para el desnutrido y suplementado ($P=0.01$). Para el día 7 los sólidos no grasos fueron mayores para el grupo control que para el desnutrido y suplementado ($P=0.02$).

En lo que respecta a los cabritos se encontró que las crías provenientes del grupo control tuvieron mayores pesos que los de los grupos desnutrido y suplementados en los primeros 8 días de edad ($P<0.05$).

Se concluye que la suplementación con maíz en los últimos 15 días de gestación en cabras desnutridas no mejora el peso, ni la condición corporal. Sin embargo, si permite un incremento en los niveles de glucosa en sangre superiores a las cabras desnutridas. La calidad del calostro y la leche no estuvieron directamente afectados por la suplementación, sin embargo la desnutrición en la gestación si induce un descenso en los niveles de proteína, grasa, sólidos totales y no grasos en los primeros 8 días de lactancia. Finalmente la cantidad de la leche que en este caso se midió a través de la ganancia de peso de los cabritos tampoco se observa pudo haber mejorado con la suplementación con maíz.

II. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción caprinos responden a una serie de factores de ubicación social, económica y técnica de la cabra, anteriormente ha sido demostrado que son las características y posibilidades de alimentación de la especie, el eje central de la productividad pecuaria (Galina, 1992).

En el sistema de producción extensiva de pequeños rumiantes en México hay una alta mortalidad en las crías y esta ocurre en animales jóvenes antes de los 45 días de nacidos (Ramírez *et al.*, 2001).

La nutrición es uno de los factores ambientales que, no obstante lo poco que se sabe de su acción sobre los procesos reproductivos ha demostrado ser de gran importancia sobre estos (Robinson *et al.*, 1999). En la hembra los efectos de la nutrición adecuada son conocidos por los cambios de peso que provoca y que modifican la fertilidad y prolificidad y por los abortos causados por su deficiencia (Arbiza, 1986).

Los requerimientos nutricionales durante la gestación no tienen aumento significativo sino hasta los últimos 2 meses. En este momento se conjugan dos factores, por un lado aumentan los requerimientos nutritivos del mantenimiento de la madre sumado a las necesidades de crecimiento de los productos y por el otro se disminuye la capacidad de ingestión al aumentar el volumen del útero por ello el organismo sostiene un balance energético progresivamente negativo asociado a una movilización creciente de las grasas de reserva (Galina, 1992).

La alimentación durante las últimas etapas de la gestación debe ser controlada cuidadosamente para evitar problemas durante el parto y conseguir rendimientos máximos de leche de alta calidad en la lactación posterior. Tanto la nutrición excesiva como la nutrición defectuosa al final de la gestación aumenta el riesgo de que aparezcan alteraciones metabólicas en los inicios de la lactación particularmente cetosis y rendimientos lecheros bajos (Stark, 1989).

La naturaleza y composición de la dieta afecta tanto a la producción como a la composición de la leche, el nivel de consumo de energía es el factor que más marcadamente y de forma mas rápida influye sobre la cantidad de leche producida por un animal (Buxade, 1996).

Los requerimientos de energía de los animales son afectados por el estado de la producción, como son la lactación o el periodo seco (Herselman *et al.*, 1998).

Normalmente una hembra bien alimentada acumula un gran volumen de calostro al final de la gestación pocos días antes del nacimiento y secretan abundante leche a sus crías (Banchero *et al.*, 2006).

La información sobre los efectos de ingestión de proteína y energía en las cabras durante la última parte de la gestación y en la lactación subsecuente es limitada. Sin embargo, hay reportes de que un aumento en la ingesta de energía aumenta la producción de leche en cabras alpinas (Sahlu *et al.*, 1995).

Un suministro adecuado de calostro en las pocas horas después del nacimiento es una gran influencia en la sobrevivencia de los recién nacidos porque es la fuente mas importante de energía y la única fuente de inmunoglobulinas y agua (Banchero *et al.*, 2004).

Hay evidencias en las ovejas que la suplementación con alimento energético al final de la gestación, e incluso en animales desnutridos, puede ayudar a incrementar la producción de calostro y mejorar la calidad bioquímica del mismo (Banchero *et al.*, 2006), sin embargo, no se conocen al menos en las cabras, cuáles pueden ser sus efectos sobre la cantidad y calidad de la leche en la subsecuente primer semana postparto.

III.ANTECEDENTES

3.1.- Generalidades de la producción caprina

Las primeras evidencias de la existencia de la cabra datan del Neolítico, sin embargo su relación con el ser humano se remonta hasta 8000 años A.C. en pinturas rupestres encontradas en los montes Sagros, situados en el suroeste de Asia, pero aún está oscuro el inicio de su domesticación (Ducoing, 2006).

También existen evidencias arqueológicas de la existencia de las cabras en la cultura Natufia que abarcó desde el año 11,000 hasta el 9,300 A. C. y que se expandió por Palestina y Levante (Vega y León *et al.*, 2005).

La cabra probablemente fue de los primeros rumiantes en ser domesticados. Se considera que fue domesticada hace más de 10,000 años en la antigua Mesopotamia. Es una especie animal que gozó de una enorme popularidad durante siglos pasados. Como ejemplo se puede mencionar que varias religiones tuvieron como deidad a las cabras o en ocasiones a las ovejas (Aréchiga *et al.*, 2008).

A pesar de la importancia que tuvo la cabra en la antigüedad, su popularidad empezó a disminuir a partir de la edad media ya que debido a malas interpretaciones de la Biblia este animal fue relacionado con el demonio, atribuyéndole como consecuencia poderes malignos. Por otro lado, debido a su agresividad y capacidad de supervivencia en regiones inhóspitas, se le ha considerado como el principal factor causante de la erosión. Este problema ha sido llevado a cuentas por la especie caprina hasta este siglo. La cabra no ha

evolucionado tanto como lo han hecho los otros rumiantes domésticos, por lo que conserva ciertas características anatómicas, fisiológicas y de comportamiento, como vestigios de su origen salvaje (Ducoing, 2006).

Fueron introducidas al continente americano en el siglo XVI por los españoles (Aréchiga *et al.*, 2008). Estas fueron unas de las primeras especies animales introducidas y se continuaron importando hasta el siglo pasado, con el propósito de sostener e incrementar sus inventarios (Vega y León *et al.*, 2005).

La cabra es un animal poco gregario en comparación con el ovino, es decir que a pesar de que se maneja en grupos, tiende a ser independiente. Otra característica importante es la habilidad que tiene esta especie para ramonear con alta frecuencia, para consumir su alimento, situación que le otorga un lugar privilegiado dentro de los rumiantes, por tener acceso a porciones vegetales a las que el bovino y el ovino no pueden llegar (Ducoing, 2006).

La adaptabilidad a climas variados y condiciones de manejo, aunado a su docilidad, y la factibilidad de obtener leche diariamente, hacen de la cabra un animal de gran valor actual y futuro para mejorar el nivel de vida de los productores (Vega y León *et al.*, 2005).

3.1.1. - Clasificación taxonómica de la cabra:

Nombre científico: *Capra hircus hircus*

Reino: *Animal*

Clase: Mamíferos (*Mammalia*)

Orden: Artiodáctilos (*Artiodactyla*)

Suborden: Rumiantes (*Ruminantia*)

Familia: Bóvidos (*Bovidae*)

Genero: Capra

Especie: hircus (Ducoing, 2006).

3.1.2.- Aspectos generales de la cabra

Reproducción

La cabra es un animal poliéstrico estacional con ovulación espontánea con un promedio de 20 a 21 días (Palma, 1995). El proestro dura entre 2 a 5 días. En esta fase los folículos ováricos son reclutados para la ovulación (Aisen, 2004).

El estro, es el período en el cual la hembra acepta ser montada por el macho. La ovulación ocurre de 30 a 36 horas después de iniciado el estro (Galina y Valencia, 2006). El estro tiene una duración de 12 a 36 horas (promedio 24 horas). (Acosta, 2009).

La gestación es la serie de fenómenos que se inician desde la fertilización del óvulo y terminan con el parto (Ruckebusch *et al.*, 1994). El período de gestación en la cabra es de 145 a 155 días promedio de 150 días (Acosta, 2009). Este período se puede reducir en un día con la gestación de dos cabritos y dos días con la gestación de tres. Cuando el feto es macho, la gestación se prolonga un día más en comparación con una hembra (Mellado, 1991).

La tasa de parición es de 2 a 2.3 por hembra al año, en algunas cabras bien alimentadas se pueden presentar 3 cabritos (Acosta, 2009).

La duración de la lactación es de 2.40 a 305 días (promedio 284). La producción pico de leche es a las 4 a 8 semanas posparto. La pubertad va de los 4 a los 5 meses. La etapa

reproductiva es aproximadamente cuando llegan a los 32 a 36 Kg de peso o a los 7 a 10 meses (Acosta, 2009).

Peso al nacimiento

El peso al nacimiento ha sido un tema de importancia en los estudios productivos, ya que está muy relacionado con la supervivencia de las crías. El peso al nacimiento está muy influenciado por factores genéticos y ambientales. La influencia del sexo es clara, en todos los estudios se ha encontrado que los machos pesan al nacimiento de 100 a 200 g más que las hembras (Vargas, 2003).

El peso al nacer 2 a 4 Kg (por lo general 2.6 a 4.0) dependiendo de la raza y el número de cabritos (en rebaños bien alimentados es de 3.0 a 4.0 Kg (Acosta, 2009).

Ganancia diaria de peso

La ganancia de peso es la forma más práctica para medir el crecimiento, que considera las variaciones en el peso por unidad de tiempo (Vargas, 2003).

Los primeros 7 días en los machos es de, 0.15 a 0.18 Kg y en las hembras 0.12 a 0.14 Kg de los 7 a 12 meses en los machos es de 0.15 Kg mientras que en las hembras 0.14 Kg durante la engorda va de 0.2 a 0.23 Kg en los machos y 0.18 a 0.20 Kg en las hembras (Acosta, 2009).

Glucosa

En las cabras lecheras y mestizas mantenidas en agostadero, se ha documentado el hecho de que los animales que abortan por causas no infecciosas, presentan niveles sanguíneos de glucosa más abajo de lo normal, y esta condición desencadena el proceso de la expulsión del feto (Vargas, 2003). La principal fuente energética para los fetos es la glucosa (MacDonald y Edward, 2002).

Condición corporal

La condición corporal (CC) de las cabras puede ser utilizada como un indicador para valorar el nivel de reservas lipídicas corporales. A partir del conocimiento de la condición corporal del rebaño, se puede establecer las diferentes estrategias de alimentación durante el ciclo productivo, que permitan maximizar los rendimientos productivos. Existe un método para la valoración de la condición corporal en las cabras lecheras usando una escala que va de 0 a 5 (Santucci y Maestrini, 1985) La condición corporal de un animal se obtiene mediante la palpación de dos regiones anatómicas: el esternón y las vértebras lumbares, ya que la grasa esternal es la única grasa subcutánea que puede ser distinguida por palpación en cabras. Estos autores, aseguran que personas con un adecuado entrenamiento son capaces de valorar 0,25 puntos de condición corporal, aunque a nivel práctico resulta suficiente con distinguir 0,5 puntos. En cabras lecheras, y a lo largo del ciclo de producción, se constata una relación negativa muy clara entre el estado corporal y la cantidad de leche producida (Jimeno *et al.*, 2003).

3.1.3.- Algunas de las ventajas de la cabra sobre el bovino y el ovino

- Tamaño pequeño.
- Produce carne y leche en cantidades suficientes y no excesivas para familias rurales.

- Poca inversión en su adquisición.
- Fácil manejo (niños y ancianos).
- Adaptabilidad a ambientes adversos.
- Rusticidad. (Ducoing, 2006.)
- Alta fertilidad.
- Alta eficiencia alimenticia.
- Alta eficiencia en utilización de forrajes toscos.
- Alta eficiencia en la producción de leche.
- Alta demanda de carne (birria, barbacoa y cabrito).
- Alta demanda de piel y pelo.
- Alta demanda de abono (Aréchiga *et al.*, 2008).

3.2 -La caprinocultura a nivel mundial

La importancia mundial de la producción de cabras ha sido señalada recientemente con base en tres aspectos principales: *a*) el potencial que tienen las cabras como un animal de doble propósito, *b*) el crecimiento de las poblaciones minoritarias en varios países que tienen fuerte preferencia por la carne y leche de cabra, y *c*) la creciente importancia de los pequeños rumiantes, especialmente cabras, en el manejo de la vegetación de países desarrollados (Merlos *et al.*, 2008).

3.2.1- Algunos factores opuestos al desarrollo de la caprinocultura

- Especie animal relegada a regiones pobres por considerarse perjudicial.

-Considerada la vaca del pobre por estar relacionada con estratos socioeconómicos humanos bajos, que a su vez se encuentran en regiones pobres desde el punto de vista de calidad de terrenos.

-Escaso desarrollo científico y tecnológico así como de recursos humanos enfocados a mejorar la eficiencia productiva de esta especie (Ducoing, 2006)

3.3 -La caprinocultura en México.

El aprovechamiento del ganado en México tuvo su origen a partir de la colonia. Los españoles colonizadores trajeron consigo a América ovinos y caprinos cuya función principal era la de proveerlos de alimento durante el viaje, pero algunos de estos animales lograron salvarse de ser sacrificados y fueron desembarcados en el continente.

Las principales razas caprinas que llegaron a lo que hoy es México fueron la Blanca Celtibérica, la Murciana y la Granadina cuya función zootécnica primordial era la producción de carne y que dieron origen a la cabra denominada criolla mexicana (Ducoing, 2006).

La producción de cabras en México se ha incrementado gradualmente, de manera que en la actualidad México ocupa el primer lugar en inventario de caprinos entre los países latinoamericanos, seguido de Brasil, que por varios años fue el líder (Merlos *et al.*, 2008).

De la totalidad del territorio nacional, aproximadamente un 45 % está constituido por áreas no aptas para ser utilizadas con fines agrícolas y de ellas la mayor parte corresponde a agostaderos en zonas áridas y semiáridas donde las especies domésticas, a excepción de la cabra no pueden sobrevivir y mucho menos producir. Por lo anterior, México cuenta con

zonas que representan un potencial importante para el desarrollo de la producción caprina (Ducoing, 2006.)

Tanto en Estados Unidos y Canadá las seis razas de cabras más establecidas son: Alpina, Saanen, Nubia, Oberhasli, La Mancha y Toggenburg. Sin embargo, las principales razas caprinas en producción en México son Saanen, Alpina, Toggenburg, Nubia y Murciana, concentradas para la producción de leche en el altiplano mexicano y norte del país, principalmente en los estados de Coahuila, Durango, Guanajuato, Zacatecas, Jalisco, Chihuahua, Nuevo León y Michoacán (Vega y León, *et al.*, 2005).

La caprinocultura en México se desarrolla en función de una producción de autoconsumo principalmente, en la que se aprovecha la carne, leche y piel del caprino aunque, por otro lado, existen actualmente gran número de sistemas de producción caprina que funcionan en forma redituable a lo largo del país (Ducoing, 2006.)

3.3.1.- Los sistemas de producción

En términos generales se han identificado los sistemas extensivos, sistemas de estabulación parcial o total y sistemas mixtos, aunque no descartan la probable existencia de otros sistemas o modalidad de los mismos. Las características de cada uno de ellos son las siguientes (Hernández, 2000):

a) Sistema extensivo

Este sistema de producción requiere de grandes extensiones de terreno ya que las cabras se alimentan pastoreando a voluntad en forma semi-nómada o sedentaria. Presenta la ventaja

de abaratar costos en alimentación e instalaciones pero generalmente sus rendimientos productivos son menores (Aréchiga *et al.*, 2008).

Se practica en la mayor parte del territorio nacional, principalmente en las regiones áridas y semiáridas. La estructura base principal es la tenencia de la tierra de tipo ejidal que agrupa al 73.2 % de las unidades de producción y el 80.4 % de la población caprina, seguido de las unidades de producción privada (con 22.6 % de unidades de producción y 15.9 % de población) y por grupos indefinidos o mixtos (ejidales y privadas) con 4.2 % de unidades de producción y 3.7 % de población (INEGI, 1998).

El objetivo de la producción es la carne de animal para el consumo familiar. Basa la alimentación en el ramoneo y pastoreo en agostaderos, en los cerros y a las orillas de caminos y canales de riego. El pastoreo es diurno con refugio nocturno y pueden tener ya sea rutas fijas (sedentario) o migratorias (nómadas o trashumantes). La suplementación es escasa y en ocasiones se limita sólo a rastrojo de maíz o maguey picado. La mano de obra es de tipo familiar. Los apareamientos son continuos, permaneciendo juntos durante todo el año los machos y las hembras y el destete es natural. El manejo sanitario es deficiente y tiende a ser curativo más que preventivo, dirigiéndose a los problemas clínicos más comunes como los de tipo respiratorio, parasitario y digestivo (diarreas). Para la comercialización de los productos no se tienen canales oficiales ni específicos y es frecuente la aparición de intermediarios por lo que los precios son erráticos o variables (Hernández, 2000).

Ventajas y desventajas

Como ventajas de los sistemas caprinos extensivos se pueden señalar la mejora de la fertilidad del suelo por las deyecciones de los animales, el control de las malas hierbas y mayor entrada económica por la venta de leche y cabritos. Como desventajas se señalan los riesgos de consumo de plantas tóxicas, así como el posible daño de las cabras a las plantaciones establecidas (Vargas, 2003).

b) Sistema de estabulación total

Este sistema requiere de instalaciones para una producción estabulada, y de la provisión de alimentos balanceados de gran valor proteico y energético. Presenta la desventaja de requerir mayores costos pero facilita el manejo de los animales y se obtienen mejores índices productivos de carne y leche (Aréchiga *et al.*, 2008).

Se practica en las unidades lecheras de alta producción, con alto rendimiento biológico y donde los animales están confinados permanentemente, suministrándoseles el alimento en el corral (forrajes de corte, granos y esquilmos) (Hernández, 2000).

c) Sistema semiextensivo

Este sistema representa una combinación de los dos anteriores. Los animales pastorean y ramonean y en la tarde-noche los animales se estabulan y se les proporciona un suplemento alimenticio. Requiere la inversión en instalaciones y alimentos balanceados. Generalmente, presenta mejores rendimientos productivos que en el sistema extensivo (Aréchiga *et al.*, 2008).

Se caracteriza por la combinación del pastoreo en praderas, ramoneo en matorrales y utilización de fuentes alimenticias de regular calidad nutritiva (trigo, algodón, etc), así

como de la posibilidad de suplementar con granos y forrajes. Los productos principales son la leche, cabras para cría y sementales para venta (Hernández, 2000).

3.4.-La leche

Una de las definiciones más conocidas establece que la leche es un líquido segregado por las glándulas mamarias de hembras sanas bien alimentadas, sin calostro, de composición compleja, color blanco y opaco, de sabor ligeramente dulce y de pH casi neutro (Santos, 1987). La leche de los mamíferos es una de las pocas sustancias producidas por la naturaleza que tiene como fin la función alimenticia (Oliszewski *et al.*, 2002). En la mayoría de las razas caprinas el producto más importante es la leche, la cual posee características únicas para hacer quesos, ya que su grasa contiene mayor número de ácidos grasos que intervienen en el sabor del queso, con niveles más elevados de ácidos butírico, caprónico, caprílico y cáprico que la leche de vaca (mayor al 17 %) (Oliszewski *et al.*, 2002).

En México, la producción de leche se ha incrementado notablemente en las últimas dos décadas y por ello está contribuyendo cada vez más a mejorar la economía de productores, industriales y a incrementar el aporte nutrimental en varios sectores de consumidores. En algunas regiones se consume directa en forma líquida, aunque también se procesa obteniéndose derivados, principalmente queso, y además, en el caso de México, de dulce de leche o cajeta (Vega, *et al.*, 2005).

3.4.1 El calostro

El calostro es la primera leche producida después del nacimiento (Matthew *et al.*, 2002). Normalmente es secretado y acumulado en la glándula mamaria durante los últimos días de

gestación y está disponible inmediatamente después del parto (Robinson, 1990). El calostro contiene un alto contenido de inmunoglobulinas, estas incluyen IgA, IgG e IgM, (Pond y Pond, 2006). También contiene vitamina A, minerales, grasa y otras fuentes de energía. La capacidad de resistencia a las enfermedades es afectada en gran manera por la cantidad y la calidad del calostro (Matthew *et al.*, 2002).

El volumen de calostro es mayor en los primeros días de esta etapa (Chacón, 2005).

3.4.2 Calidad de la leche

Desde el punto de vista tecnológico la composición de la leche determina su calidad nutritiva, sus propiedades y su valor como materia prima para fabricar productos alimenticios. A esta composición se la denomina corrientemente calidad de la leche (Oliszewski *et al.*, 2002).

Actualmente, en la mayoría de los países productores de leche se ha observado una verdadera transformación en toda la infraestructura ganadera, a través del mejoramiento genético, alimentación del ganado, condiciones de manejo y atención veterinaria con la finalidad de incrementar la producción láctea y de establecer sistemas de mejoramiento de la calidad de la leche, fundamentalmente en su composición y características fisicoquímicas, para el beneficio nutricional de los consumidores y desarrollo de la industria láctea (Ramírez *et al.*, 2004).

Durante el almacenamiento en frío o el congelamiento las propiedades fisicoquímicas generales no suelen variar mucho, excepto la acidez (Chacón, 2005).

3.4.3.-Composición de la leche

De forma similar a la leche de otras especies de hembras de mamíferos (Cuadro 1), la leche de cabra en su mayoría está compuesta por agua (85 a 88 %) y además de cantidades apreciables de grasa, proteína, lactosa, sales minerales, vitaminas y otras sustancias en cantidades menores (Vega y León, *et al.*, 2005).

Nutriente	Cabra	Vaca	Humano
Sólidos totales %	12.1	12.2	12.4
Sólidos no grasos %	8.3	8.6	8.4
Grasa %	3.8	3.6	4.0
Lactosa %	4.1	4.7	6.9
Proteína cruda %	3.0	3.0	1.1

Cuadro 1.- Comparación de la composición de la leche de cabra con otras especies (Acosta, 2009).

Proteína

Las proteínas de la leche pueden dividirse en dos grandes grupos, las caseínas que se encuentran en la leche principalmente en el estado coloidal y las proteínas del suero disueltas en éste. Las proteínas que contiene la leche de cabra, tienen dos orígenes diferentes: unas se sintetizan en la glándula mamaria de la ubre, como es el caso de los diferentes tipos de caseínas y proteínas del suero como beta lactoglobulinas y alfa albúminas, y las que provienen de la vía sanguínea como sero-albúminas. Dependiendo de la raza y de otros factores el contenido promedio de proteína de la leche de cabra (28.2 g/L) es ligeramente inferior al de la leche de vaca (31.1 g/L), aunque el de caseínas es muy

parecido (23.3 g/L). Las caseínas están constituidas por cuatro fracciones principales: alfa S1, alfa S2, beta y kappa (Vega y León, *et al.*, 2005). Los contenidos de proteína en la leche pueden variar hasta en un 0.30 % en una misma raza a lo largo del período de lactación (Chacón, 2005).

Grasa

Los glóbulos grasos de la leche de la cabra tienen tamaño más pequeño que los de la leche de vaca. Dicha situación es de interés en el campo de la nutrición, ya que se conoce que si el tamaño del glóbulo graso es pequeño, su tiempo de residencia en el tracto gastrointestinal es menor y con ello se favorece su absorción hacia el torrente circulatorio (Vega *et al.*, 2005).

Los contenidos de grasa dentro de una misma raza pueden variar hasta en un 0.30 % a lo largo del período (Chacón, 2005).

Tras el parto, el contenido en grasa de la leche de cabra es bastante alto, para luego ir disminuyendo a medida que avanza la lactación (Jimeno *et al.*, 2003).

Lactosa

El hidrato de carbono característico de la leche es la lactosa, es un azúcar con poder edulcorante bajo. La lactosa debido a la acción enzimática bacteriana sufre fermentaciones diferentes, con productos como ácido láctico, anhídrido carbónico, alcohol, ácidos propiónico y butírico y otros compuestos, que ocasionan la coagulación de la leche, que en el caso de queso, le conferirán parte de su aroma y sabor. El contenido de lactosa es bajo en la leche de cabra en comparación con la leche de otros animales (Chacón, 2005). Sin

embargo, es parecido al de leche bovina fluctuando entre 44 a 47 g/L, y depende del estado de lactación de los animales (Vega y León, *et al.*, 2005).. Normalmente, la glucosa de sangre es el único precursor de lactosa de leche (Faulkner *et al.*, 1980). La lactosa también decrece significativamente variando de un contenido total de 4.6 % en las primeras semanas hasta 3.96 % al final de la lactancia (Chacón, 2005).

3.4.3.1 Propiedades organolépticas

Las principales propiedades organolépticas que caracterizan la leche de cabra, desde el punto de vista comercial, son el color, el sabor y el olor.

Color

Blanco mate; contrariamente a la leche de vaca, por su ausencia de β -carotenos (Quiles y Hevia, 2007).

Olor y sabor

La definición del olor y sabor de un producto natural complejo, como es el caso de la leche de cabra, es bastante difícil, tanto si se trata de olores y sabores normales o anormales. El olor de la leche de cabra recién ordeñada suele ser un olor neutro, algunas veces al final de la lactación aparece un olor característico llamado cáprico, debido en gran parte a los ácidos grasos caprónico, cáprico y caprílico, característicos de la leche de cabra. El sabor suele ser dulzón (por la lactosa), agradable y muy particular, lo cual hace que sea bastante fácil su identificación (Quiles y Hevia, 2007).

Aspecto

El aspecto de la leche de cabra es limpio y sin grumos. Generalmente forma nata con dificultad, debido a su gran viscosidad, que impide la subida de los glóbulos de grasa (de menor tamaño que la leche de vaca) (Quiles y Hevia, 2007).

3.4.3.2 Factores que influyen en la composición de la leche

La leche es un producto cuya producción en cantidad y calidad se ve afectada por multitud de factores (Álvarez *et al.*, 2004). La composición general de la leche de cabra varía dentro de un amplio margen dependiendo de características propias de cada raza, momento de lactancia, salud, estado fisiológico general, así como la dieta (Chacón, 2005).

Se conoce que el contenido de la grasa en la leche puede verse influenciado por diversos factores, como es el caso de la raza y estación del año. El factor más importante que afecta el contenido graso de la leche, es la época del año asociada con otros que no pueden separarse como: los diferentes tipos de alimentación, estado de lactación, periodos de luz y temperatura ambiental. Particularmente la temperatura ambiental alta impacta directamente en la disminución de los rendimientos de leche, incremento de la grasa y modificación de valores de otros componentes. La etapa de la lactancia es importante en términos de composición de la leche de cabra (Ramírez *et al.*, 2004).

3.5.- Efectos de la alimentación

Las cabras sanas y productivas son el resultado de un buen manejo y una excelente alimentación que generan resultados satisfactorios, se sabe que una buena nutrición garantiza en un 60-70 % el éxito de la explotación (Gallegos *et al.*, 2005).

La alimentación del ganado se considera el factor extrínseco o no ligado al animal de mayor influencia, no sólo en la cantidad, sino también en la calidad de la leche misma que afecta la composición química y propiedades de coagulación, y por derivación en los productos elaborados con ésta (Álvarez *et al.*, 2004).

Los programas alimenticios a que son sometidos los animales lecheros influyen de manera notoria en la cantidad de leche producida. Se ha constatado que las formas de distribuir el alimento en las diferentes fases del ciclo productivo condicionan notablemente la producción lechera, estimándose que las cabras pueden movilizar hasta el 50 % de sus reservas en los dos meses siguientes al parto (Gallegos *et al.*, 2005).

Durante la última fase de gestación, 6-8 semanas antes del parto, el consumo de alimentos por parte de las cabras cobra una enorme importancia dada su mayor prolificidad comparada con ovejas y vacas. La capacidad de ingesta de las cabras durante la fase final de gestación disminuye continuamente, especialmente en las 2 últimas semanas de gestación, situándose en los valores mínimos de todo el ciclo productivo. Esta disminución en la ingesta durante el parto es consecuencia principalmente de una reducción en el volumen ruminal, provocada por el crecimiento de los fetos en el interior de la cavidad abdominal. Durante esta fase, la alimentación juega un papel fundamental, a corto plazo, sobre la salud del animal y, a medio plazo, sobre el rendimiento en la siguiente lactación. Tanto la nutrición excesiva como la nutrición defectuosa al final de la gestación aumentan el riesgo de que aparezcan alteraciones metabólicas en los inicios de la lactación (Stark, 1989).

Una subalimentación al final de gestación conducirá a una mayor movilización de las reservas corporales que va a comprometer seriamente la salud del animal y sus posteriores rendimientos; mientras que una sobrealimentación dará lugar a un exceso de reservas lipídicas lo que conllevará una disminución de la ingesta y un mayor riesgo de padecer toxemia de gestación (Jimeno *et al.*, 2003).

Por lo general un incremento en el nivel energético de las dietas ingeridas por el ganado caprino lechero mejora la producción láctea disminuyendo los porcentajes de grasa. Es importante, no sólo un aporte equilibrado y suficiente de forraje, sino una presentación y calidad adecuada (Gallegos *et al.*, 2005).

3.5.1 Desnutrición

La dieta del animal se refleja en la calidad de su leche. La cabra es un animal que requiere de una alimentación bien balanceada (Chacón, 2005).

Una cabra mal alimentada es poco productiva y se enferma fácilmente, por lo cual es altamente recomendable cubrir las necesidades nutricionales de los animales dependiendo su etapa fisiológica por ejemplo, las hembras no gestantes tienen diferentes necesidades que las hembras gestantes o las cabritas en desarrollo (Gallegos *et al.*, 2005). Con la desnutrición continua los animales muestran una reducción simultánea de la resistencia a enfermedades (Chacón, 2005).

La pérdida de peso antes de la fecundación no afecta la tasa de pariciones de las cabras aún con bajas reservas corporales de energía, y una vez gestante, la cabra continúa o suspende la preñez, dependiendo de la disponibilidad de nutrientes (Sánchez *et al.*, 2003).

De todas las causas que provocan el aborto en las cabras, la desnutrición quizá sea la más relevante en muchos de los sistemas extensivos de caprinos. El efecto del déficit de nutrientes sobre la ocurrencia de abortos en las cabras se manifiesta más intensamente en esta especie (Mellado, 1991). Los abortos pueden ocurrir, sobre todo durante los 90 a 110 días de gestación, cuando la desnutrición se acentúa en las cabras, debido a hipoglucemia (Haenlein, 2002).

Las cabras con deficiencias nutricionales durante la gestación presentan una hipoglucemia. La deficiencia más común en las raciones alimenticias para cabras es la energía, lo cual les induce disminución en el peso, tamaño, fertilidad y producción de leche (Sánchez *et al.*, 2003).

Un aporte deficitario en fibra afecta de manera significativa en el estado sanitario de los animales (Gallegos *et al.*, 2005), pero también se traducen en un contenido de grasa bajo en la leche (Chacón, 2005). Es importante, no sólo un aporte equilibrado y suficiente de fibra, sino una presentación y calidad adecuada (Álvarez *et al.*, 2004). Como efecto más frecuente del desequilibrio energético del componente fibroso de la dieta se encuentra la acidosis ruminal (Gallegos *et al.*, 2005).

Los niveles inadecuados de proteína en la dieta pueden afectar negativamente el índice de crecimiento, la producción de leche, la reproducción y la resistencia a las enfermedades porque los aminoácidos son insuficientes. A diferencia de la energía, el exceso de proteína no es almacenado en el cuerpo de la cabra; es excretado en la orina como la urea. Por lo tanto, es importante para los animales tener acceso a suficiente proteína para cubrir sus exigencias alimenticias, que varían con las etapas del desarrollo y el nivel de producción

(Matthew *et al.*, 2002). La proteína de la leche se ve afectada dependiendo del tipo y cantidad de proteína consumido por la cabra (Chacón, 2005).

3.5.2.- Suplementación

Es el refuerzo de la alimentación durante determinados períodos del año. Las cabras necesitan suplementos, especialmente durante el servicio, la preñez y la lactancia. La suplementación de los caprinos es una práctica poco extendida en los sistemas tradicionales; sin embargo, ésta se realiza con dos propósitos principales: 1) Evitar la mortalidad de animales por la escasez de forraje en las regiones áridas y 2) Cubrir los requerimientos de las hembras en los sistemas extensivos orientados a la producción de leche. El tipo de suplementación varía con las condiciones ambientales, la orientación productiva y la disponibilidad de insumos. En los climas áridos con sistemas extensivos en México la suplementación consiste en utilizar subproductos y forrajes de corte obtenidos de las plantas del desierto en tanto que en las áreas agrícolas la suplementación se realiza principalmente con productos y subproductos del maíz (Vargas, 2003).

3.6.- Requerimientos nutricionales

Los grupos de las sustancias nutritivas (Cuadro 2) que son esenciales en la nutrición de cabra son el agua, la energía, la proteína, minerales y vitaminas (Matthew y Luginbuh, 2002).

Agua

El agua es con mucho la sustancia nutritiva más esencial para toda la ganadería. Por lo tanto, la entrega de agua y la disponibilidad son una consideración importante (Matthew y Luginbuh, 2002).

El agua ingerida se gasta en la excreción de agua en las heces y en la orina, pérdida de agua por los pulmones y a través de la piel. Las necesidades aumentan con la cantidad de materia seca ingerida, el desarrollo del contenido uterino al final de la gestación, la cantidad de leche producida y la temperatura (Jarrigue, 1990).

Muchos factores influyen en la entrada de agua del pequeño rumiante incluyendo la etapa de producción, la temperatura ambiental, el consumo de sal, y el contenido de humedad de su ración total. En general, las cabras beberán de 0.75 a 1.5 galones de agua diariamente (Matthew y Luginbuh, 2002).

Energía

La energía proviene principalmente de hidratos de carbono (azúcares, almidón y fibra) y grasas en la dieta (Matthew y Luginbuh, 2002). La cabra cubre sus necesidades de energía mediante los forrajes, así como con algunos concentrados energéticos derivados de los cereales (Arbiza, 1986).

El forraje contiene la energía suficiente para cubrir las exigencias nutritivas de cada cabra. Algunos granos son una fuente alta de energía como, la semilla de algodón entera, trigo, soya, y el maíz. Si la dieta consumida contiene un exceso de energía, aquella energía

suplementaria será almacenada en el cuerpo como la grasa, principalmente alrededor de los órganos internos (Matthew y Luginbuh, 2002).

Proteína

Como rumiantes, las cabras dependen de la población microbiana del rumen para producir muchos de los aminoácidos requeridos para la producción deseada (Pond y Church, 2002).

La proteína es por lo general el componente más caro de la dieta de cabra. Los alimentos balanceados son bastante altos en contenido de proteína y pueden servir como suplementos en la alimentación (Matthew y Luginbuh, 2002).

Minerales

Existen cuando menos 20 minerales que son esenciales para el funcionamiento normal de las cabras (Mellado, 1991). Las cabras requieren de los minerales para las funciones básicas y la producción óptima. Es aconsejable proporcionar los minerales a libre acceso en la mayor parte de las situaciones. Los principales minerales que tienden a ser deficientes en la dieta son sodio, calcio, fósforo, magnesio, selenio, cobre, y el zinc (Matthew y Luginbuh, 2002).

Vitaminas

Las vitaminas son necesarias por el cuerpo en muy pequeñas cantidades. Por lo general las vitaminas que tienden a ser deficientes en la dieta son A, D y E. Las demás vitaminas son formadas por las bacterias del rumen o son sintetizadas en los tejidos del cuerpo en cantidades adecuadas para suplir las necesidades (Matthew y Luginbuh, 2002). Suele ser

necesario dar un complemento a los animales alimentados en confinamiento o lecheros muy productivos (MacDonald *et al.*, 2006).

PESO	ENERGIA				PROTEÍNA		MINERALES		VITAMINAS	
	TND	ED	EM	EN	PT	PD	Ca	P	A	D
(kg)	(g)	(Mcal)	(Mcal)	(Mcal)	(g)	(g)	(g)	(g)	(1000 UI)	(UI)
20	267	1.18	0.96	0.54	38	26	1	0.7	0.7	144
30	362	1.59	1.30	0.73	51	35	2	1.4	0.9	195
40	448	1.98	1.61	0.91	63	43	2	1.4	1.2	243
50	530	2.34	1.91	1.08	75	51	3	2.1	1.4	285
60	608	2.68	2.19	1.23	86	59	3	2.1	1.6	327
70	682	3.01	2.45	1.38	96	66	4	2.8	1.8	369
*	397	1.74	1.42	0.80	82	57	2	1.4	1.1	213

*Requerimientos adicionales para el último tercio de gestación (todos los pesos).

Cuadro 2.- Requerimientos nutricionales de las cabras incluye mantenimiento y condiciones estables de alimentación mínima actividad y preñez. (NRC, 1981).

3.7.-Determinación simultánea de materia grasa, proteínas y lactosa por espectroscopía infrarroja (Milko- Scan).

Para el caso de la evaluación de leche cruda, en sus características de composición, la tecnología de espectroscopia de infrarrojo, brinda en pocos minutos resultados confiables y permiten evaluar una gran cantidad de muestras en corto tiempo.

La aplicación de la tecnología infrarroja a la leche se refleja en el control de calidad de la leche y en los estudios de la influencia de los factores ambientales y fisiológicos, entre otros. El desarrollo de equipos con una alta repetibilidad y exactitud, una gran capacidad de análisis por unidad de tiempo y el ahorro en reactivos han revolucionado las posibilidades de trabajo en este campo (Ramírez *et al.*, 2004). El método espectroscópico para la determinación rápida y automatizada de grasa, proteína, lactosa y sólidos totales de la leche se basa en la absorción de energía infrarroja a longitudes de onda específicas por los grupos (Albanell *et al.*, 1999).

Características principales del Aparato IR

El Milko-Scan 133 es un aparato semi-automático, controlado por un microprocesador para la determinación de grasa, proteína y lactosa en leche y productos lácteos. Su modo de trabajar es similar al de un detector. La energía detectada se amplifica y, por medio de un microprocesador se convierte en lectura.

El Milko-Scan 133 emplea un nuevo sistema de infrarrojos muy compacto con un solo haz, una cubeta y espejos. Los filtros ópticos (dos para cada componente medido) vienen montados en una rueda de filtros que gira constantemente y que los presentan sucesivamente al haz infrarrojo. La longitud del haz es tan sólo de 4.5 cm y el sistema es tan compacto que las mediciones, por primera vez, no son sensibles a los cambios en las concentraciones de vapor de agua en la atmósfera del ambiente (Foss Electric, 1993).

El método de análisis por espectroscopia infrarroja radica en casi todas las sustancias orgánicas se comportan absorbiendo selectivamente ciertas longitudes de onda de la región infrarroja del espectro y además los grupos funcionales en una molécula son susceptibles de absorber dicha radiación a una longitud de onda característica que, por lo general, está poco afectada por el resto de la molécula.

La existencia en la leche de constituyentes con grupos funcionales tan definidos como los hidroxilo (-OH) de la lactosa, enlaces peptídico (-CO-NH-) de las proteínas y los grupos carbonilo (> C=O) de las uniones de los triglicéridos o grasa, los cuales dan absorciones máximas a 9.60, 6.46 y 573 nm respectivamente, presentan la posibilidad de utilizar para su determinación dicho procedimiento (Reichardt *et al.*, 1995).

La medida de la concentración de cada componente se hace refiriéndola a la cantidad de luz absorbida, ya sea por el agua a la misma longitud de onda (instrumentos equipados con dos celdillas, una de referencia y otra de muestra) o por la leche a una longitud de onda diferente a la que sólo hay absorción por el componente que se mide (instrumentos con una celdilla) (Foss Electric, 1993).

IV. OBJETIVOS

Evaluar si el efecto de la suplementación energética con maíz, al final de la gestación afecta la calidad y cantidad de leche producida y algunos parámetros productivos durante la primera semana post-parto en cabras desnutridas.

V. HIPÓTESIS

La suplementación con maíz en la última semana de gestación, a cabras desnutridas, permite el incremento de la producción de leche, la calidad y mejora algunos parámetros productivos, durante la primera semana post-parto.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

El presente estudio se realizó con animales del Módulo Caprino del Centro de Enseñanza Agropecuaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4 UNAM.

Animales y grupos

Para obtener a las crías, se utilizaron 50 cabras de la raza Alpino Francés multíparas de entre 3 y 5 años de edad. Los animales fueron mantenidos todo el tiempo bajo condiciones de estabulación.

Manejo Reproductivo

La reproducción fue sincronizada e inducida con la colocación de esponjas intravaginales impregnadas de crononolona (Intervet ®, 20 mg/animal) y la aplicación de una dosis de Gonadotropina coriónica equina (Ecg, Intervet ®, 200 U. I. /animal). A los 60 días post monta se llevó a cabo un diagnóstico de gestación para determinar el número de animales gestantes.

De los animales que resultaron gestantes fueron asignados a 3 grupos de la siguiente manera: control, desnutrido y desnutrido suplementado.

A) Grupo control: (n = 9) Se ofreció una dieta que cubrió el 100% de los requerimientos de acuerdo a su estado fisiológico (NRC, 2007).

B) Grupo desnutrido: (n =10) A partir del día 75 de la gestación y hasta el parto se limitaron sus requerimientos de energía y proteína al 70 %.

C).- Grupo suplementado: (n = 9) Sus requerimientos se limitaron, igual que al grupo B, pero a partir del día 135 de gestación y hasta el parto, se les suministró una suplementación paulatina con maíz molido (100 g cada día hasta alcanzar 600 g por animal/día).

Proceso experimental

Todas las cabras fueron pesadas con una báscula de piso, desde los 75 días de gestación hasta la primer semana de lactancia con un intervalo aproximado entre cada pesaje de 21 días. En cada pesaje se midió también la condición corporal. Así mismo se tomaron muestras de sangre para medir los niveles de glucosa, el muestreo se realizó al igual cada 21 días hasta el parto y posteriormente a la semana postparto, dichas muestras fueron analizadas con la ayuda de un glucómetro portátil.

Al momento del parto, la cabra y su cría (s) fueron pesadas se tomo una muestra de 50 ml de leche al momento del parto y cada 24 horas, hasta la primera semana postparto, así mismo diariamente se pesaron a las crías para calcular la ganancia de peso.

Las muestras obtenidas de la leche fueron envasadas y conservadas en un congelador a -20 °C.

Análisis de las muestras

Las muestras de leche cruda obtenidas se analizaron a través de la técnica de espectroscopia infrarroja por medio del aparato Milko-Scan 133-B, cada muestra se analizó con 2 repeticiones.

Mediante este análisis se determinó; la cantidad de grasa, proteína, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos de las muestras. Las muestras fueron analizadas en el “Laboratorio de análisis de lácteos” de la UAM- Xochimilco.

Antes de someter las muestras al análisis de espectroscopia infrarroja, se descongelaron las muestras a baño María durante aproximadamente 20 minutos para alcanzar una temperatura de 40 ° C.

Análisis estadísticos

Se utilizó la prueba de análisis de varianza ANOVA y un posthoc para realizar comparaciones entre los grupos. También se utilizó la prueba de ANOVA de medidas repetidas para hacer comparaciones a lo largo de la lactancia. Toda la información estadística fue analizada en el programa SYSTAT.

VII. RESULTADOS

Peso y condición corporal de las cabras a lo largo de la gestación

A lo largo de la gestación y hasta el parto el peso de las cabras no fue afectado directamente por el grupo ($P>0.05$), sin embargo, sí existió un efecto altamente significativo del tiempo en la gestación, así como de la interacción tiempo por grupo ($P<0.001$).

De manera específica, como se observa en la figura 1, el peso de las cabras fue significativamente mayor para las cabras del grupo control que para las del grupo desnutrido y suplementado.

Así mismo, se calculó la ganancia de peso total durante el periodo de estudio que fue el último pesaje antes del parto menos el peso registrado en el día 67 de gestación. Se encontró que hubo un efecto significativo del grupo, y en este caso las cabras del grupo control ganaron más peso en ese periodo que las del grupo desnutrido (10.2 ± 1.3 vs. 5.5 ± 1.2 Kg., $P=0.01$).

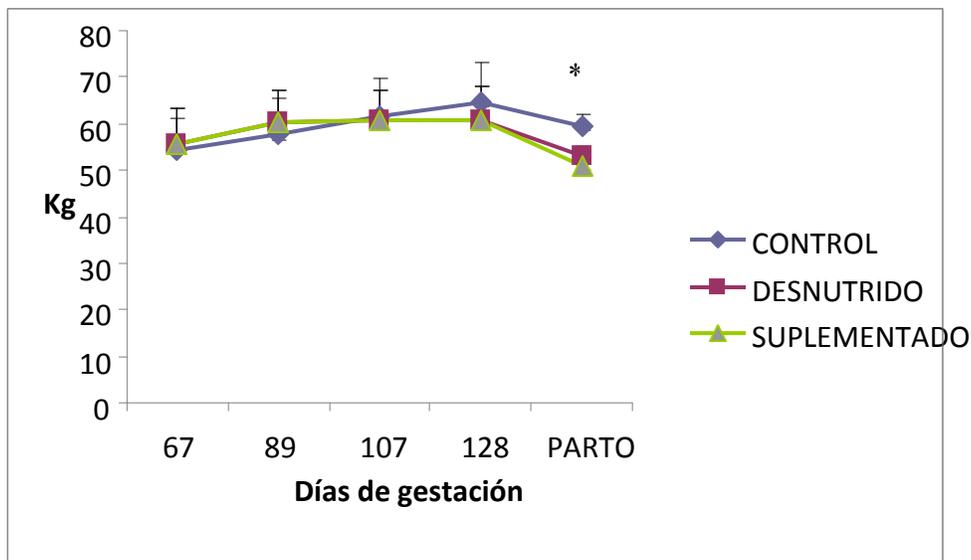


Figura 1.- Peso de las madres (media \pm EE) del grupo control, desnutrido y suplementado desde el día 67 de gestación hasta el parto. * indica diferencias significativas entre grupos (ANOVA, $P < 0.05$).

Para el caso de la condición corporal no se encontró un efecto significativo del factor grupo pero si del factor tiempo en la gestación y la interacción tiempo y grupo ($P < 0.001$).

En la figura 2 se muestra la condición corporal de las hembras a lo largo de la gestación, se observa que en el día 107 de gestación aproximadamente fue mayor en el grupo control que en el desnutrido. Para el día 128 de gestación tendió a ser mayor en el grupo control también que el grupo desnutrido. Mientras que para el momento inmediatamente después del parto la condición corporal fue mayor para las hembras del grupo desnutrido y suplementado.

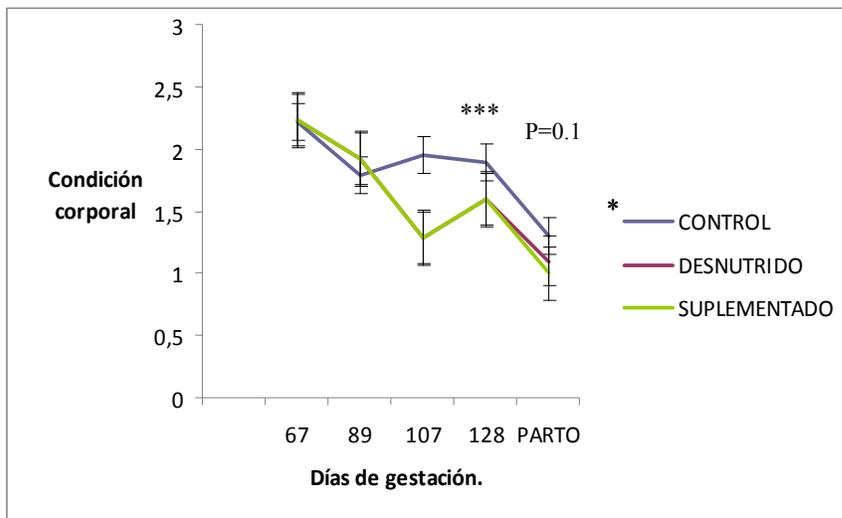


Figura 2.- Condición corporal de las cabras (media \pm EE) controles, desnutridas y suplementadas, desde el día 67 de gestación hasta el parto. * $P \leq 0.05$, *** $P \leq 0.001$.

Niveles de glucosa en las cabras durante la gestación hasta el parto

Los niveles de glucosa medidos en sangre se aprecian en la figura 3. Se encontró que en los días 116 y 128 de gestación éstos fueron superiores para las cabras del grupo control que para las del desnutrido. Para el día 138 de gestación los niveles de glucosa permanecieron superiores en las cabras del grupo control, comparado con las del desnutrido y suplementado, sin embargo se encontró una tendencia a que las suplementadas tuvieran mayores niveles que las desnutridas ($P=0.1$). Para el día 140 de gestación los niveles de glucosa fueron superiores en las cabras controles sólo comparadas con las desnutridas ($P=0.006$), no se encontraron diferencias significativas entre controles y suplementadas ($P>0.05$). Para el día 142 de gestación los niveles de glucosa fueron significativamente superiores para las cabras del grupo control que para las desnutridas y las suplementadas ($P<0.01$), sin embargo la glucosa fue mayor para las cabras suplementadas que para las

desnutridas ($P=0.05$). En el momento del parto no se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos, de hecho los niveles de glucosa se incrementaron considerablemente para todas las cabras.

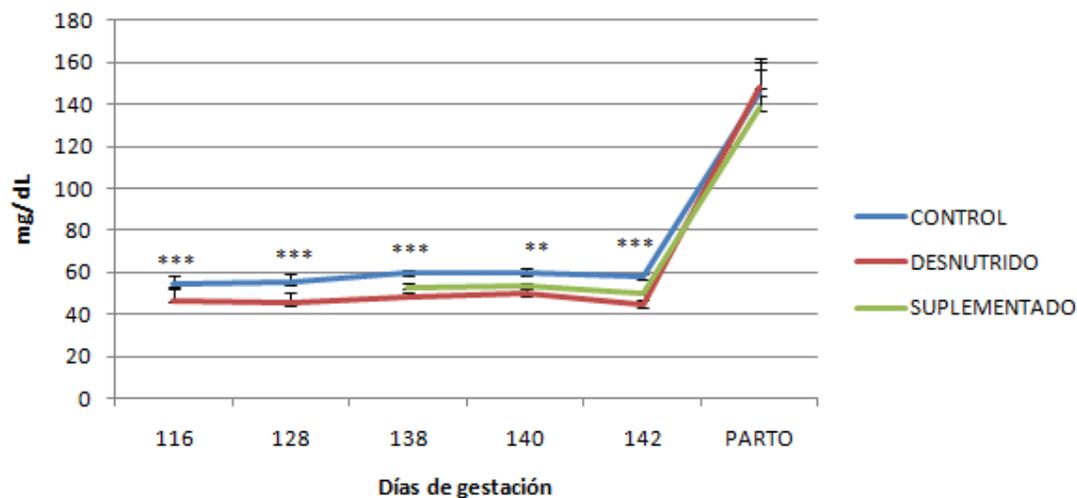


Figura 3.- Niveles de glucosa (media \pm EE) en las cabras del grupo control, desnutrido y suplementado desde el día 116 de gestación hasta el parto. ** $P \leq 0.01$, *** $P \leq 0.001$

Peso de los cabritos

Los datos del peso de los cabritos se pueden apreciar en la figura 4. Se encontró que el peso de los cabritos no difirió entre los grupos en los días 1 de nacimiento, 2 y 3 días de edad. Mientras que en el día 4 los cabritos provenientes de las cabras controles pesaron significativamente más que los de las cabras desnutridas y suplementadas. Para el día 5 de edad sólo los cabritos de las cabras controles difirieron con los cabritos de las cabras desnutridas, y hubo una tendencia a diferir con los suplementados. Para el día 6 de edad

sólo existió una tendencia a que los cabritos de las cabras controles pesaron más que los de las cabras desnutridas y suplementadas ($P=0.07$). En los días 7 y 8 de lactancia nuevamente los cabritos provenientes de las cabras controles pesaron más que los de las cabras desnutridas y suplementadas ($P= 0.05$).

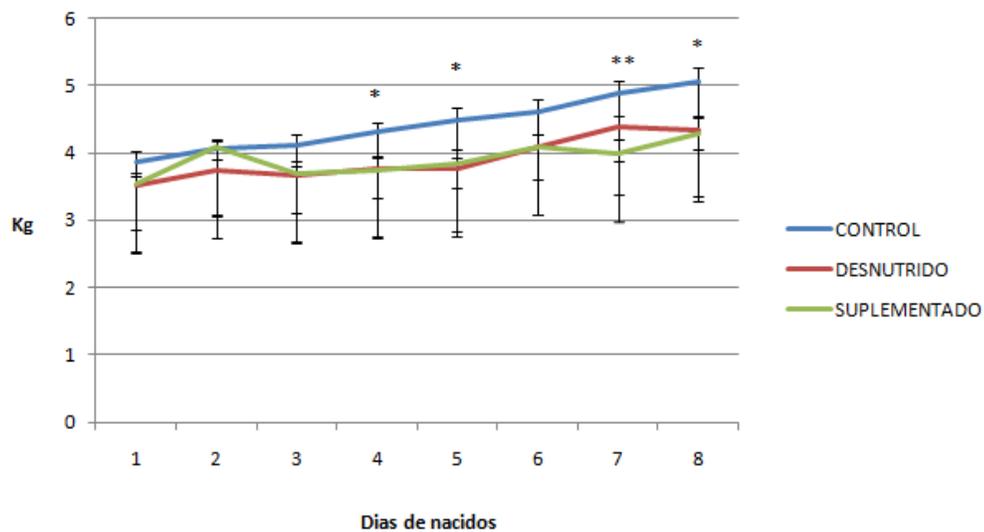


Figura 4.- Peso de los cabritos (media \pm EE) provenientes de cabras del grupo control, desnutrido y suplementado, desde el nacimiento hasta los 8 días de edad. * $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.01$.

Calidad de la leche

Grasa

El nivel de grasa (Figura 5) registrado en el día uno post-parto en el calostro tendió a ser mayor en las cabras del grupo suplementado que el grupo control ($P=0.06$). En los días 2, 4, 6 y 8 postparto no se observaron diferencias significativas en el porcentaje de grasa registrado en la leche ($P<0.05$). Sin embargo el día 3 de lactancia el porcentaje de grasa en la leche tendió a ser mayor en las cabras del grupo control y desnutrido que en el suplementado ($P=0.1$). Para el día 5 el porcentaje de grasa en la leche tendió a ser mayor en las cabras controles y desnutridas que con respecto a las suplementadas ($P=0.07$). Finalmente para el día 7 post-parto los niveles de grasa tendieron a ser mayores en el grupo control que en el desnutrido y el suplementado ($P=0.06$).

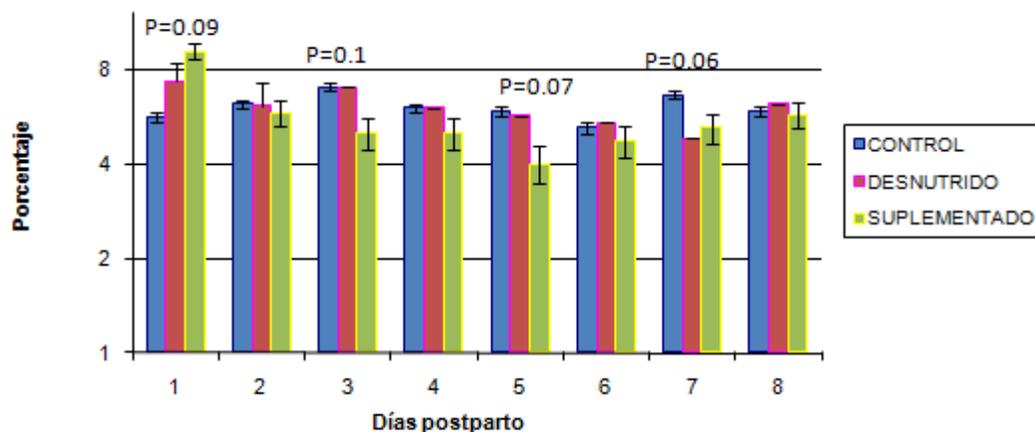


Figura 5.- Porcentaje de grasa (media \pm EE) en el calostro y la leche de las cabras de los grupos control, desnutrido y suplementado, en los primeros 8 días de lactancia.

Proteína

Como se observa en la figura 6 los niveles de proteína fueron disminuyendo conforme se alejaba el tiempo post-parto. En los días 3, 4 y 8 de lactancia no se encontraron diferencias significativas entre grupos ($P>0.05$). En el primer día post-parto se observó una tendencia a que el grupo desnutrido tuvo mayor un porcentaje de proteína mayor que el grupo suplementado ($P=0.1$). En el segundo día post-parto se observó una tendencia a que las cabras del grupo control tuvieran mayores niveles de proteína en la leche que las desnutridas y suplementadas ($P=0.08$). En los días 5 y 6 post-parto, las hembras controles tendieron a tener mayor porcentaje de proteína que las suplementadas ($P=0.07$). Finalmente en el día 7 post-parto, las cabras controles tuvieron mayores niveles de proteína en la leche que las desnutridas ($P=0.05$), y tendieron a tener más que las suplementadas ($P=0.1$).

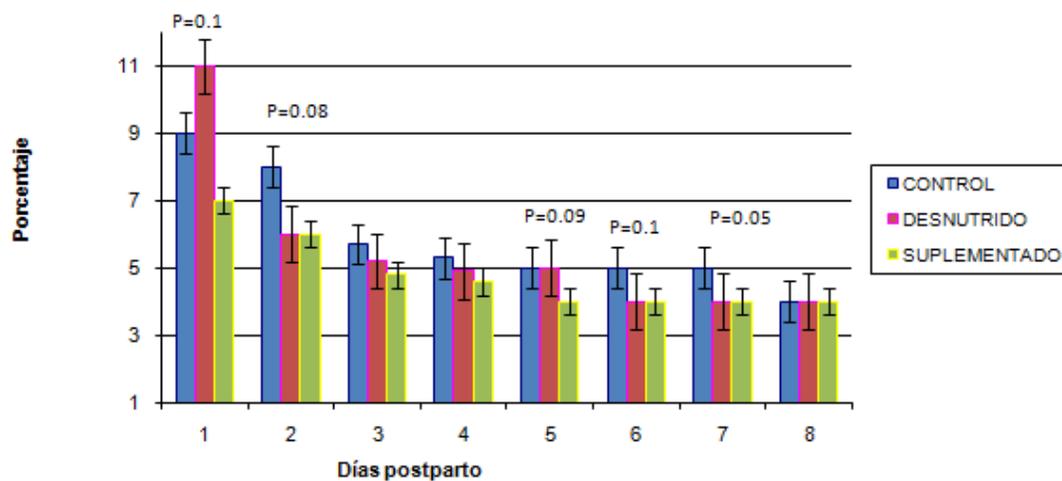


Figura 6.- Porcentaje de proteína (media \pm EE) en el calostro y la leche de las cabras de los grupos control, desnutrido y suplementado, en los primeros 8 días de lactancia.

Lactosa

Los porcentajes de lactosa desde el día 1 hasta el 8 postparto se pueden apreciar en la figura 7. De manera general se observa que en los tres grupos los niveles incrementaron conforme se alejaba el momento del parto. Los datos estadísticos muestran que no hubo diferencias entre grupo ($P>0.05$).

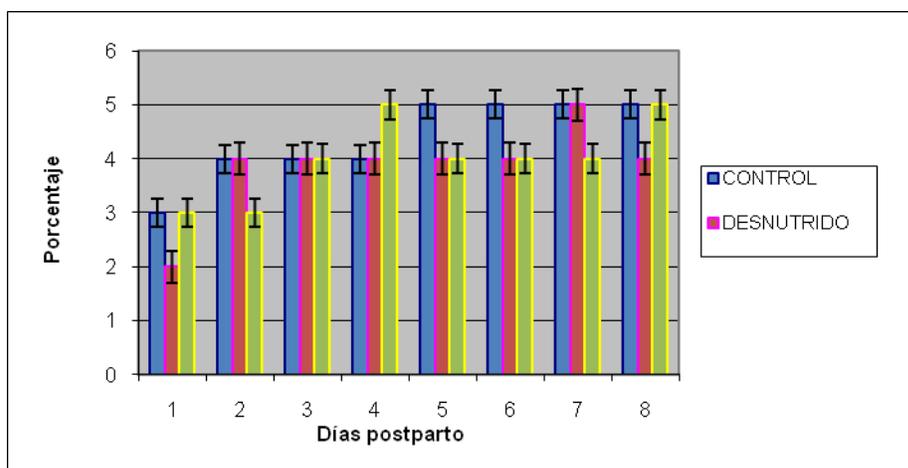


Figura 7.- Porcentaje de lactosa (media \pm EE) en el calostro y la leche de las cabras de los grupos control, desnutrido y suplementado, en los primeros 8 días de lactancia.

Sólidos totales

Los sólidos totales (Figura 8) no difirieron significativamente entre grupos en los días 1, 6 y 8 días post-parto ($P>0.05$). Mientras que en los días 2 y 3 postparto el porcentaje de sólidos totales tendió a ser mayor en las cabras del grupo control que el desnutrido y suplementado ($P=0.1$). Para los días 4 y 5 post-parto las cabras controles tuvieron en la leche más sólidos totales que las suplementadas ($P=0.04$). Mientras que en el día 7 las

cabras controles tuvieron mayor porcentaje de sólidos totales que las desnutridas y las suplementadas ($P=0.01$).

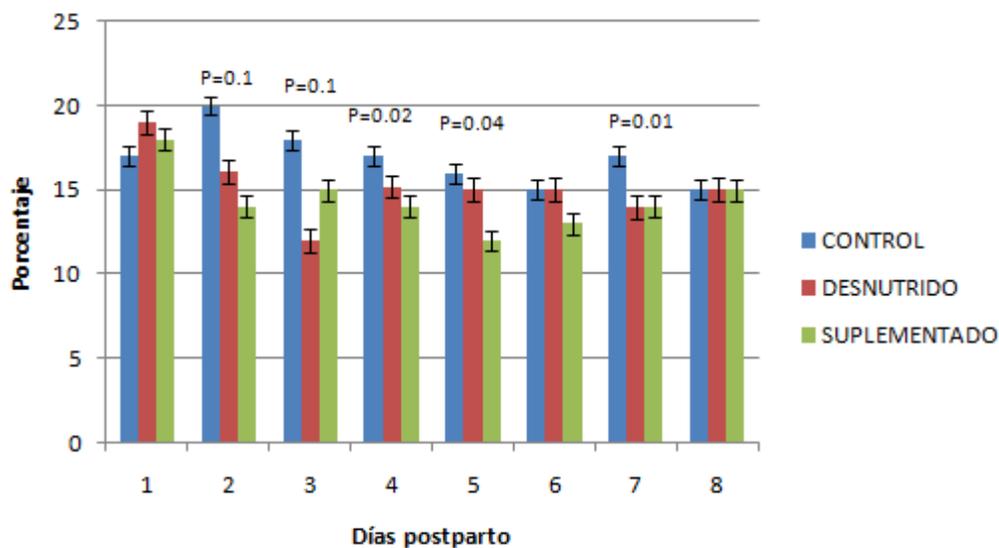


Figura 8.- Porcentaje de sólidos totales (media \pm EE) en el calostro y la leche de las cabras de los grupos control, desnutrido y suplementado, en los primeros 8 días de lactancia.

Sólidos no grasos

Los sólidos no grasos (figura 9), no difirieron entre grupos en los días 1 y 3 de lactancia (>0.05). Sin embargo, hubo una tendencia en los días 5, 6 y 8 postparto a que las cabras del grupo control tuvieran mayor porcentaje de sólidos no grasos que las cabras desnutridas y suplementadas ($P=0.1$). Mientras que en los días 2, 4 y 7 de lactancia las cabras controles tuvieron significativamente más porcentaje de sólidos no grasos que las cabras desnutridas y suplementadas ($P=0.03$).

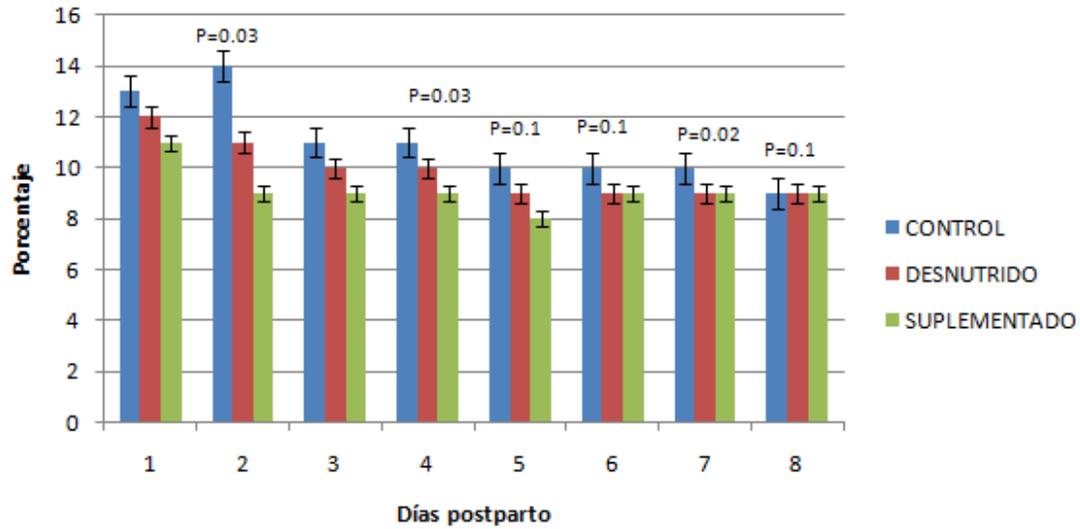


Figura 9.- Porcentaje de sólidos no grasos (media \pm EE) en el calostro y la leche de las cabras de los grupos control, desnutrido y suplementado, en los primeros 8 días de lactancia.

VIII. DISCUSIÓN

El presente trabajo tuvo por objetivo evaluar si la suplementación energética con maíz, en los últimos 15 días de gestación en cabras desnutridas afectaba la calidad y cantidad de leche producida y algunos parámetros productivos durante la primera semana post- parto.

Se encontró que la desnutrición en la gestación afecta significativamente el peso y la condición corporal, ya que las cabras a las cuales se les suministró una dieta de acuerdo a sus requerimientos nutricionales tuvieron mayor peso y mejor condición corporal que las cabras desnutridas. Estos trabajos están en acuerdo con los reportes de varios autores en donde observan que una buena alimentación en la gestación permite una adecuada condición corporal en las hembras, especialmente en el último tercio de gestación (Robinson *et al.*, 1999; Martin *et al.*, 2004).

Sin embargo, no se observaron efectos de la suplementación con maíz, sobre el peso y la condición corporal, ya que también dichos parámetros en las cabras estuvieron por debajo que los de las cabras controles. Es posible que el grado de desnutrición haya sido un poco más severo y que el sustrato energético que se suministraba no fue directamente aprovechado para permitir mejorar la condición corporal de las hembras. Estos resultados contrastan con los obtenidos en ovejas subalimentadas con el 70% de sus requerimientos en energía en los últimos 2 meses de gestación. En este caso a las ovejas bien alimentadas se les proporcionó una suplementación con maíz que en conjunto aportaba el 110% de requerimientos en energía. Por lo que el peso y la condición corporal en esos animales fue significativamente mayor que en los animales subalimentados (Banchero *et al.*, 2006).

Por otra parte en un trabajo preliminar muy similar a la presente tesis se evaluó el efecto de la suplementación con maíz sobre el peso corporal, en cabras desnutridas y se obtuvieron resultados similares a los que se reportan aquí (Córtez, 2008).

En lo que respecta a los niveles de glucosa en sangre evaluados durante el día 116 hasta el día 142 de la gestación se obtuvo, que nuevamente las cabras controles tuvieron durante todo el periodo mayores niveles de glucosa que las desnutridas. Sin embargo a partir de la suplementación en los días 138, 140 y 142 de gestación los niveles de glucosa fueron mayores en las cabras suplementadas que en las desnutridas. Este resultado es evidencia de que la suplementación con maíz permite incrementar el sustrato para la lactogénesis como el que se ha reportado en ovejas (Mellor y Murray, 1985; Mellor *et al.*, 1987; Banchemo *et al.*, 2004 a y b).

Para la producción de la leche en los días 1 al 8 postparto sólo se midió indirectamente a través del peso corporal de los cabritos nacidos de los distintos grupos. En este trabajo se reporta que los cabritos provenientes de madres bien alimentadas tuvieron desde el día 3 de edad, mayor peso que los cabritos de las madres desnutridas y desnutridas más suplementación. Este resultado es similar al reportado en cabras bajo las mismas condiciones (Robledo, 2005). Por lo que tal parece que la suplementación energética a madres desnutridas no fue suficiente para mejorar el peso corporal de sus cabritos.

En lo que respecta a la calidad química del calostro y la leche se encontraron resultados muy inconsistentes a lo largo de los 8 días de medición, entre los distintos grupos. En primera instancia, se observó que la suplementación con maíz a cabras desnutridas no mejoró de manera significativa la calidad del calostro y leche. En el caso de los niveles de

lactosa, que era el nutriente esperado a que se mejorará, no se observaron efectos significativos, a pesar de que en los días 4 y 8 de lactancia el porcentaje fue mayor en las cabras suplementadas, no se encontraron diferencias estadísticas. En lo que respecta a proteína se observa que el porcentaje fue afectado más por el tiempo de la lactancia que por el grupo. De esta manera se observa que los niveles de proteína disminuyeron significativamente a medida de que la fecha postparto se alejaba.

El resultado que si se puede observar de manera consistente es que en la proteína, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos, los niveles fueron mayores para las cabras controles que para las suplementadas y las desnutridas. Estos resultados son similares a los que reporta Cortez (2008), al menos para el día 1 que es calostro. Sin embargo contrasta con lo obtenido por Banchemo *et al.*, (2004 a y b), en donde la suplementación energética si mejoró los niveles de glucosa y proteína en las primeras 6 horas post-parto en ovejas.

IX. CONCLUSIONES

- 1.- La suplementación con maíz en los últimos días de gestación no mejora el peso ni la condición corporal en cabras desnutridas desde la segunda mitad de gestación.
- 2.- La suplementación con maíz si incrementa de manera significativa el sustrato glucosa en la sangre, lo que permite concluir que se mejora el proceso de lactogénesis en cabras desnutridas.
- 3.- Aparentemente la suplementación con maíz al final de la gestación no mejora el peso corporal de cabritos nacidos de madres desnutridas, durante los primeros 8 días de edad, por lo que posiblemente sea necesario encontrar una metodología más exacta que permita medir la cantidad de la leche producida por las cabras, para evaluar si la suplementación energética afecta esta medida.
- 4.- La suplementación energética con maíz en los últimos días de gestación, a cabras desnutridas no mejora la calidad del calostro y la leche en los primeros 8 días de lactancia.

X. BIBLIOGRAFÍA

Acosta S. 2009. Principios de nutrición y manejo de la alimentación en ganado caprino productor de leche. Memorias Primer Encuentro de Empresas Sociales de Caprinocultores de México (EESCAM). México.

AFRC. 1998. The nutrition of goats. New York: CAB International.

Aisen, E. 2004. Reproducción ovina y caprina. Primera Edición. Editorial Intermédica. Argentina. 11-23.

Albanell, E., Peris, S., Roval, M., Caja, G., Such, X. Análisis de leche de cabra mediante técnica de espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano. España, 20 (1): 161-163.

Álvarez, S., Capote, J. y Fresno, M. 2004. Influencia de la alimentación en la calidad de la leche de cabra. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. La cabra: 9. 16-19.

Arias, M., Alonso, A. y Molina, M. 2007. Efecto de la suplementación estratégica sobre la fertilidad de las cabras en dos estaciones de parición en el norte de Córdoba, Argentina. Sitio Argentino de Producción Animal. Perú. 1-3.

Arbiza, S. 1986. Producción de Caprinos. Primera Edición. A.G.T. Editor. México. 3-5, 31-40.

Aréchiga, C., Aguilera, J., Rincón, R., Méndez de Lara, S., Bañuelos, V., C.A. y Meza-Herrera, C. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. Universidad Autónoma de Yucatán. México 9:1. 1-14

Banchero, G., Perez, R., Bencini, R., Lindsay, D.R., Milton, J.T. y Martin, G.B. 2006. Endocrine and metabolic factors involved in the effect of nutrition on the production of colostrum in female sheep. *Reprod. Nutr. Development*. 46:1-15.

Banchero, G., Quintans, G., Martin, G.B., Lindsay, D.R. y Milton, J.T. 2004. Nutrition and colostrum production in sheep. 1. Metabolic and hormonal responses to a high-energy supplement in the final stage of pregnancy. *Reproduction Fertility and Development*. 16:633-643.

Banchero, G., Quintans, G., Martin, G., Milton, J. T. B and Lindsay D. R. 2004b. Nutrition and colostrum production in sheep. 2. Metabolic and hormonal responses to different energy sources in the final stages of pregnancy. *Reproduction, Fertility, and Development* 16: 645-653.

Buxade, C. 1996. *Producción Caprina*. Mundi Prensa. España.

Cortez, M. 2008. Evaluación de los efectos de la suplementación con maíz, en los últimos quince días de gestación, sobre los niveles de progesterona, glucosa y calidad de calostro en cabras desnutridas. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México.

Chacón, V. A. 2005. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. Agronomía Mesoamericana Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 02: 239-252.

Ducoing, A. 2006. Introducción a la caprinocultura. UNAM. México. 1-6.

Faulkner, A., Thomson, E.M. y Bassett, J.M. 1980. Cold exposure and mammary glucose metabolism in the lactating goat. Br. J. Nutr. 163

Foss Electric (1993). Application Guide Milko-Scan 130 Series. Foss Electric Slangerupgad. DK 3400 Hillerod.

Gallegos, S.J., Germán, A. y Camacho, R.J. 2005. La cabra. Manual del participante. Secretaria de la Reforma Agraria. México.

Galina, C. y Valencia, J. 2006. Reproducción en animales domésticos. Segunda edición. Editorial Limusa. México.522.

Galina, M. 1992. Caprinotecnia. UNAM. FES-Cuautitlán. México

Galina, M. y Guerrero, M. 2006. Enfermedades de las Cabras y las Ovejas. Quinta Impresión. UNAM FES-Cuautitlán. México.

Haenlein, G. 2002. Overview of many factors that can have major or minor effects on the goal of improving milk and meat production of goats. [Feeding Goats for Improved Milk and Meat Production](#).

Hernández, Z.J. 2000. La caprinocultura en el marco de la ganadería poblana (México) Contribución de la Especie Caprina y sistemas de producción. Arch. Zootec. 49: 341-352.

Herselman, M., Sahl, S. y Hart, P. A. 1998. Energy Expenditure by Dry and Lactating Alpine Does Estimated by Entry Rate of Carbon Dioxide. Journal Dairy Sci. 81:2469–2474.

Jarrigue, R. 1990. Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. Ediciones Mundi Prensa. España. 20-27

Jimeno, V., Rebollar, G. y Castro, T. 2003. Nutrición y alimentación del caprino de leche en sistemas intensivos de explotación. XIX Curso de Especialización FEDNA. España. 6

MacDonald, P. y Edward, R. A. 2002. Nutrición animal. Editorial Acribia. España 331-333.

MacDonald, P., Edward, R. A., Greenhalgh, J.F. y Morgan, C.A. 2006. Nutrición animal. Sexta Edición. Editorial Acribia. España. 131

Martin, G., Rodger, J., Blache, D. 2004. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. *Reprod Fertil Dev.*;16(4):491-501

Matthew, H. y Luginbuh, J. 2002. Improving Meat Goat Nutrition with Forages and Supplementation. *Ruminant Nutrition.* 11-20

Mellado, M. 1991. Producción de caprinos en pastoreo. Universidad Nacional Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila. México. 105-113

Mellado, M. y Pastor, F. 2006. Aborto Infeccioso en caprinos. *Ciencia Animal Brasileira.* 7: 2. 167-175.

Mellor, D.J., and Murray, L. 1985. Effects of maternal nutrition on udder development during late pregnancy and on colostrum production in Scottish Blackface ewes with twin lambs. *Res Vet Sci,* 39: 230–234.

Mellor, D.J., Flint, D.J., Vernon, R.G. and Forsyth, I.A. 1987. Relationships between plasma hormone concentrations, udder development and the production of early mammary secretions in twin-bearing ewes on different planes of nutrition. *Q J Exp Physiol,* 72: 345–356.

Merlos, B., Martínez, R., Torres, H., Mastache, L. y Gallegos, S. 2008. Evaluación de características productivas en cabritos Boer x local, Nubia x local y locales en el trópico seco de Guerrero, México. *Vet. Méx.*39:3. México.323-333

NRC. 1981. Nutrient requirements of goats. Washington, DC: National Academy of Sciences.

Oliszewski, R., Rabasa, A., Fernández, J., Poli, M. y Núñez, M. 2002. Composición química y rendimiento quesero de la leche de cabra Criolla Serrana del noroeste argentino. *Zootecnia Trop.* 20:2.179-189

Palma, G.J. 1995. Factores que influyen en la producción lechera de un hato caprino en el semiárido mexicano. Doctorado. Universidad de Colima. México. 16

Pond, W.G. y Church, D.C. 2002. Fundamentos de nutrición y alimentación de los animales. Editorial Limusa. México. 436

Pond, W.G. y Pond K.R. 2006- Introducción a la ciencia animal. Editorial Aribia. España. 58-51

Quiles, A. y Hevia, M.L. 2007. Propiedades organolépticas y nutricionales de la leche de cabra. Editorial Agrícola Española. *Agricultura revista agropecuaria*, ISSN: 0002-1334 Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Biblioteca Virtual, agricultura, agronomía, sector agrario. 600-603.

Ramírez, A., Vega y León, S., Gutiérrez, T. y Pérez, F. 2004. Avances en la Investigación de las Características Físicoquímicas y de Composición de la Leche Cruda. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. México.

Ramírez-Bribiesca, J.E., Tórtora, J.L., Hernández, L.M. y Huerta, M. 2001. Main causes of mortalities in dairy goat kids from the Mexican plateau *Small Ruminant Research*. 41:77-80

Reichardt, W., Krauss, M., Gernand, U., Klauke, G. and Grau, W. (1995). The quantitative determination of the protein content of milk by means of violet spectral photometry. [Nahrung](#). 39(2) 48

Robinson, J., Sinclair, K. y Mcevoy, T. 1999. Nutritional effects on foetal growth. *Animal Science*. 68:315-331.

Robledo, V. 2005. Estudios de los efectos de la desnutrición durante la gestación sobre las relaciones madre-cría en cabras Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, Querétaro.

Ruckebusch, Y., Philippe, L., y DunLop, R. 1994. Fisiología en pequeñas y grandes especies. Editorial El Manual Moderno. México. 733

Sahlu, T., Hart, S.P., Le-Trong, T., Jia, Z., Dawson, L., Gipson, T. y Tehe, T.H. 1995. Influence of Prepartum Protein and Energy Concentrations for Dairy Goats During Pregnancy and Early Lactation. *Journal of Dairy Science*.78:378-387.

Sánchez, C., García, M. y Álvarez, M., 2003. Efecto de la suplementación alimenticia sobre el comportamiento productivo de cabras al postparto en la microregión Río Tocuyo, estado Lara. *Zootecnia Tropical*, 21:1.43-55.

Santos, A. 1987. Leche y sus derivados. Editorial Trillas. México 224.

Santucci, P. y Maestrini, O. 1985. Body conditions of dairy goats in extensive systems of production: method of estimation. *Ann Zootech.* 34: 473-474.

Stark, B. 1989. Producción Comercial de Cabras. España.

Torres-Acosta, J., Aguilar-Caballero, A., Williams, J. y Ortega-Pacheco, A. 2001. Tasa de mortalidad verdadera por estrato de edad y causa de muerte en un rebaño de cabras criollas en el trópico subhúmedo de Yucatán, México. *Revista Biomedica.* 12:11-17.

Vargas, L. 2003. Análisis y Desarrollo del Sistema de Producción Agrosilvopastoril caprino para carne en Condiciones de Subsistencia de Puebla, México. Doctorado Universidad de Córdoba. España. 16-27, 69

Vega y León, S., Gutiérrez T.R., Díaz, G. G., González, L.M., Ramírez, A.A., Salas, M. J., Coronado, y González C. 2005. Leche de cabra: producción, composición y aptitud industrial. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. México.