



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**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**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

**P R E S E N T A:
ROSAURA CASILDA CORTEZ MAYA**

ASESOR: DRA. ANGÉLICA MARÍA TERRAZAS GARCÍA



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.

CRÉDITOS

Este trabajo fue realizado gracias al apoyo de:

1. Fondo Internacional para la Ciencia IFC – Suecia B/3872 – 1.
2. AI PAPIIT IN 217205.
3. A la Cátedra de Investigación de la FES Cuautitlán IN2 – 06 –07.
4. A la Universidad Nacional Autónoma de México.

DEDICATORIA

A mi Padre Dios:

Por brindarme tu amor y bondad todos los días de mi vida.

A la memoria de mi Madre:

Por creer en mi y brindarme tu apoyo hasta el último momento.

A mi Padre:

Por brindarme tu apoyo y comprensión, durante este tiempo.

A mis hermanas Sandra y Alma:

Por brindarme su comprensión, paciencia y cariño.

A mi sobrina Ixchel:

Por ser la alegría y la luz que ilumina mi vida.

A mi gordo:

Por el cariño incondicional y sincero que siempre me has dado.

AGRADECIMIENTOS

A mi *alma mater* la FES Cuautitlán:

Por abrirme las puertas de la enseñanza y conocimiento.

A la Dra. Angélica María Terrazas García:

Por brindarme su tiempo, paciencia y apoyo para la realización de esta Tesis.

A todos mis Profesores:

Por ser el pilar de mi formación, gracias por brindarme sus conocimientos; especialmente al Dr. Miguel Ángel Pérez Razo, Dr. Guillermo Oviedo Fernández y la M. en C. Hilda Sandoval Rivera.

Al Dr. Jorge Luis Rico Pérez:

Por ser mi guía y consejero durante mi formación; por estar conmigo en todo momento y por ser mi amigo.

A todos mis compañeros:

Por compartir conmigo el camino de formación en la Escuela.

A mis amigos Rocío, Sandra, Jorge, Alonso, Marcela, Rodrigo, Samuel, Eduardo, Alberto, Rubén, Felicitas, Maricel, Karla (†), Ignacio, Juan Carlos, Edgar, Cristina, David, Jesús, Israel, Carmen y Enrique:

Por compartir conmigo los mejores y malos momentos, por la amistad y la comprensión que me ofrecieron.

ÍNDICE

Resumen	1
Introducción	2
Justificación	4
Antecedentes	
1. Importancia de la producción caprina a nivel nacional.	5
2. Fisiología de la gestación en cabras.	9
3. Nutrición en las distintas etapas de gestación en cabras.	24
4. Estudios de suplementación sobre los niveles de progesterona, glucosa y calidad del calostro.	34
Objetivo	42
Hipótesis	42
Materiales y Métodos	43
Resultados	48
Discusión	53
Conclusiones	57
Bibliografía	58
Anexo 1. Evaluación de la condición corporal en cabras.	72
Anexo 2. Media y error estándar de las cabras gestantes a lo largo del experimento: peso, índice de masa corporal, medición de progesterona y glucosa; calidad de calostro y el peso de las crías al nacimiento.	74

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Población de ganado caprino en México (SIAP, 2007).	8
Tabla 2. Requerimientos nutricionales de las cabras incluye mantenimiento y condiciones estables de alimentación, mínima actividad y preñez (NRC, 1989).	27
Figura 1.- Peso corporal (media \pm error estándar) de cabras gestantes de los grupos control, desnutrido y suplementado.	48
Figura 2.- Índice de masa corporal (media \pm error estándar) de cabras gestantes de los grupos control y desnutrido.	49
Figura 3.- Condición corporal (media \pm error estándar) de cabras gestantes de los grupos control y desnutrido.	49
Figura 4.- Niveles de glucosa (media \pm error estándar) de cabras gestantes de los grupos control, desnutrido y suplementado.	50
Figura 5.- Niveles de progesterona (media \pm error estándar) de cabras gestantes de los grupos control y desnutrido.	51
Figura 6.- Calidad de calostro (media \pm error estándar) de cabras de los grupos control, desnutrido y suplementado.	51
Figura 7.- Peso de las crías al nacimiento (media \pm error estándar) de cabras de los grupos control, desnutrido y suplementado.	52

INTRODUCCIÓN

En cabras se ha observado que una mala nutrición durante los tres primeros meses de gestación no tiene efectos drásticos sobre el peso al nacimiento y sobre la viabilidad de las crías siempre y cuando los niveles de alimentación durante los dos últimos meses de gestación restauren el déficit previo de alimentación. Esto significa que se debe tener cuidado en no acortar los niveles de energía y proteína al final de la preñez, sobre todo en cabras que gestan 2 ó 3 fetos, (Morand-Fehr y Sauvant, 1978). Se ha observado que cabras con gestaciones gemelares necesitan un incremento en el nivel de energía en el último tercio de gestación para evitar que los pesos al nacimiento de las crías se vean disminuidos (Devendra y McLeroy, 1986; Morand-Fehr y Sauvant, 1978). Una inadecuada ingestión de nutrientes al final de la gestación se asocia con una reducida producción de leche y retardo en el crecimiento de la progenie, así como alargamiento del anestro posparto (Ferrell, 1991).

Mientras más avanzada es la gestación de la cabra, los requerimientos nutricionales van en aumento; sin embargo, el volumen de la ingesta disminuye; esto, como consecuencia del aumento del tamaño del útero, por lo que resulta necesario aumentar los requerimientos sin aumentar el volumen total (Morand-Fehr y Sauvant, 1978).

Aunque se ha demostrado que una reducción de nutrientes, en algunos casos puede no ocasionar disminución en la producción de leche, si ocasiona una pérdida de peso y de reservas corporales de la madre, sin embargo si estas pérdidas no son compensadas durante la crianza y el empadre, pueden reducir el desempeño reproductivo (Robinson, 1990 a; Robinson, 1982).

Por otra parte, la deficiencia de nutrientes específicamente durante la gestación, puede ocasionar daños en la madre y en sus crías; por ejemplo en ovejas se observa deterioro en la condición de la madre y bajo peso en las crías al nacimiento (Ressel *et al.*, 1967; Ressel *et al.*, 1977; Treacher, 1970).

La deficiencia de energía retrasa el peso del cabrito, el inicio a la pubertad, disminuye la fertilidad, deprime la producción de leche y disminuye la resistencia a infecciones y parásitos (Sánchez *et al.*, 2003).

Por otro lado, estudios recientes realizados por Banchemo *et al.*, (2004 a) demostraron que la suplementación energética en los últimos 8 días de gestación en ovejas, incrementó significativamente la producción de calostro, mejorando la sobrevivencia de las crías; proponen que la suplementación energética puede proveer de sustratos para la producción de glucosa y por lo tanto intensificar la síntesis de lactosa (Banchemo *et al.*, 2006; Banchemo *et al.*, 2004 a; Banchemo *et al.*, b).

En cabras también se ha observado que un incremento en el suministro de energía mejora la producción de leche (Morand-Fehr y Sauvant, 1978). En rumiantes, así como en monogástricos, la utilización de proteína es afectada por el suministro de energía. Tanto la energía como la proteína influyen sobre el desempeño reproductivo (Robinson *et al.*, 1999; Sachdeva *et al.*, 1973). Así pues puede considerarse que el primer factor nutricional limitante en el desempeño de las hembras es la energía y en segundo lugar la proteína.

En trabajos preliminares también se ha demostrado que una suplementación energética al final de la gestación en cabras desnutridas durante la segunda mitad de la gestación, mejora significativamente las relaciones madre-cría en el primer día postparto.

RESUMEN

En cabras se ha observado que una mala nutrición durante los tres primeros meses de gestación no tiene efectos drásticos sobre el peso al nacimiento y sobre la viabilidad de las crías siempre y cuando los niveles de alimentación durante los dos últimos meses de gestación restauren el déficit previo de alimentación. Esto significa que se debe tener cuidado en no acortar los niveles de energía y proteína al final de la preñez, sobre todo en cabras que gestan 2 ó 3 fetos.

La suplementación con maíz molido en los últimos 8 días de la gestación en ovejas incrementa la producción de calostro, de tal forma que el nivel de nutrición influye en la concentración plasmática de hormonas y de metabolitos que interfieren en la lactogénesis. El presente trabajo se realizó en el módulo de producción de caprinos y en el área de Postgrado de la FES-Cuautitlán y tuvo por objetivo evaluar la suplementación con maíz durante los últimos quince días antes del parto para determinar si afecta los niveles de progesterona, glucosa y calidad de calostro en cabras desnutridas durante la gestación.

Se utilizaron 70 cabras de la raza Alpino Francesa multíparas de entre 3 y 5 años de edad. Los animales se mantuvieron todo el tiempo bajo condiciones de estabulación y fueron sometidas a manejo reproductivo. Los animales se asignaron a tres grupos experimentales: A) Grupo control, con una dieta que cubrió el 100 % de sus requerimientos nutricionales; B) Grupo desnutrido, se limitaron sus requerimientos de energía y proteína al 70 %; y C) Grupo desnutrido + Suplementación energética, sus requerimientos se limitaron igual que el grupo desnutrido, pero a partir del día 135 de la gestación y hasta el parto se les administró una suplementación con maíz molido. A lo largo del experimento a los animales se les determinó peso, condición corporal e índice de masa corporal, así mismo se tomaron muestras para la determinación de los niveles de glucosa y progesterona. Al parto las crías fueron pesadas y se recolectaron muestras de calostro para determinar los porcentajes de proteína, grasa, lactosa, temperatura, densidad, sólidos no grasos (SNF) y sólidos totales.

De manera general se encontró que la desnutrición deterioró el peso corporal, el índice de masa corporal y los niveles de glucosa. Mientras que la suplementación en las cabras desnutridas tuvo solo una ligera mejora en los niveles de glucosa. Los niveles de progesterona no fueron afectados por la desnutrición y no se pudieron observar los efectos de la suplementación. Finalmente los componentes del calostro tampoco fueron afectados por la desnutrición, sin embargo se observó una ligera mejora en los niveles de lactosa debido a la suplementación.

1. IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN CAPRINA A NIVEL NACIONAL

La mayoría de los investigadores estiman que los caprinos fueron de los primeros animales en ser domesticados por el hombre hace unos 10, 000 años (Centro de Estudios Agropecuarios, 2001; Scanes, 2003). Su origen se localiza en las altas mesetas asiáticas, desde la actual Turquía hasta el Tibet. La propagación de la cabra doméstica en el mundo parece haberse efectuado con rapidez, que quizás tan solo demoró dos milenios, entre los años 4,000 y 3,000 época en la que la especie ya era conocida en toda Europa, África y Asia (Arbiza, 1986).

Con la llegada de los españoles las cabras fueron introducidas primeramente en el Caribe y más tarde al continente Americano, alrededor del siglo XVI. Los portugueses por su parte, también trajeron animales caprinos, siendo posible que algunos hayan sido traídos de África durante el período del comercio de esclavos (Centro de Estudios Agropecuarios, 2001).

Gracias a su rusticidad, tiene una gran importancia social y económica por que permite la producción animal en zonas donde otras especies no pueden sobrevivir. Los caprinos son utilizados principalmente para la producción de carne, sin embargo, en algunas regiones produce también leche, pelo y piel (Galina *et al.*, 1991).

La ganadería caprina en México representa una alternativa para la alimentación humana por sus múltiples ventajas: bajos costos de inversión inicial, poco espacio para su explotación, capacidad de aprovechar alimento que otras especies no pueden utilizar, gran aptitud para la producción láctea y altos índices de fertilidad y reproducción (Mayen, 1989).

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. Con el fin de ordenar así como facilitar el análisis, interpretación, el diagnóstico y la estrategia de las políticas de desarrollo, se ha propuesto un esquema que divide los sistemas en tres estratos principales, con características más o menos definidas e interconectadas dinámicamente entre sí (Galina y Guerrero, 2006).

Los sistemas intensivos se refieren a aquellas explotaciones en donde se utilizan cabras de alto valor genético, para la producción de leche, las cuales son alimentadas con dietas a base de forrajes de alta calidad y alimentos concentrados; o bien, a base de praderas irrigadas y fertilizadas (Mellado, 1991). Estas explotaciones presentan instalaciones requeridas para la producción intensiva de leche, producción de ganado fino para la recría y de cabrito para abasto como ingreso marginal (Galina y Guerrero, 2006). Las prácticas de manejo necesarias para la producción es eficiente. Este tipo de explotaciones se localizan principalmente en la Laguna, el Bajío y Nuevo León (Mellado, 1991).

Los sistemas semintensivos están representados por áreas más o menos extensas, distribuidas en el altiplano y la costa del Pacífico norte, predominantemente agrícolas, con una regular precipitación pluvial, buena disponibilidad de forrajes cultivados o silvestres (Galina y Guerrero, 2006). Este sistema se caracteriza por la combinación entre el pastoreo de praderas, ramoneo y suplementación de regular calidad con granos y forraje, cuentan con instalaciones de tipo rústico (INIA, 2007). El ganado es mestizo con buenos niveles de producción y rusticidad, se tienen en práctica los programas sanitarios. Los productos principales son la leche, y en forma casi equivalente el cabrito de abasto (Galina y Guerrero, 2006).

El sistema extensivo es practicado en la mayor parte del territorio nacional (INIA, 2007), está localizado mayoritariamente en las zonas áridas, semiáridas o en el trópico seco con una vegetación predominantemente arbustiva, con gran escasez de fuentes de aprovisionamiento de agua. Se encuentra mayoritariamente ganado caprino con diferentes grados de mestizaje adaptado a las variadas condiciones del medio ambiente (Galina y Guerrero, 2006). Dichos sistemas presentan como común denominador una gran extensión

de terreno por unidad animal, bajos niveles de inversión, instalaciones rústicas y de deficiente diseño, y tecnologías tradicionalistas. Lo anterior se refleja en una tasa alta de animales improductivos y una alta tasa de mortalidad, lo que conduce a una tasa de extracción de carne y leche muy inferior al potencial de estos animales (Mellado, 1991). El principal producto es la carne de cabrito en el norte del país y de ganado adulto en el sur y eventualmente la leche (Galina y Guerrero, 2006).

La caprinocultura en México, al igual que todos los países en condiciones similares de desarrollo no es considerada como una actividad económica formal y rentable. A pesar de la gran importancia que reviste poseer cabras como patrimonio y activo familiar, la actividad caprina a nivel empresarial apenas está surgiendo en nuestro país con escasos pero relevantes ejemplos de compromiso de inversión y dedicación (Gurría, 2004).

México cuenta con una población caprina de 8,870, 312 cabezas según datos preliminares del Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2007), su distribución en el territorio nacional se muestra en la tabla 1. La falta de organización del sector es quizá, uno de los vacíos fundamentales para que la caprinocultura sea tomada en cuenta como una actividad económica rentable y con posibilidades de adquirir elementos de formalidad que lo conviertan en un buen destino de inversión (Gurría, 2004).

Tabla 1. Población de ganado caprino en México.

ESTADO	2001	2002	2003	2004 ^{1/}	2005 ^{1/}
Aguascalientes	23,692	27,584	25,000	27,553	20,375
Baja California	27,759	24,802	18,847	22,641	20,398
Baja California Sur	101,968	92,759	96,533	112,166	113,056
Campeche	2,093	3,155	3,614	4,692	4,835
Coahuila	591,645	780,940	628,265	649,194	615,623
Colima	11,071	11,071	11,086	11,188	11,307
Chiapas	4,353	4,887	4,387	5,373	5,359
Chihuahua	205,478	206,879	234,712	215,722	236,480
Distrito Federal	500	307	N.S	0	64
Durango	311,359	322,015	335,761	340,321	332,136
Guanajuato	481,795	462,754	470,254	495,850	506,473
Guerrero	605,514	689,903	699,276	687,136	672,757
Hidalgo	298,485	301,640	295,651	276,209	269,780
Jalisco	279,570	287,232	285,593	275,016	261,771
México	178,256	176,315	137,595	138,289	129,937
Michoacán	475,697	481,623	477,943	453,547	456,817
Morelos	32,337	39,173	31,732	32,201	32,883
Nayarit	137,855	153,810	151,686	152,546	160,228
Nuevo León	375,000	369,878	373,452	362,829	363,269
Oaxaca	1,115,725	1,115,725	1,123,535	1,146,843	1,154,964
Puebla	1,487,136	1,487,136	1,489,531	1,374,426	1,392,177
Querétaro	96,706	96,706	96,258	95,326	97,587
Quintana Roo	3,212	3,212	2,907	3,458	3,902
San Luis Potosí	699,790	699,790	698,045	711,480	729,612
Sinaloa	158,169	158,169	163,277	163,624	160,249
Sonora	47,202	47,202	50,466	45,988	36,250
Tabasco	N.S	N.S	N.S	0	
Tamaulipas	242,304	242,304	276,730	276,664	272,989
Tlaxcala	85,596	85,596	98,484	105,904	110,974
Veracruz	201,078	201,087	201,737	132,406	147,986
Yucatán	300	300	150	140	69
Zacatecas	556,441	556,441	509,245	542,832	550,005
TOTAL NACIONAL	8,701,861	9,130,350	8,991,752	8,852,564	8,870,312
Región Lagunera	223,828	235,019	176,042	199,412	189,100
Laguna Coahuila	234,443	241,475	255,547	258,063	251,856
Laguna Durango	367,817	545,921	452,223	449,782	426,523
Coahuila Delegación	76,916	80,540	80,214	82,258	80,280
Durango Delegación					

1/ CIFRA PRELIMINAR N.S. DATO NO SIGNIFICATIVO

FUENTE: ELABORADO POR EL SERVICIO DE INFORMACIÓN Y ESTADÍSTICA AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (SIAP, 2007), CON INFORMACIÓN DE LAS DELAGACIONES DE LA SAGARPA.

2. FISIOLÓGÍA DE LA GESTACIÓN EN CABRAS

A) Ciclo estral

La función reproductiva en cabras y ovejas se manifiesta a través de un ciclo de actividad ovárica anual, que comprende dos períodos más o menos marcados, según sea la latitud donde estas especies se han desarrollado: la estación de la actividad sexual o época de apareamiento y la estación de anestro o de contraestación (Aisen, 2004). Las cabras originarias de latitudes templadas ($>35^\circ$) presentan una marcada estacionalidad en su actividad sexual. En las cabras Alpinas y Saanen, la actividad sexual determinada por el estro y las ovulaciones, inicia en Septiembre y finaliza en Febrero (Delgadillo, 2005). En las cabras locales del subtrópico mexicano y en particular las de la comarca Lagunera, la actividad reproductiva inicia en Agosto y termina en Febrero (Galina y Valencia, 2006). El ciclo estral se refiere a todos los cambios hormonales, anatómicos y conductuales que suceden entre el inicio o el final de un celo y el inicio o final del otro. En la cabra este ciclo es en promedio de 21 días (Galina y Valencia, 2006). El ciclo consiste de cuatro fases:

- El proestro dura entre 2-5 días. Comienza cuando la concentración de los niveles plasmáticos de progesterona disminuyen por de bajo de 1 ng/ml como consecuencia de la acción de las prostaglandinas uterinas ($\text{PGF}_{2\alpha}$ natural, o inyección de sus análogos) provocando la lúteolisis. En esta fase los folículos ováricos son reclutados para la ovulación, siguiendo un proceso de selección (Aisen, 2004).
- El estro, período en el cual la hembra acepta ser montada por el macho, dura en promedio 24 horas (12-73 horas). La ovulación ocurre de 30 a 36 horas después de iniciado el estro (Galina y Valencia, 2006), por la descarga preovulatoria de la hormona luteinizante (Aisen, 2004). Cuando la vaca y la cabra se encuentran en estro se muestran agitadas, vocalizan y se congregan con las otras hembras que se encuentran en estro o proestro, para tener una "actividad sexual en grupo" (Blockey, 1978). Dentro de este grupo las hembras muestran un comportamiento de cortejo y montas recíprocas entre ellas, de tal manera que esta actividad atrae al toro y macho

cabrío (Blockey, 1978, Geary y Reeves, 1992; Shearer y Katz, 2006; Fabre-Nys y Gelez, 2007). Además es posible que la cabra se encuentre inquieta, agite la cola de manera constante y rápida, se reduzca el apetito y la producción de leche. La vulva está edematosa y es evidente una secreción de moco por la vagina (Hafez y Hafez, 2002).

- El metaestro se inicia después de la ovulación, cuando el folículo de De Graaf se llena de un coágulo de sangre y forma el cuerpo hemorrágico. Por la influencia de la LH las células de la granulosa del folículo roto proliferan en células luteínicas formando un cuerpo amarillo sólido, el cuerpo lúteo (Salamon, 1990).
- El diestro es la fase más extensa del ciclo estral y se caracteriza por la secreción de progesterona sintetizada de un cuerpo lúteo funcional. El nivel de progesterona en el torrente sanguíneo alcanza su máximo después de 6 días y permanece alto durante la gestación, en caso de que el animal haya concebido, sino fue así transcurridos 13-14 días, el cuerpo lúteo disminuye su tamaño, empalidece (cuerpo albicans) y comienza a descender la secreción de progesterona (Salamon, 1990).

B) Gestación

La gestación es la serie de fenómenos que se inician desde la fertilización del óvulo y terminan con el parto, expulsión del feto y sus membranas. El estudio de la gestación implica muchas disciplinas. La embriología sigue el desarrollo del cigoto hasta llegar a término; la anatomía, examina las estructuras de la placenta; la bioquímica y la endocrinología, consideran los mecanismos neurohormonales; la genética celular escrutina los cromosomas y la inmunología estudia antígenos y anticuerpos. La fisiología se presta de estos campos especializados para presentar un cuadro conciso e integrado de la gestación (Ruckebusch *et al.*, 1994). Los cambios en estructuras, distribuciones y funciones se consideran en tres periodos:

1. Blastogénesis

Dado que el tiempo de supervivencia del óvulo (10-15 horas) y del espermatozoide (24-48 horas) es relativamente corto, la fertilización depende principalmente del transporte sincronizado de los gametos en el canal reproductivo de la cabra (Mellado, 1991). Durante la inseminación natural en la oveja y en la cabra, el semen se deposita en la vagina anterior. Del gran número de espermatozoides depositados en la vagina, sólo una pequeña proporción pasa por el cérvix y de aquí al útero y oviductos (Salamon, 1990).

El lugar de la fecundación es la ampulla, una región ancha del oviducto. Después de la ovulación el óvulo es empujado hacia la ampulla del oviducto, por la acción de los cilios existentes en la parte inferior del infundíbulo y la pared del oviducto. Cuando los espermatozoides se encuentran con el óvulo, su cabeza penetra por la zona pelúcida, que rodea el óvulo. Esta penetración está favorecida por enzimas, liberadas a través de la zona citada, y por los movimientos que en forma de látigo tiene la cola del espermatozoide (Salamon, 1990).

La fecundación es posible si ocurren previamente cambios en el ovocito y en el espermatozoide. El ovocito al momento de la fecundación debe de estar maduro y en arresto meiótico (profase II detenida), el espermatozoide debe ser motil y estar capacitado al momento de contactar con el óvulo (Aisen, 2004). La fecundación es la fusión del óvulo y un espermatozoide, lo que da a lugar a la formación de una célula diploide, esta nueva célula recibe el nombre de embrión o cigoto. El sexo de las crías se establece en el momento de la fecundación según exista un cromosoma complementario Y (macho) o X (hembra), (Salamon, 1990).

El tiempo que los embriones pasan en el oviducto permite al útero prepararse para la función nutricional que debe ejercer una vez que el embrión resida en él. Se cree que la rapidez con que el embrión en desarrollo se desplaza por el oviducto y llega al útero, depende de la madre y es controlada por factores que influyen en el funcionamiento muscular del istmo, como el sistema adrenérgico local que puede ser influido por

estrógenos y progesterona (Hafez, 1996). El cigoto o embrión se mueve hacia la parte inferior del oviducto, esto es hacia el útero y al mismo tiempo comienza la división celular. En la mayoría de las especies deja el oviducto y llega al útero 3 a 5 días después de la fertilización (Ruckebusch *et al.*, 1994).

En el útero se divide a blastómeras hasta que éstas son demasiado numerosas para contarlas y forman la mórula (9 a 16 blastómeras), (Ruckebusch *et al.*, 1994). Conforme aumenta el número de células en la mórula, las blastómeras van a mostrar una diferenciación en dos grupos: hacia el centro se observa el embrioblasto o masa celular interna y en la periferia se localiza el trofoblasto o masa celular externa, (Appendini, 1998; Colección Cursos Superiores, 1998) en la cabra y en la oveja ocurre en los 6 – 7 días post – ovulación (Colección Cursos Superiores, 1998). En este momento las blastómeras se aplanan entre sí para formar un embrión redondo y los componentes celulares internos, además las microvellosidades superficiales se disponen asimétricamente en un proceso que recibe el nombre de polarización. Los procesos combinados de aplastamiento de las blastómeras y polarización se conocen como compactación (Hafez, 1996).

El desarrollo de uniones intercelulares estrechas de la mórula durante la compactación es seguido de la acumulación de líquido en la cavidad central, formando el blastocele. La acumulación de líquido en el blastocele proviene del movimiento de agua, que resulta del metabolismo mitocondrial, seguido de la localización de las bombas de Na^+/K^+ activas en la membrana basal del trofoectodermo (Hafez, 1996). La formación del blastocele ocasiona que las células del embrioblasto se desplacen hacia un polo y las células del trofoblasto se aplanen y formen una pared epitelial. De esta manera el complejo de células adquiere una forma similar a una vesícula denominándose blástula o blastocisto (Appendini, 1998).

La migración intrauterina y el espaciado equidistante entre embriones son esenciales para la supervivencia del producto en especies con camadas de más de una cría. Al parecer los procesos de migración y espaciado son modulados por contracciones peristálticas del miometrio estimuladas por el embrión en desarrollo (Colección Cursos Superiores, 1998;

Hafez, 1996). Según McDonald (1991) la migración intrauterina de embriones es común en cabras y en el caso de gestaciones de gemelos, triates o cuádruples sirve al propósito de una mejor distribución de los fetos y utilización del medio uterino.

2. Embriogénesis o período embrionario

El blastocisto está formado por el embrioblasto, el trofoblasto y el blastocele; con la formación del blastocisto termina la segmentación y se inicia la siguiente etapa denominada gastrulación (Appendini, 1998). Debido a la expansión del blastocisto y de la acción de una proteasa uterina la zona pelúcida acelular se rompe en un proceso llamado anidación (Ruckebusch *et al.*, 1994), o sea la penetración a la pared endometrial (Appendini, 1998).

La implantación es el contacto duradero entre el trofoblasto embrionario y el epitelio endometrial de la madre, como proceso gradual se completa en casi dos semanas en cerdos y pequeños rumiantes (Ruckebusch *et al.*, 1994). En animales domésticos la implantación es superficial y no invasiva (King *et al.*, 1982) y en ella participan fases de aposición y adhesión de las células epiteliales trofoblásticas y uterinas. En la fijación placentaria de los rumiantes intervienen tanto las zonas carunculares como las intercarunculares. Primero ocurre una fijación transitoria cuando los trofoblastos de vaca y oveja desarrollan vellosidades digitiformes (papilas), las cuales se proyectan en la luz de glándulas uterinas, constituyen un anclaje y una estructura absorbente temporal. La pérdida de microvellosidades en la superficie trofoblástica permite un estrecho contacto superficial con las microvellosidades del epitelio uterino, este último se comprime contra la superficie del trofoblasto de modo que se entrelaza con las proyecciones citoplasmáticas aquí presentes hasta que vuelvan a desarrollarse microvellosidades trofoblásticas, creando una fijación más compleja (Colección Cursos Superiores, 1998).

La gastrulación es un conjunto de procesos morfogenéticos que ocurren en el embrión, que dan como resultado la formación de hojas blastodérmicas. Este fenómeno se inicia cuando el embrioblasto se divide en dos capas de células: una se localiza hacia el blastocele y se denomina endodermo, la otra capa se localiza hacia la parte externa y se

denomina ectodermo; cuando las dos capas de células se han formado el embrioblasto se denomina embrión bilaminar (Appendini, 1998). Sobre el ectodermo del embrión ocurre una diferenciación celular formada por la proliferación celular, las cuales se invaginan y forman la línea primitiva; la línea continúa su desarrollo y se forma en un extremo un abultamiento denominado nodo primitivo o de Hensen y conforme continúa el desarrollo la línea se hace más evidente y profunda, denominándose surco primitivo. Simultáneamente el embrión sufre un alargamiento. A partir del surco primitivo migran células que se colocan entre el ectodermo y endodermo originándose una hoja blastodérmica denomina mesodermo y el embrión bilaminar se transforma en un embrión trilaminar elongado (Appendini, 1998). La capa mesodérmica se separa y se combinará ectodermo para formar el corión, y con el endodermo para formar el saco vitelino. El mesodermo también contribuirá a la formación del amnios y alantoides. Estas membranas ayudan a proporcionar al embrión un medio de fijación y de nutrición a partir de la madre (Colección Cursos Superiores, 1998).

Con el objeto de garantizar la protección y nutrición del embrión, que a partir de la gástrula entra en una etapa decisiva de organogénesis y crecimiento, se forman unas membranas más o menos adyacentes al cuerpo del embrión y quedando tanto las membranas como el embrión en un saco embrionario (Appendini, 1998).

Organogénesis

La organogénesis consiste en el establecimiento de órganos rudimentarios a través de la interacción de las hojas germinales. Suele iniciarse cuando las células se mantienen indiferenciadas todavía. Los órganos aparecen primero como un esbozo de su forma general y posteriormente se modelan y adquieren su forma con detalle mediante procesos de invaginación, evaginación, formación de mamelones o bolsas huecas (Hafez y Dyer, 1972).

Las células procedentes de cada una de las tres hojas germinales se reúnen para formar masas celulares primarias que se transformarán por último a órganos especializados.

La hoja más interna (endodermo) forma la mucosa que recubre el interior del intestino, sus glándulas y la vejiga. La hoja más externa (ectodermo) forma el canal medio dorsal a lo largo del eje anteroposterior del blastocisto en una fase bastante avanzada del desarrollo. Este canal alargado de ectodermo neural da origen posteriormente al encéfalo, médula espinal y otros órganos derivados del sistema nervioso. Las células ectodérmicas que aparecen a los lados del ectodermo neural se transforman en la piel y sus anexos, tales como glándula mamaria, pelo y pezuñas. La hoja mesodérmica da origen a los músculos, huesos, tejidos conjuntivos y sistemas vasculares (Hafez y Dyer, 1972).

La mayoría de los órganos no son funcionales cuando surgen inicialmente en el embrión. Las estructuras embrionarias comienzan a funcionar una vez alcanzada una diferenciación ulterior. Las fases de diferenciación celular, en la que los tejidos fetales adquieren sus características definitivas se denominan, histogénesis (Hafez y Dyer, 1972).

3. Crecimiento fetal

Después de iniciarse la organogénesis aparece un período durante el cual se aprecia un aumento rápido en el tamaño de los órganos. Este aumento en las dimensiones, consecuencia de la proliferación celular y aumento del tamaño de las células constituye el proceso de crecimiento (Hafez y Dyer, 1972). El crecimiento del feto y de sus anexos está bastante bien estudiado en la vaca (Ferrell, *et al.*, 1976) y en la oveja (Wallace, 1978; Langlands y Suthertland, 1968; Rattray *et al.*, 1974 y Robinson *et al.*, 1977). En estas dos especies el crecimiento del feto es muy lento durante los dos primeros tercios de la gestación hasta el punto que se le puede despreciar a la hora de estimar las necesidades nutricionales de la madre (Jarrige, 1981).

El feto y las membranas fetales crecen a diferentes tasas. Las membranas fetales crecen más rápido al inicio de la gestación, mientras que el feto permanece estable en tamaño. Se presenta una exagerada acumulación de fluidos relativos durante la primera mitad de la gestación. La acumulación de fluidos y el crecimiento de las membranas requieren menos energía que el crecimiento del feto. Durante la segunda mitad de la

gestación, los requerimientos de energía se incrementan tremendamente por que ésta es la etapa en la cual el feto realiza su mayor crecimiento (McDonald, 1991).

La pared uterina realiza una lenta pero consistente ganancia de peso a lo largo de la gestación. El retraso de la tasa de crecimiento del feto es probable por que debe esperar la placentación antes de que pueda ocurrir una transferencia suficiente de nutrientes (McDonald, 1991). En realidad no se puede considerar el crecimiento del feto como una simple deposición de proteína, grasa y minerales análoga a lo que se efectúa en los tejidos maternos. Este crecimiento es resultado de metabolismo propio del feto a partir de los elementos que extrae de la sangre materna como son: oxígeno, agua, glucosa, aminoácidos, minerales, vitaminas. El feto es un ser viviente con sus gastos de conservación y de crecimiento (Jarrige, 1981).

Reconocimiento materno de la preñez

El período crítico en que el producto debe indicar su presencia para permitir el establecimiento de la gestación se denomina reconocimiento materno de la preñez (Colección Cursos Superiores, 1998), el cual es un mecanismo de interacción de señales antiluteolíticas (Aisen, 2004) El trofoblasto caprino secreta la proteína llamada trofoblastina o c TP-1 (Gnatek *et al.*, 1989), la cual es secretada entre los días 16 – 21 de gestación (Bazer *et al.*, 1991). Esta proteína embrionaria tiene características antiluteolíticas muy marcadas, basadas en la inhibición de la síntesis de oxitocina en las células luteínicas grandes (Engelhardt y Breves, 2005). El embrión caprino produce una proteína denominada interferón tau caprino (cIFN τ), que provoca el reconocimiento de la preñez, el cual es secretado entre los días 14 – 21 de la gestación. En esta especie también se han reconocido dos proteínas mas con características similares al INF τ (Aisen, 2004).

El mecanismo antiluteolítico del INF τ se produce debido a: a) estabiliza los receptores de progesterona (P4) y los aumenta progresivamente, b) impide la síntesis endometrial de los receptores de estrógenos (E2), c) inhibe la síntesis de los receptores de oxitocina y d) inhibe la liberación pulsátil de PGF $_{2\alpha}$ inducida por oxitocina. También

promueve la síntesis de proteínas esenciales para la supervivencia del embrión por parte de las glándulas uterinas y posee acción antiviral e inmunosupresora (Aisen, 2004).

El factor temprano de la preñez (EPF) es secretado por el cuerpo lúteo (CL) gestacional. Tiene una acción inmunosupresora de la actividad linfocitaria. La hormona lactógeno placentaria caprina (c PL) es sintetizada y secretada por la placenta y es detectable en la sangre materna, a partir del día 40 de la gestación. Posee función luteotrófica y antiluteolítica entre los días 45 – 90 de la gestación y una acción sinérgica sobre la producción de P4 junto a la $PGF_{2\alpha}$ hacia el día 70 de la gestación. Favorece el crecimiento fetal e interviene en el desarrollo de la glándula mamaria, coincidiendo el aumento de su secreción con el rápido desarrollo lóbulo alveolar a la 16^a semana de la gestación (Aisen, 2004).

Las proteínas asociadas a la preñez son sustancias de gran similitud molecular tales como la proteína específica de la preñez (PSPB) y las glicoproteínas asociadas a la preñez (PAG), esta última detectada en la oveja entre los días 19 – 23 de gestación (Colección Cursos Superiores, 1998).

Anexos embrionarios y placentación

Las membranas fetales se desarrollan desde la fertilización del huevo y no forman parte del desarrollo embrionario, pero establecen una íntima aposición con el endometrio durante la implantación con el propósito de realizar el intercambio fisiológico. Las membranas fetales son el amnios, saco vitelino, alantoides y el corión, y estos derivan de las tres capas germinales básicas (ectodermo, mesodermo, endodermo) en una variedad de combinaciones (Aughey y Frye, 2001).

La estructura de la placenta lo constituyen tanto la placenta fetal, como la placenta materna; la placenta fetal consta de tres capas: endotelio de los vasos sanguíneos que discurren por el interior de las vellosidades coriales, el tejido mesenquimático derivado del mesodermo y el epitelio del trofoblasto. Por lo que respecta a la placenta materna, esta formada a partir de estructuras endometriales: el endotelio vascular de la lámina propia, el

tejido conectivo de la lámina propia y el epitelio endometrial (Gazquez y Blanco, 2004). El tipo de placenta depende de la especie, existen variaciones por lo que su clasificación está basada en varios criterios (Dieter y Eurell, 1998):

- Clasificación anatómica. En la placenta cotiledonaria (placenta múltiple) la punta de la protusión corionica lisa denominada cotiledones, se une a las prominencias endometriales, denominadas carúnculas. Los cotiledones y las carúnculas se unen para formar los placentomas, en el área intercauncular el corion se une al epitelio endometrial (Dieter y Eurell, 1998). Los placentomas son las estructuras placentarias propias de los rumiantes; el número de placentomas puede variar de 90 a 100. Las llamadas zonas paraplacentarias corresponden a los territorios no ocupados, son meras superficies de contacto del corión liso con el endometrio glandular (Colección Cursos Superiores, 1998).
- Clasificación histológica. En los rumiantes la placenta es de tipo epiteliocorial , en está se produce una simple aposición de los tejidos maternos y fetales, conservándose las tres capas de cada uno de ellos (Gazquez y Blanco, 2004); pero a veces el epitelio endometrial se erosiona causando una exposición intermitente de capilares maternos hacia el endotelio coriónico, y por eso también se denomina sindesmocorial. Junto con la erosión endometrial se presenta un tipo celular característico de los rumiantes, originadas a partir de células trofoblásticas, llamadas células gigantes binucleadas que aparecen a partir del día 16 de la gestación (Aughey y Frye, 2001) y constituyen el componente invasivo de la placenta, poseen componentes granulares citoplasmáticos, determinándose en ellos la presencia de PAG (Aisen, 2004).
- Distribución de las membranas fetales. Las membranas fetales , amnios y alantoides se distribuyen de manera diferente en las especies. En la placenta corioalandoidea se funde parte del corión con el amnios. La placenta corioalantoidea está irrigada con la sangre fetal por medio de los vasos alantoideos (Ruckebusch *et al.*, 1994).

- Grado de implantación. Los rumiantes presentan una placenta no decidual (Aughey y Frye, 2001), en este tipo de placentación los tejidos fetales y maternos pueden interdigitarse o estar en aposición uno con otro, existe una erosión mínima en los tejidos y al momento del parto la mucosa uterina no pierde elementos (Appendini, 1998).

Funciones placentarias

La placenta realiza muchas funciones y sustituye al tubo digestivo, pulmones, riñones, hígado y glándulas endocrinas del feto. Además como ya se sabe, separa los organismos materno y fetal, asegurando de este modo el desarrollo independiente del feto (Hafez y Hafez, 2002).

Circulación placentaria

En la placenta hay dos circulaciones paralelas a la fetal y a la materna. El suministro de la sangre materna a la placenta se deriva de las arterias y venas uterinas. Las arterias umbilicales llevan la sangre del feto a la placenta, y las venas umbilicales la llevan de la placenta al feto (Hafez y Hafez, 2002).

Gases

Existen muchas similitudes entre el intercambio de gases a través de la placenta y lo que ocurre a través de los pulmones. Sin embargo, la principal diferencia consiste en que en la placenta actúa un sistema líquido – líquido, mientras que en los pulmones se trata de un sistema gas – líquido. Las arterias umbilicales llevan la sangre no oxigenada del feto a la placenta mientras que las venas umbilicales llevan sangre oxigenada en la dirección opuesta (Hafez y Hafez, 2002; Colección Cursos Superiores, 1998). El dióxido de carbono se difunde libremente de la circulación fetal a la materna, lo cual es facilitado por determinados mecanismos fisiológicos. Por ejemplo, la sangre fetal tiene menor afinidad

por el CO₂ que la materna durante la transferencia placentaria de oxígeno. Esto favorece la distribución de CO₂ de la sangre fetal a la materna (Hafez y Hafez, 2002).

Nutrientes

La transferencia placentaria de nutrientes hacia la circulación fetal y de productos excretorios a la sangre materna se dirige por procesos usuales de difusión y transporte activo. El dióxido de carbono, electrólitos, hormonas, oxígeno y agua se mueven con libertad entre las circulaciones materna y fetal por gradientes de difusión simple (es decir, de concentraciones más altas a las más bajas). Las sustancias como aminoácidos, glúcidos y minerales se transfieren de áreas de baja concentración a áreas de alta concentración por transporte activo (es decir, con gasto de energía), (McDonald, 1991; Ruckebusch *et al.*, 1994).

La principal fuente energética para los fetos es la glucosa, la mayor parte de esta la utilizan para sintetizar energía y para el mantenimiento de los tejidos que están formados fundamentalmente de proteína. Los pequeños excedentes de glucosa se utilizan para sintetizar reservas de glucógeno y lípidos. La placenta también utiliza glucosa como fuente de energía para las funciones de transporte. En los rumiantes pueden emplearse cierta cantidad de acetato para la síntesis de lípidos. En las épocas de escasez de glucosa, los fetos utilizan aminoácidos como fuente de energía, si bien, se necesitan fundamentalmente para la síntesis proteica (McDonald y Edward, 2002).

La placenta contiene grandes cantidades de glucógeno, sintetizado principalmente a partir de glucosa materna. La fructuosa fetal es producida por la placenta a partir de glucosa y se desconoce su función en el feto. La fructuosa constituye alrededor del 70-80% de los azúcares contenidos en la sangre fetal, mientras que la glucosa predomina en la sangre materna (Colección Cursos Superiores, 1998).

Resulta limitada la transferencia de los ácidos grasos y cetonas a través de la placenta de los rumiantes (Hill y Andrews, 2001). Los ácidos grasos tienen que ser

convertidos ácidos grasos libres (free fatty acids, FFA), y se transportan a través de la placenta por difusión simple en todas sus formas (Hafez y Hafez, 2002).

No se transfieren proteínas como tales, sino en forma de aminoácidos que cruzan fácilmente contra un gradiente de concentración y se encuentran en mayores cifras en el plasma fetal que en el materno (Colección Cursos Superiores, 1998).

Los electrolitos (sodio, potasio, calcio, magnesio, cloruro, sulfatos y fosfatos) son componentes integrales del plasma sanguíneo, y las concentraciones de electrolitos individuales son mayores en la sangre fetal que en la materna. Las tasas de acumulación de sodio, potasio, magnesio y cloro son generalmente lineales en toda la gestación, mientras que el calcio y los fosfatos muestran un incremento exponencial en su acumulación en el desarrollo de la cría según avanza la gestación (Hill y Andrews, 2001).

Las vitaminas hidrosolubles (B y C) cruzan la barrera placentaria con mayor facilidad que las liposolubles (A, D, E). El suministro de las vitaminas liposolubles resulta crucial para el desarrollo correcto de la cría. El método de transporte de las vitaminas liposolubles a través de la placenta tiene lugar en asociación con proteínas portadoras especializadas. La mayor parte de las vitaminas hidrosolubles atraviesan presumiblemente la placenta mediante el proceso de difusión simple (Hill y Andrews, 2001).

Aunque el yodo cruza la placenta fácilmente en la oveja, hay poca o nula transferencia de hormonas tiroideas. Es probable que la insulina cruce con lentitud y en cantidades insignificantes (Hafez y Hafez, 2002).

Hormonas

Aparte de otras funciones la placenta actúa como glándula endocrina, secretando hormonas y esteroides que son liberados en las circulaciones materna y fetales (Hafez y Hafez, 2002). La oveja sintetiza cantidades suficientes de progesterona para mantener la preñez (Salamon, 1990) utilizando acetato y colesterol provenientes de la circulación

materna (Hafez y Hafez, 2002). En contraste la placenta de la cabra no produce suficiente progesterona, como para mantener la gestación en cualquier estadio, por lo que precisa de un cuerpo luteo durante todo el tiempo que dura la gestación (Salamon, 1990). El cortisol no pasa de la madre al feto en la oveja y en la cabra (Colección Cursos Superiores, 1998), por lo que la placenta depende del cortisol fetal para inducir la actividad de las enzimas placentarias y, de este modo, sintetizar estrógenos a partir de progesterona (Hafez y Hafez, 2002).

La placenta de la cabra es una fuente rica de láctogeno placentario con actividad tipo prolactina (es detectable en la sangre desde el día 60 de la gestación) y se va incrementando en forma progresiva a lo largo de la segunda mitad, para alcanzar concentraciones medibles en ng/ml de sangre hacia el final de la gestación (McDonald, 1991).

Parto

El período de la gestación en la cabra es en promedio de 150 días. Este periodo se puede reducir en un día con la gestación de dos cabritos y dos días con la gestación de tres animales. Cuando el feto es macho, la gestación se prolonga un día más en comparación con un feto hembra (Mellado, 1991). Para McDonald (1991) la raza de la madre determina la duración de la gestación en la cabra.

El proceso del parto es desencadenado por el feto y se completa con interacciones complejas de hormonas, estímulos nerviosos y factores mecánicos (Mellado, 1991).

Durante las tres a dos últimas semanas de la gestación los niveles de cortisol en el plasma sanguíneo del feto comienzan a incrementarse, como resultado del probable estímulo de la hormona adrenocorticotrópica (Aisen, 2004). Los altos niveles de cortisol estimulan las enzimas placentarias necesarias para la producción de estrógenos. A su vez, los niveles elevados de estrógenos estimulan la secreción de PGF2_α en el endometrio, y el desarrollo de receptores para la oxitocina (Cunningham, 2003).

La prostaglandina provoca la regresión del cuerpo lúteo con la consecuente disminución de progesterona; 48 horas antes del parto y la elevación de estrógenos en la cabra (Mellado, 1991). La prostaglandina provoca la contracción de los músculos y la relajación del cérvix (Cunningham, 2003).

La primera fase del parto implica la presentación del feto en el orificio interno del cérvix (Cunningham, 2003). Al disminuir los niveles sanguíneos de progesterona y aumentar los de estrógenos y con la secreción en aumento de $\text{PGF}_{2\alpha}$ se inician las contracciones uterinas de características expulsivas, con lo que el cabrito inicia su camino al exterior (Mellado, 1991).

La segunda etapa del parto, es la expulsión, la cual consiste en la dilatación completa del cérvix y el alumbramiento (McDonald, 1991). El feto al desplazarse por el canal de parto ejerce presión por el cérvix (reflejo de Ferguson) estimulando la secreción de oxitocina hipofisaria, la cual posee acción directa sobre el miometro estimulando las contracciones uterinas e indirectamente actúa sobre el endometrio induciendo la liberación de progesterona (Aisen, 2004). Las contracciones uterinas se incrementan en intensidad y frecuencia, y su acción es reforzada por la presión abdominal, las cuales empujan el feto hacia la vulva, hasta que el cabrito sale al exterior, rompiéndose el cordón umbilical (Mellado, 1991).

La última parte del parto consiste en la expulsión de la placenta. Para que esto ocurra después de expulsado el feto, las contracciones uterinas rítmicas continúan, lo que causa la inversión del corionantoides y del consecuente desprendimiento de la placenta (Mellado, 1991).

3. NUTRICIÓN EN LAS DISTINTAS ETAPAS DE GESTACIÓN EN CABRAS

Generalidades

Las cabras requieren de cinco clases de nutrientes: energía, proteínas, minerales, vitaminas y agua. Todos estos nutrientes son esenciales para las cabras, aunque algunos de ellos se requieren en pequeñas cantidades. Después del agua, la energía constituye el nutriente más importante ya que una disponibilidad subóptima de este nutriente impide la utilización eficiente del resto de los nutrientes (Mellado, 1991).

En efecto para que un caprino se desarrolle adecuadamente y exprese su potencial genético de producción, debe recibir una alimentación que cubra en cantidad y en calidad sus necesidades de mantenimiento y producción, en condiciones bien adaptadas a su comportamiento alimenticio (Agraz, 1989).

Energía

En general el nutriente más limitante en la alimentación de ovejas y cabras es la energía (Church *et al.*, 2006). La cabra suple sus necesidades de energía mediante los forrajes, así como con algunos concentrados energéticos derivados de los cereales (Arbiza, 1986). La eficiente utilización de los nutrientes depende de un adecuado suministro de energía, y su deficiencia retarda el crecimiento y la pubertad, a la vez que reduce la fertilidad y deprime la producción de leche (Sachdeva, 1973). Con una continua deficiencia se observa en los animales una reducción en la resistencia a las enfermedades infecciosas y parasitarias, el problema puede complicarse si existen deficiencias de proteínas, minerales y vitaminas (NRC, 1989). Los requerimientos energéticos de mantenimiento y gestación en cabras se muestran en la Tabla 2.

Proteína

Como rumiantes, ovejas y cabras dependen de la población microbiana del rúmen para producir muchos de los aminoácidos y vitaminas requeridos para la producción deseada. Por lo tanto, la cantidad de proteína en la alimentación es más importante que la calidad de la proteína (Pond y Church, 2002); la calidad contribuye a mejorar la eficiencia de su utilización. Pero tal cantidad resulta ser necesaria por constituir un ingrediente fundamental para remplazar aquellos componentes proteicos de los tejidos que han sido inutilizados o destruidos durante los procesos asociados al mantenimiento (FAO, 1987). Los requerimientos proteicos de mantenimiento y gestación en cabras se muestran en la Tabla 2.

Minerales

Existen cuando menos 20 minerales que son esenciales para el funcionamiento normal de las cabras, los cuales se han clasificado en macroelementos (su concentración en el tejido vivo o alimento se expresa en g/Kg) y microelementos (expresado en mg/Kg). De los macroelementos que se consideran como esenciales están: calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio, azufre y cloro (Mellado, 1991).

El calcio (Ca) y el fósforo (P) constituyen los minerales más estudiados y que revisten mayor interés, ambos son los componentes más importantes del esqueleto y también están presentes de manera significativa en los tejidos blandos (Arbiza, 1986). Diversos autores conceden importancia al balance Ca:P, ya que su metabolismo está íntimamente relacionado. El NRC (1989) recomienda administrar en la alimentación una relación de Ca:P de 1.2:1, sin embargo también se emplean las siguientes relaciones 1.5:1 a 4:1, siendo la más generalizada de 2:1 (Arbiza, 1986).

Vitaminas

Las cabras necesitan fuentes alimentarias de vitaminas liposolubles (A, D, E y K), pero los microbios del rúmen producen cantidades suficientes de vitaminas hidrosolubles. Los animales que pastan suelen obtener suficientes vitaminas o precursores de vitaminas para satisfacer las necesidades, pero suele ser necesario dar un complemento a los animales alimentados en confinamiento o lecheros muy productivos (McDonald *et al.*, 2006).

Agua

Además del agua que beben, las cabras obtienen agua de los alimentos (McDonald *et al.*, 2006). Las necesidades de agua tienen su origen en tres tipos de gastos: 1) excreción de agua en las heces y en la orina ligada a la utilización digestiva y metabólica de los alimentos, 2) la fijación y la exportación del agua a las producciones y 3) las pérdidas de vapor de agua por los pulmones y a través de la piel. Las necesidades aumentan pues, con la cantidad de materia seca ingerida, el desarrollo del contenido uterino en el final de la gestación, la cantidad de leche producida y la temperatura (Jarrige, 1990).

Necesidades nutricionales por etapas

Los requerimientos nutricionales se dividen de acuerdo a los diferentes estados fisiológicos por los cuales atraviesan los animales, siendo los más importantes los de la gestación y lactación. Esto es debido a un aumento considerable de las necesidades alimenticias, especialmente en energía y proteína, ocasionado por las variaciones metabólicas que se presenta en el organismo de los animales en estas etapas (Cantón *et al.*, 2003). Durante la gestación, las hembras tienen necesidades específicas en nutrientes para el mantenimiento y crecimiento del feto o fetos (McDonald y Edward, 2002).

Las hembras seleccionadas para ser cubiertas deberán alimentarse con una ración complementaria durante las tres semanas antes del comienzo de la cubrición y en el transcurso de la misma. Dicha ración recibe el nombre de *fluhsing*, consiste en reforzar la

dieta de mantenimiento con el aporte de concentrados a través de una mezcla de cereales o con el suministro de un pienso comercial (Equipo de Expertos 2100, 1999). La base hipotética del *flushing* es que el complemento alimenticio aumenta el peso de las hembras lo cual va correlacionado con el aumento de la tasa ovulatoria, mejora de la fertilización y la retención embrionaria (Ríos y Hernández, 1992).

El comportamiento del feto en relación con su madre es similar al de un parásito, al exigir la llegada de cantidades crecientes de sangre hacia la placenta al tiempo que estimula el desarrollo de ésta; el feto toma de la placenta todos los elementos necesarios para su funcionamiento y crecimiento; este último es muy lento durante más de la mitad de la gestación, acelerándose seguidamente, de manera que aproximadamente el 80% de este crecimiento se produce en el último tercio de la gestación. (Jarrige, 1990). En la tabla 2 se muestran los requerimientos nutricionales de las cabras en mantenimiento y gestación avanzada (NRC, 1989).

Tabla 2. Requerimientos nutricionales de las cabras incluye mantenimiento y condiciones estables de alimentación, mínima actividad y preñez (NRC, 1989).

Peso (Kg)	Energía				Proteína		Minerales		Vitaminas	
	TND (g)	DE (Mcal)	ME (Mcal)	NE (Mcal)	TP (g)	DP (g)	Ca (g)	P (g)	A (1000 UI)	D (1000 UI)
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
*	397	1.74	1.42	0.80	82	57	2	1.4	1.1	213

* Requerimientos adicionales para el ultimo tercio de gestación (todos los pesos) FUENTE: NRC, 1989.

Primer tercio

Los requerimientos de alimentación del embrión durante la fase de implantación son muy pequeñas y se enfatiza en evitar los cambios de nutrición y de condición corporal de la

hembra, los efectos nutricionales están asociados principalmente a las pérdidas embrionarias (Speedy, 1992). La alimentación de mantenimiento está recomendada en los períodos de pre-implantación e implantación en las ovejas (Robinson 1983; 1990 a).

La clave de la sobrevivencia del embrión en la fase temprana de la preñez está relacionada con los niveles de circulación de progesterona materna. En numerosos estudios se ha demostrado que la concentración periférica de progesterona disminuye con el incremento de los niveles de alimentación (Parr *et al.*, 1987; Robinson, 1983; 1990 a). Las funciones de la progesterona incluye la aparición de proteínas específicas del trofoblasto (interferon) y del número de proteínas endometriales (Robinson, 1990 a; b). La reducción de los niveles de progesterona en la alta nutrición es probablemente debido a la mayor velocidad de destrucción de la hormona (Robinson, 1990 a).

Segundo tercio

Al parecer el nivel de nutrición en este período relativamente no es importante, las hembras tienen la habilidad de regular moderadamente la desnutrición durante este período, especialmente cuando se encuentran en pastoreo (Speedy, 1992).

Generalmente la alimentación de mantenimiento en las ovejas es recomendada durante el primer y segundo tercio de gestación (Rattray, 1987). Sin embargo, algunos informes retoman la importancia de la condición corporal, edad, fecundidad y suplementación alimenticia (Speedy, 1992).

Durante los tres primeros meses de gestación el peso de la cabra aumenta lentamente (2-4 Kg aproximadamente) acumulándose reservas corporales debido al balance energético positivo. En las siguientes 6-7 semanas, el peso vivo se incrementa debido al importante desarrollo del útero y de su contenido (Buxadé, 1995).

Tercer tercio

Los requerimientos nutricionales no tienen un aumento significativo sino hasta los dos últimos meses de gestación (Galina, 1992; Jarrige, 1990). En este momento se conjugan dos factores por un lado los requerimientos nutritivos de mantenimiento de la madre sumado a las necesidades de crecimiento de los productos y por otro lado, se disminuye la capacidad de ingestión al aumentar el volumen del útero (Galina, 1992).

El aumento de peso de las cabras adultas se sitúa como media en 12 Kg para las cabras que gestan un cabrito y 15 Kg para las que gestan 2 ó 3 (Blanchard y Suavant, 1974). Este aumento de peso corresponde al desarrollo de los fetos (90% del aumento de peso se alcanza en los 45-50 últimos días de la gestación, (Galina, 1992; Jarrige, 1981) y a la acumulación de reservas, en particular de reservas lipídicas almacenadas por la cabra (Jarrige, 1981).

Durante este período las necesidades totales de las cabras aumentan, mientras su capacidad de ingestión permanece estable, presentando el organismo, en consecuencia, un balance energético progresivamente negativo asociado a una movilización creciente de las grasa de reserva. En particular las cabras que gestan 2 ó 3 fetos grandes son las que más reducen su nivel de indigestión y las que presentan una mayor movilización (Jarrige, 1990; Buxadé, 1995).

Durante las tres últimas semanas de la gestación el peso aumenta de forma menos rápida, pudiendo incluso anularse este aumento, en ciertos casos, justo antes del parto. La capacidad de ingestión de la cabra disminuye aproximadamente en un 5-15% si se expresa en relación al peso vivo (Jarrige, 1990).

Es recomendable hacer ingerir el máximo de forrajes a la cabra antes del parto, ya que en efecto las cabras que han ingerido poco forraje al final de la gestación consumen menos que las otras al comienzo de la lactación, a un nivel de complementación idéntico;

de ahí que la cantidad de energía ingerida es más baja, lo que disminuye muy sensiblemente los rendimientos lecheros (Morand-Fehr y Sauvant, 1978).

Por otro lado, las necesidades nitrogenadas de la cabra al final de la gestación aumentan rápidamente a consecuencia de la utilización de los aminoácidos glucogénicos como fuente de glucosa necesaria para el feto; de ahí que los aportes nitrogenados deben alcanzar más del doble de los recomendados para la conservación (Jarrige, 1981).

En las hembras gestantes que reciben diariamente la misma cantidad de alimento, la producción de calor aumenta al final de la gestación, debido a la cantidad adicional de energía que precisa el feto para su crecimiento y mantenimiento. Se ha comprobado que la energía metabolizable consumida por la madre, por encima de sus necesidades de mantenimiento, se utiliza por el feto con eficiencia relativamente baja. La eficiencia de utilización de energía metabolizable para el crecimiento del feto (es decir, sin contar el mantenimiento del feto) se ha estimado recientemente en 0.4 Mega Joules (MJ) aproximadamente (McDonald y Edward, 2002).

Del suplemento de EM necesario para la gestación, sólo un 13% es retenido en el feto y sus anexos y un 3-4% en el útero y glándula mamaria; un 84% se pierde en forma de extracalor de producción y de gastos de mantenimiento del feto. Por todo ello las necesidades acumuladas para el cuarto mes de gestación en la cabra corresponden a un 35% de las necesidades de mantenimiento y a un 55% en el último mes de gestación. Por otro lado, en el caso de las proteínas se agregan 0.88 g y 1 g por Kg de peso vivo para el cuarto y quinto mes de gestación (Galina, 1992).

Una parte del feto es muy sensible a la carencia de oligoelementos y en vitamina A, que comprometen su desarrollo y supervivencia después del nacimiento. De otra parte, el mantenimiento y crecimiento del feto requieren glucosa como fuente de energía preferencial. Cuando la madre está subalimentada al final de la gestación, le resulta difícil fabricar la cantidad necesaria de glucosa en su hígado, movilizandando además sus reservas

grasas. Esta conjunción conduce a una mayor incidencia de la toxemia de gestación en ovejas y cabras gestando dos o más fetos (Jarrige, 1990).

Efectos de la nutrición en la gestación

La limitación materna en el aporte de nutrientes al feto depende de la adecuación nutritiva de su dieta, de los depósitos tisulares maternos, de la regulación materna del reparto de nutrientes y del flujo sanguíneo fetal. El reparto materno de nutrientes para mantenimiento, crecimiento estructural supervivencia u otras funciones puede reducir también los nutrientes disponibles para el desarrollo fetal. Proteína, energía y minerales son nutrientes críticos en el reparto de nutrientes que realiza la madre y su cuantía puede quedar limitada para el feto (Church, 1993).

Si una hembra al comienzo de la fase de gestación es sometida a una severa deficiencia nutricional, dos hechos podrán ocurrir: la reabsorción fetal o el aborto. De la misma manera, los trastornos nutricionales más graves podrán traer como consecuencia que el animal no quede preñado, o que se presente una gestación anormal o que desaparezcan los ciclos estrales (FAO, 1987).

Primer tercio

Algunas pérdidas de embriones imperfectos durante este período es normal, especialmente en los casos de ovulación múltiple (Cummins *et al.*, 1984), pero las pérdidas pueden ser también atribuidas a los efectos severos de una baja o sobrenutrición (nivel de alimentación y porción de concentrados en la dieta), o que la hembra tenga pobre o alta condición corporal (Rattray, 1977; Robinson, 1983). Los efectos dañinos de niveles de alimentación altos también han sido demostrados en ovejas con buena condición corporal alimentadas en un alto nivel en el segundo tercio de gestación (50 días después de la monta o concepción), (Gunn *et al.*, 1986).

Segundo tercio

Durante el segundo tercio de la gestación el desarrollo de la placenta alcanza su plenitud, un bajo nivel de alimentación puede conducir a la reducción del peso del cotiledón y de los pesos fetales, en los días 90 a 100 de gestación (McCrabb *et al*, 1986; Robinson, 1983). Esto parece que en muchos casos no puede ser compensado con la alimentación durante el tercer tercio de gestación, el peso al nacimiento es reducido así como la viabilidad del cordero es reducido cuando la madre tiene un bajo peso, una pobre condición y gestación múltiple (Geenty y Rattray, 1987; Owens, 1985; Robinson, 1983; Vincent *et al.*, 1985).

La placenta es el órgano que controla el abastecimiento de nutrientes de los fetos en crecimiento, el peso de la placenta y placentomas, así como el número de fetos están relacionados significativamente con el peso fetal (Fennessy y Owens, 1985; Owens *et al.*, 1986; Owens y Hinch, 1984).

Los niveles bajos de alimentación en los días 30 a 90 de gestación tiende a conducir a las pérdidas fetales sobre todo cuando son gemelos y no sólo en el caso de las ovejas (Kelly *et al.*, 1989). La pérdida de peso de 7 Kg durante los días 30 a 100 de gestación, resulta en un aumento de la incidencia de degeneración de los cotiledones y el peso de los mismos (Owens y Hinch, 1984). Ciertamente la reducción de las reservas de tejido en la oveja y el desarrollo de la glándula mamaria puede dañar subsecuentemente la habilidad de crianza.

Otros estudios confirman que el peso al parto puede compensarse pero consecuentemente la producción de leche en la oveja y el desarrollo del cordero pueden estar dañados severamente (Speedy, 1992). El tamaño de la placenta también puede influir en la producción de leche y la habilidad de crianza por la vía de lactogénesis placentaria y es probablemente la responsable de diferenciar el tamaño de la glándula mamaria cuando la oveja tiene una cría o gemelos (Davis *et al.*, 1980; Rattray y Trigg, 1979).

Tercer tercio

Durante el último tercio de la gestación las necesidades de los fetos aumentan rápidamente, de modo que la subalimentación grave al final de la gestación puede detener el crecimiento fetal definitivamente siendo imposible restaurarlo más adelante (McDonald y Edward, 2002).

Las pérdidas por abortos constituyen la principal falla reproductiva de los caprinos en sistemas extensivos donde se presenta una restricción alimenticia durante la gestación (Mellado y Pastor, 2006). El efecto del déficit de nutrientes sobre la ocurrencia de abortos en las cabras se manifiesta más intensamente en esta especie debido a su particular estrategia reproductiva, la mayoría de las cabras responden al “estimulo” del macho cabrío, independientemente de las reservas corporales de energía (Mellado *et al.*, 1994; 2004). Una tasa negativa de aumento de peso postparto de las cabras no es obstáculo para la reanudación de la actividad ovárica y la ocurrencia del estro. La pérdida de peso antes de la fecundación tampoco afecta la tasa de pariciones de las cabras (Goone – Wardene *et al.*, 1977). Dietas con niveles nutricionales por debajo de los requerimientos de las cabras no afectan la inducción del celo (Mani *et al.*, 1992), la tasa de preñez (Bocquier *et al.*, 1996) y la tasa de pariciones (Sibanda *et al.*, 1999; Mellado y Pastor, 2006).

Tanto en cabras Angora (Wentzel *et al.*, 1976), como en cabras lecheras (Hussain *et al.*, 1996 a) y mestizas en agostadero (Mellado *et al.*, 2004) se ha documentado que el hecho de que los animales que abortan por causa no infecciosa presentan niveles sanguíneos de glucosa más bajo de lo normal y esta condición desencadena el proceso de la expulsión de feto (Wentzel, 1982). Van Der Westhuysen y Roelofse (1971) en cabras Angora y Hussain *et al.*, (1996 b) en cabras lecheras, han documentado un marcado incremento de abortos en cabras con niveles deficientes de energía (Mellado y Pastor, 2006).

En las cabras hay tres mecanismos que desencadenan el aborto: a) en las cabras con deficiencias nutricionales en la gestación se presenta una hipoglucemia (Mellado *et al.*,

2004) el feto responde a los bajos niveles de glucosa liberando corticoesteroides de sus glándulas adrenales en el útero de la cabras. La prostaglandina causa la regresión del cuerpo luteo con la subsiguiente expulsión del feto (Wentzel *et al.*, 1975 b; Wentzel, 1982; Wentzel y Viljoen, 1975); b) estrés, aumento de corticoesteroides y aborto (Romero *et al.*, 1998), y c) disfunción de la placenta y aborto (solo en este caso hay signos descomposición fetal o momificación (Engeland *et al.*, 1999; Mellado y Pastor, 2006).

Así mismo, una sobre alimentación al final de la gestación puede causar una grave enfermedad metabólica: toxemia, forma de cetosis que se define por el aumento de los cuerpos cetónicos -acetona, ácido betahidroxibutírico y ácido acetoacético- en la sangre, la leche y la orina; lo que se asocia en cantidades elevadas de ácidos no esterificados (NEFA), precursores de los anteriores en la sangre (Arbiza, 1986).

Al proporcionar niveles altos de alimentación en este período puede representar el inconveniente de aumentar demasiado el tamaño de los fetos y con ello provocar problemas de partos distócicos (Arbiza, 1986).

Si ha existido restricción durante algunos períodos, los fetos muestran crecimientos compensatorios al finalizar dicho estado; pero si la restricción es continua, estos perderán peso de manera permanente por lo que al nacer decrecerán sus posibilidades de sobrevivencia (Arbiza, 1986).

4. ESTUDIOS DE SUPLEMENTACIÓN SOBRE LOS NIVELES DE PROGESTERONA, GLUCOSA Y CALIDAD DE CALOSTRO

El calostro es una fuente segura de nutrientes para las crías recién nacidas: contiene vitamina A y E, ácidos grasos, proteínas, elementos traza (Co, Mn, Fe, Cu, Zn, Se) y macrominerales (Ca, P, Na). La concentración disminuye esencialmente en las primeras horas de la lactación, las crías requieren ingerir de 180-210 ml de calostro por Kg de peso vivo en las primeras ocho horas de vida como una fuente de energía e inmunidad (Speedy, 1992).

El calostro es más rico que la leche normal, debido principalmente a la presencia de inmunoglobulinas (Ig) que proporcionan inmunidad pasiva al recién nacido cuyo sistema inmunitario es inmaduro al nacer. Las inmunoglobulinas incluyen IgA, IgG e IgM, las cuales aportan protección inmunitaria (Pond y Pond, 2006), además el calostro es una fuente rica de proteínas no específicas tal como la timosina alfa 1 y B4, lactoferrina, insulina, factor de crecimiento de insulina, factores anti-estafilocociales y otros. También tiene efectos laxativos que actúan en el colon y que ayuda a expulsar el meconio y facilita el establecimiento de los movimientos normales del intestino (Lazzaro, 1994).

Normalmente el calostro es secretado y acumulado en la glándula mamaria durante los últimos días de la gestación y esta disponible inmediatamente después del parto. Los suplementos de aminoácidos son benéficos, la suplementación con lípidos protegidos también incrementa el contenido de energía en el calostro (Robinson, 1990 a). Los niveles de vitamina A y algunos elementos traza, especialmente el cobre también pueden aumentar con la suplementación en las ovejas al final de la gestación (Fantova, 1989; Gherdan *et al.*, 1984).

La suplementación con vitaminas y minerales incrementa la concentración de inmunoglobulinas en el calostro y el peso del cordero (Sapunov *et al.*, 1986). Las inmunoglobulinas pasan intactas al intestino delgado de la cría, de esta manera una porción de calostro estimula la síntesis proteica en el intestino y el desarrollo de mismo (Mirand *et al.*, 1990).

La nutrición materna en la gestación afecta el peso al nacimiento de los corderos (Mellor, 1983; Robinson *et al.*, 1999) y la alta incidencia de la mortalidad de los corderos (Waterhouse *et al.*, 1992; Kleman *et al.*, 1993; Hinch *et al.*, 1996). La baja nutrición materna esta asociada con la reducción del peso de la ubre y el desarrollo mamario (Mellor y Murray, 1985 a; Mellor y Murray, 1985 b; Mellor *et al.*, 1987) y un producción reducida de calostro (Mellor y Murray *et al.*, 1985 a; Hall *et al.*, 1992; O'Doherty y Crosby, 1996) y subsecuentemente la velocidad de secreción, así como la disponibilidad de lactosa, lípidos y

proteínas (Mellor y Murray, 1985 a; 1985 b; Mellor *et al.*, 1987; Robinson, 1990 a). Además la baja nutrición materna esta asociada a la aparición retardada de la lactación (Mellor *et al.*, 1987) y una baja proporción de la producción de leche (Mellor *et al.*, 1987; Hay *et al.*, 1992; O'Doherty y Crosby, 1996; Bizelis *et al.*, 2000; Dwyer *et al.*, 2003).

Murphy *et al.*, (1996) suplementaron a ovejas en la última semana de la gestación con lupino y observo la acumulación del doble de calostro en las ovejas. Esta estrategia es aplicada en las ovejas para incrementar la producción de calostro, ya que el lupino es alto en PC y EM, pero solo se encuentra en Uruguay (Banchero *et al.*, 2002).

Estudios realizados por Banchero *et al.*, (2004 a; 2004 b; 2006) demostraron que la suplementación energética en los últimos 8 días de gestación en ovejas, incrementó la producción de calostro, mejorando la sobrevivencia de las crías; proponen que la suplementación energética puede proveer de sustratos para la producción de glucosa y por lo tanto intensificar la síntesis de lactosa.

Dwyer *et al.*, (2003) evaluaron los efectos de la restricción de alimento a lo largo de la gestación en ovejas y los niveles de estradiol y progesterona. Observando que la restricción alimenticia afecta relativamente las concentraciones plasmáticas de estradiol y que los niveles de progesterona disminuyeron en el último tercio de la gestación en las ovejas. Además de que la restricción alimenticia deteriora la expresión materna y reduce la supervivencia del cordero.

Cantón *et al.*, (2003) emplearon tres niveles de EM en borregas pelibuey gestantes de 108 días; 1) 143 Kcal de EM/Kg^{.75}, 2) 164 Kcal de EM/Kg^{.75} y 3) 186 Kcal de EM/Kg^{.75}. Observaron un incremento en la ganancia diaria de peso conforme se aumento el nivel de energía en la dieta 3 así como un incremento de la condición física a lo largo del experimento, pero no se observo efecto significativo de las dietas en cuanto a los Kg de corderos paridos.

Ramírez-Bribiesca *et al.*, (1990) estudiaron los niveles de glucosa en ovejas Suffolk – criollo no gestantes y en diferentes etapas del último tercio de gestación, los animales de mantuvieron bajo condiciones de estabulación y con una alimentación a base de ensilado de maíz, avena, alfalfa, soya y melaza. Los autores observaron que las ovejas gestantes presentaron concentraciones más bajas de glucosa conforme avanza la gestación.

La complementación con proteína mejora la fermentación ruminal debido al incremento en el consumo y permite a los animales consumir suficiente forraje para satisfacer los requerimientos de energía para mantenimiento, ya que la capacidad del rúmen puede limitar la fermentación ruminal (Lyons *et al.*, 1970). En otros experimentos la complementación con fuentes energéticas incremento significativamente las ganancias de peso. La complementación solo con fuentes de proteína fallo en incrementar las ganancias de peso (Boling *et al.*, 1971; Ramírez, 2003).

El peso al nacimiento y el incremento de peso de los corderos se logra utilizando la suplementación energética y proteica, Gómez y Bermúdez (1991) observaron en hembras Rambouillet alimentadas con avena *Ad libitum* y 200 g de concentrado comercial al día reportan 4.01 Kg de peso al nacimiento y ganancias de 195g/día. En el estudio realizado por Torres y Borquez (1994) con borregas Pelibuey gestantes en pastoreo y con una suplementación de 200g/hembra/ día de una mezcla de maíz molido al 50%, pollinaza 29.5%, pasta de cártamo 7%, harina de carne 7%, melaza 4%, sal 1% y minerales 0.5% (PC 21.4%), demostraron que se incrementa el peso al nacimiento y al destete de las crías.

Mena y Flores (1978) estudiaron la respuesta de un suplemento (sorgo molido 82%, harinolina 14%, urea 2% y fosofato tricalcico 2%), encontraron un incremento en la producción de leche (364 vs. 613 g/animal/día) y una ganancia satisfactoria de los cabritos en el predestete; sin embargo, la suplementación no fue económicamente adecuada.

Mena y Flores (1978) realizaron un trabajo sobre cabras criollas, que consistió en la suplementación de 500 g de sorgo molido diariamente durante los últimos 50 días de la gestación; los resultados muestran efectivamente, mejores rendimientos (ganancia de peso

diaria, peso de los cabritos al parto y producción de leche). Sin embargo, la respuesta a la suplementación no fue muy significativa en relación a las cabras testigo sin suplementación.

Egbowon *et al.*, (2005), evaluaron un suplemento (desperdicios de trigo 40 %, los granos cervecedores secos 36 %, maíz 5 %, hueso de la comida 0.5 %, grano de palma 18% y sal común 0.5 %) *Ad libitum*, observaron que la edad de la cabra, la raza y la estación no mostraron efecto sobre los sólidos totales del calostro, mientras que la estación tuvo efecto significativo ($p < 0,05$) sobre la leche. Mientras los efectos de la raza y edad sobre la proteína del calostro fueron significativos, los de la raza y la estación lo fueron sobre la proteína de la leche. Sin embargo la estación y la edad tuvieron efectos significativos sobre la deposición grasa tanto en el calostro como en la leche.

En un estudio de cabras de la raza Barbari y Jamnapari en la India se demostró el efecto de una buena alimentación sobre la preñez. Basados en cuatro partos para la cabra Barbari y tres de Jamnapari, hubo más partos gemelares en los grupos alto – alto y medio – medio: 40.5 y 48% para las Barbari y 45.3 y 40.4% para las Jamnapari respectivamente. Ambas razas produjeron 2.0 y 1.5 cabritos por hembra cada año en los grupos de energía alta / proteína media comparados con 0.9 y 0.4 en los grupos de energía baja. Los grupos de energía tuvieron un intervalo entre partos más corto que los grupos con energía baja. De esta manera las dietas que proporcionan alta energía y proteína adecuada afectan el rendimiento reproductivo de las cabras (Devendra y McLeroy, 1986).

Morand – Fehr y Sauvant (1988) recomiendan introducir en el concentrado de parto de las cabras una fuente nitrogenada rica en proteína no degradable para amortiguar el posible descenso en la síntesis microbiana, como consecuencia de la disminución de la cantidad de energía ingerida. Otra de las funciones que tiene la proteína no degradable es que muchos aminoácidos son glucogénicos y hay que recordar que en estos momentos la glucosa es quizás el nutriente más importante para las hembras (Daza, 2004).

Sahlu *et al.*, (1992) evaluaron tres niveles de PC en la semana 12 al parto. Observando que las cabras incrementaron su ganancia de peso con el incremento de PC y los niveles de glucosa en el plasma disminuyeron conforme avanzó la gestación.

Sahlu *et al.*, (1993) evaluaron los suplementos proteicos con 13 y 17% en cabras Alpinas durante la lactación, observando que la producción de leche, grasa, proteína, lactosa y SNF no fue afectado por los tratamientos. Así mismo los niveles de glucosa, proteína y urea en el plasma no fue afectada por los tratamientos.

Sahlu *et al.*, (1995) evaluaron la interacción de la proteína y energía en el parto en cabras Alpinas. Observaron que la producción de leche se incrementa en respuesta a la concentración de la energía metabolizable; así como la producción de proteína, grasa y SNF se incrementa por efecto de la energía y PC. Además observo que las concentraciones de glucosa se incrementan con altas concentraciones energéticas y los altos niveles de PC no lo afecta.

Capezzuto *et al.*, (2006) evaluaron la correlación de los perfiles de estradiol y progesterona en la sangre y excremento en cabras Toggenburg y Alpinas durante la gestación. Observando que los niveles de progesterona en sangre se incrementaron a partir de la segunda semana y alcanzó su máximo valor en la semana 16, para disminuir dramáticamente durante la última semana de la gestación y alcanzar sus menores concentraciones después del parto.

Sánchez *et al.*, (2003) evaluaron cabras en pastoreo más una mezcla alimenticia de 50, 30, 15 y 5% de maíz, melaza, mezcla mineral (2:1 de sal roja y minerales fórmula completa) y sulfato de amonio, respectivamente. La variación de peso vivo, la condición corporal y los niveles de hematocrito de las cabras al parto no fueron significativamente diferentes, durante sesenta días, por efecto de la suplementación. El hematocrito aumentó significativamente ($P < 0,05$) en ambos grupos a los 60 días postparto. La producción de leche mostró un aumento altamente significativo ($P < 0,01$) de un 16 %, cuando las cabras fueron suplementadas.

Tovar- Luna *et al.*, (2007) evaluaron la utilización eficiente de la EM durante la gestación en cabras Boer x Española. La recuperación de energía se determinó por calorimetría de la respiración en los días 80, 100, 120 y 140 de la gestación. Ellos concluyen que el uso eficiente de la EM para la gestación, a pesar del tamaño de la camada en cabras es cerca del 25%, considerando toda la proporción de los tejidos gestantes e implica que los requerimientos energéticos para la gestación en cabras es similar al de las ovejas y vacas.

Adeeb *et al.*, (2007) evaluaron los perfiles de progesterona a lo largo de la gestación en cabras Dwarf. Observaron que la ganancia de peso durante la gestación no tiene relación con el tamaño de la camada, pero sí con la pérdida de peso de los animales después parto es proporcional al tamaño de la camada y que la pérdida de peso está relacionada con el peso al nacimiento de las crías. Después de la concepción los niveles de progesterona se mantuvieron por encima del rango y disminuyeron rápidamente en el período del parto.

En el estudio reportado por Mani *et al.*, (1995) determinaron los efectos de la desnutrición y la concentración de progesterona al inicio de la fase lútea y a la mitad de la gestación en cabras. Los resultados mostraron que la desnutrición no afecta las concentraciones plasmáticas de progesterona durante el inicio de la fase lútea, pero a la mitad de la gestación se observa una relación inversa entre el nivel de nutrición y los niveles de progesterona (Gordon, 1999).

Salama *et al.*, (2005) observaron una correlación negativa entre el peso al nacimiento de la camada y la producción de leche en la semana 13 de la gestación. Ello es debido a la competencia por glucosa entre la glándula mamaria (para la síntesis de leche) y el útero grávido (especialmente en el caso de gemelos y trillizos), con la consecuente reducción de la producción de leche en las cabras.

En ovejas bien alimentadas al final de la gestación con un solo feto, la captación de glucosa por el útero grávido se considera de un 30 – 50% y se incrementan los

requerimientos de glucosa materna. Aunque la placenta contiene solamente el 10% de la masa fetal en ese momento, el consumo de glucosa por los tejidos fetales (especialmente la placenta) se incrementa en el caso de gemelos y trillizos (Hay *et al.*, 1983; Leury *et al.*, 1990). Además de la función vital del transporte de glucosa materno – fetal la placenta es quien mayor contribuye a incrementar las demandas de glucosa en el animal gestante. La relación del consumo de glucosa por la placenta y feto es constante durante la segunda mitad de la gestación (Bell *et al.*, 1986), aunque la proporción absoluta del incremento de captación de glucosa por el útero es apreciable durante la última parte de la gestación (Bell, 1997).

La gestación induce las adaptaciones de la síntesis hepática materna y la utilización del tejido periférico de glucosa se incrementa en la desnutrición moderada. En la oveja, la gestación induce la gluconeogénesis materna y puede atribuirse a la ingesta de energía aumentada, pero la producción de glucosa incluso aumenta al final de la gestación cuando la ingestión se restringe (Steel *et al.*, 1973 a; Steel *et al.*, 1973 b; Wilson *et al.*, 1983; Bell, 1997).

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, además de acortar los períodos de producción de leche y reducir la resistencia a los parásitos y enfermedades. Asimismo, los síntomas que ocasiona la deficiencia de proteína, en cabras, cuando se les ofrecen dietas isoenergéticas con niveles variables de proteína son anorexia, pérdida de peso, deterioro en la reproducción y poca producción de leche y pelo (Ensminger y Olentine, 1978; Sánchez *et al.*, 2003).

OBJETIVO

Evaluar la suplementación con maíz durante los últimos quince días antes del parto para determinar si afecta los niveles de progesterona, glucosa y calidad de calostro en cabras desnutridas durante la gestación.

HIPÓTESIS

La suplementación con maíz en los últimos días de gestación en cabras desnutridas permite la caída normal de progesterona y mejora los niveles de glucosa entonces aumenta la calidad del calostro.

JUSTIFICACIÓN

Durante los dos últimos meses de gestación el desarrollo fetal aumenta significativamente, por lo que las necesidades nutricionales son muy altas, sobre todo en cabras con dos o tres cabritos. Una alimentación insuficiente, considerando la baja de apetito durante este período, y la prioridad de necesidades en el feto ocasionan una prematura movilización de reservas energéticas debido a la baja disponibilidad de glucosa, lo que puede dar origen a hipoglicemias acompañadas de toxemias de la gestación, trastornos metabólicos graves que pueden ocasionar casos de mortalidad fetal o el nacimiento de cabritos poco vigorosos. Aun sin la aparición de accidentes metabólicos un bajo consumo energético antes del parto, influye favorablemente sobre la producción de leche (Castilleja, 1980).

Los estudios sobre la suplementación alimenticia en cabras criollas de los trópicos secos, muestran aparentemente que los efectos de la suplementación energética no son satisfactorios, la baja eficiencia productiva (factores genéticos) de la mayoría de los animales, permite explicar la tendencia de las cabras criollas a aumentar de peso, más bien que hacia la producción de leche, al recibir una suplementación energética. La suplementación alimenticia en cabras mejoradas permitirá mejores resultados (Castilleja, 1980).

Así mismo, es importante recordar que durante la gestación los niveles de progesterona aumentan hasta días previos al parto, en donde su caída ocasiona no sólo el proceso normal de parto, también promueve la lactogénesis y facilita la presencia de una conducta materna adecuada.

Los costos de la alimentación representan generalmente los mayores gastos en la producción, al realizar una suplementación en los últimos 15 días de la gestación se espera que éstos tengan un impacto en la calidad de la leche y que sea costeable para implementarlo dentro de los programas de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de experimentación

El estudio se realizó en las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4 en el módulo de producción de caprinos y en el área de Postgrado. Ubicada en Km. 2.5 de la carretera Cuautitlán–Teoloyucan, San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Animales

Se utilizaron 70 cabras de la raza Alpino Francés multíparas de entre 3 y 5 años de edad. Los animales se mantuvieron todo el tiempo bajo condiciones de estabulación.

Manejo reproductivo

La reproducción fue sincronizada e inducida con la colocación de esponjas intravaginales impregnadas de acetato de medroxiprogesterona (INTERVET, 40 mg/animal) y la aplicación de una dosis de Gonadotropina Coriónica Equina (Ecg, INTERVET, 400 U. I. /animal).

Proceso experimental

Los animales fueron asignados a 3 grupos experimentales, de acuerdo al manejo alimenticio, de la siguiente manera:

- A) Grupo control (n= 16). Se alimentaron con una dieta que cubrió el 100% de los requerimientos de acuerdo a su estado fisiológico (NRC, 1989; Shimada, 2003).

Dieta:

Ingrediente	Inclusión	Aporte EM	Aporte PC
Rastrojo de maíz	43.16 %	0.94	2.85
Heno de alfalfa	33 %	0.62	4.62
Grano de maíz molido	19.8 %	0.66	1.98
Harina de soya	2.2 %	0.075	1.22
Minerales	1.9 %	0	0
	Total	2.295	10.67

Agua a libre acceso

B) Grupo desnutrido (n = 16). A partir del día 75 de la gestación y hasta el parto se limitaron sus requerimientos de energía y proteína al 70 %.

Dieta:

Ingrediente	Inclusión	Aporte EM	Aporte PC
Rastrojo de maíz	73 %	1.59	4.82
Heno de alfalfa	25 %	0.47	3.5
Minerales	2 %	0	0
	Total	2.06	8.32

Agua a libre acceso

C) Grupo desnutrido + suplementación energética (n= 14). 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 600g. por animal/día).

La dieta se calculó en base a los requerimientos de materia seca diaria por animal, para cabras en gestación avanzada (NRC, 1989).

Peso

Todas las cabras fueron pesadas los días 72, 89, 110 y 131 de gestación y al parto.

Condición corporal

La evaluación de la condición corporal estima el grado de grasa almacenado en el cuerpo (Morand - Fehr *et al.*, 1987; Waltner *et al.*, 1993). La escala para evaluar la condición corporal de las cabras consiste en la palpación de la área lumbar y esternal (Morand - Fehr *et al.*, 1987; Morand-Fehr *et al.*, 1991; Marín, 2007). La escala de evaluación en cabras fue creada por Santucci y Maestrini (1985). La escala de evaluación se muestra en el anexo 1.

A todas las cabras se les determino su condición corporal los días 72, 89, 110 y 131 de gestación.

Índice de masa corporal

En los animales domésticos el peso de cuerpo se usa generalmente para evaluar el estado de energía. La evaluación de la condición del cuerpo también se usa para determinar la gordura del cuerpo. La adaptación del BIM (Body Mass Index) establecida para los humanos a las cabras fue propuesta por Tanaka *et al.*, (2002), Tanaka *et al.*, (2004). Se emplea la siguiente formula:

$$\text{BMI} = [\text{Peso corporal (Kg)} / \text{Altura de la cruz (m)} / \text{Largo del cuerpo (m)}] \times 10$$

A todas las cabras se les determinó el índice de masa corporal los días 72, 89,110 y 131 de gestación.

Determinación de progesterona

Se tomaron muestras de sangre de las cabras antes de que estas fueran alimentadas, para la determinación de progesterona los días 72,89,110, 114, 115, 116,117, 118, 119, 120

y 131 de gestación. Se utilizaron tubos vacutainer con EDTA de 5 ml, con tapón hemogard.

Las muestras se llevaron al laboratorio para ser procesadas para su posterior análisis. Las muestras de sangre se centrifugaron a 3500 RPM x 20 minutos, se recolecto el suero en viales de 3ml y se mantuvieron a - 20°C hasta su análisis.

Las muestras fueron remitidas al Laboratorio de Endocrinología y Reproducción de la Facultad de Medicina y Zootecnia (UNAM) en donde fueron analizadas. La progesterona se midió usando el radioinmunoanálisis de doble anticuerpo (RIA), previa extracción con hexano descrita por Gales *et al.*, (1997).

Se tomaron muestras en los días posteriores al día 131 de gestación, estas fueron procesadas pero debido a la falta de reactivo no fue posible obtener las mediciones correspondientes.

Determinación de glucosa

La determinación de glucosa en las cabras se realizo los días 89, 131, 146 y 149 de gestación.

La glucosa se midió con el Accu – Chek o medidor de glucemia (Laboratorios ROCHE ®, Alemania). Se obtuvo una gota de sangre de la vena yugular y esta fue colocada en una tira reactiva y se espera unos segundos a que esta sea absorbida e inmediatamente el aparato emite una señal y la lectura comienza automáticamente.

Algunas especificaciones del Accu – Chek: El volumen de la muestra que se requiere es de 4 microlitros y puede ser capilar, venosa y arterial , la lectura se realiza en 25 segundos y el intervalo de medición es de 10 – 600 mg/ dl. Su principio de medición se basa en un sensor bioquímico que utiliza electrodos de paladio, las tiras contienen la enzima glucosa deshidrogenasa como reactivo y es independiente de las concentraciones de oxígeno.

Determinación de los componentes del calostro

Una hora y media post parto se recolectó una muestra de calostro aproximadamente 50 ml para medir los porcentajes de proteína, grasa, lactosa, SNF (sólidos no grasos) y sólidos totales con el Milko – Scan 133.

El Milko – Scan 133 trabaja con en el principio de espectrofotometría de infrarrojo. Se filtra la energía infrarroja producida por una fuente a través de los filtros de IR de longitudes de onda específicas y enfocadas a través de las muestras bajo la prueba. La energía atraviesa las muestras y un detector lo convierte en un signo eléctrico correspondiente. Esta señal pasa después al amplificador y ciertas correcciones son procesadas por un microprocesador, para finalmente ser desplegado en el tablero de LCD.

Crías

Tres horas postparto se realizó la identificación de las crías, se tomo como referencia la identificación de la madre, se anoto el sexo y también fueron pesadas.

Análisis estadístico

Se empleó la prueba de análisis de varianza y la prueba de Tukey para comparación de medias entre grupos (Steel y Torrie, 1980) y a lo largo del tiempo para realizar las comparaciones de los datos de las cabras como peso, índice de masa corporal, condición corporal, medición de glucosa y progesterona, peso al nacimiento de las crías, así como los componentes del calostro (proteína, lactosa, temperatura, densidad, SNF y sólidos totales). La información fue procesada con ayuda del paquete estadístico SYSTAT y los datos son presentados en términos de medias y error estándar.

RESULTADOS

1.- Peso de las madres

Cuando inició la desnutrición en el día 72 de gestación, no se encontraron diferencias significativas en el peso de las hembras del grupo control contra las del grupo desnutrido, lo mismo sucedió en los días 89 y 110. Sin embargo, el día 131 de gestación y al momento del parto ya se encontraron diferencias entre los grupos, de esta manera las hembras del grupo control pesaron significativamente más que las del grupo desnutrido y que las del suplementado, ver figura 1.

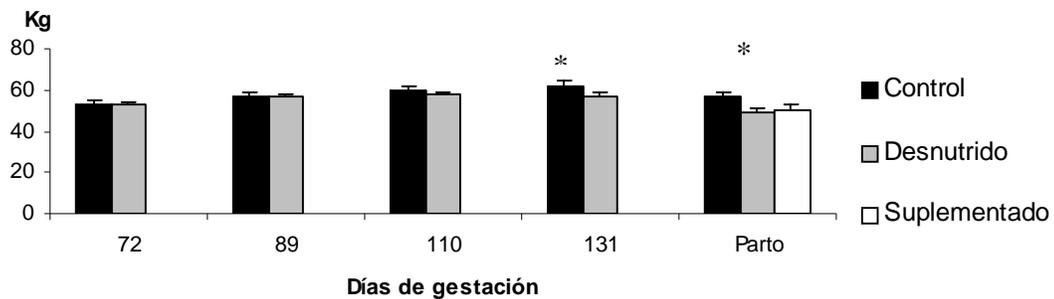


Figura 1.- Peso corporal (media \pm error estándar) de cabras gestantes de los grupos control (n = 16), desnutrido (n = 16) y suplementado (n = 14). * Indica diferencias significativas entre grupos ($P \leq 0.05$).

2.- Índice de masa corporal

Cuando inició la desnutrición en el día 72 de gestación, no se encontraron diferencias significativas en el índice de masa corporal de las hembras del grupo control contra las del grupo desnutrido, lo mismo sucedió en los días 89 y 110. Sin embargo, el día 131 de gestación se encontraron diferencias entre los grupos, de esta manera las hembras del grupo control incrementaron significativamente su índice de masa corporal respecto a las del grupo desnutrido, ver figura 2.

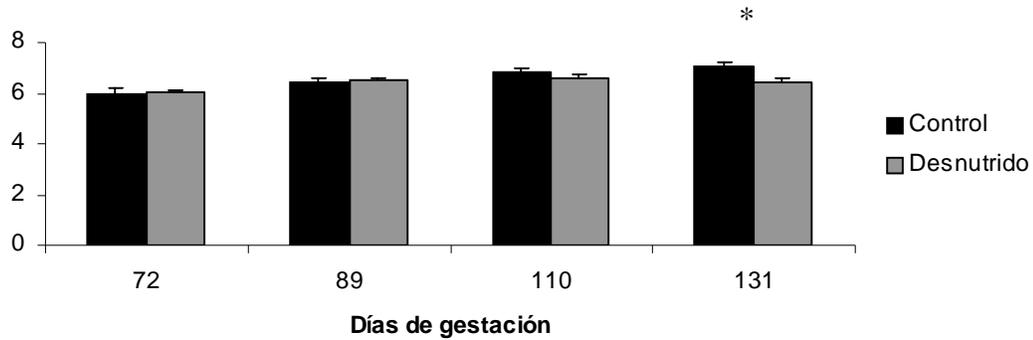


Figura 2.- Índice de masa corporal (media \pm error estándar) de cabras gestantes de los grupos control (n = 16) y desnutrido (n = 30). * Indica diferencias significativas entre grupos ($P \leq 0.05$).

3.- Condición corporal

Cuando inició la desnutrición en el día 72 de gestación, no se encontraron diferencias significativas en la condición corporal de las hembras del grupo control contra las del grupo desnutrido. Sin embargo, en los días 89, 110 y 131 de gestación ya se encontraron diferencias entre los grupos, de esta manera las hembras del grupo control incrementaron significativamente su condición corporal respecto a las del grupo desnutrido, ver figura 3.

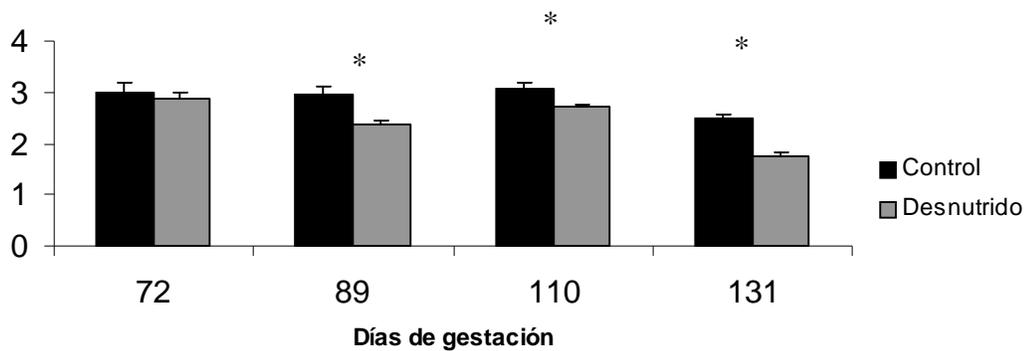


Figura 3.- Condición corporal (media \pm error estándar) de cabras gestantes de los grupos control (n = 16) y desnutrido (n = 30). * Indica diferencias significativas entre grupos ($P \leq 0.05$).

4.- Niveles de glucosa

Cuando inició la desnutrición en el día 72 de gestación, no se encontraron diferencias significativas en los niveles de glucosa de las hembras del grupo control contra las del grupo desnutrido. Sin embargo, en el día 131 de gestación ya se encontraron diferencias significativas entre las hembras del grupo control y desnutrido, de esta manera las hembras del grupo control incrementaron significativamente sus niveles de glucosa. Algo similar ocurrió el día 146 de gestación se encontraron diferencias significativas entre los grupos, de esta manera las hembras del grupo control incrementaron sus niveles de glucosa en comparación de las hembras del grupo desnutrido y suplementado, ver figura 4.

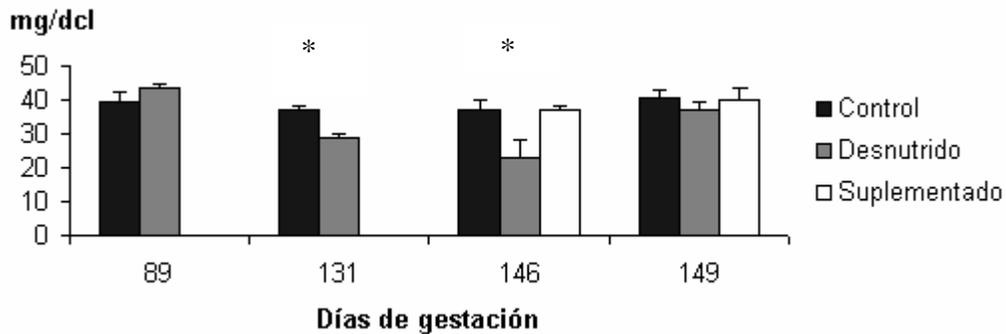


Figura 4.- Niveles de glucosa (media \pm error estándar) de cabras gestantes de los grupos control (n = 16), desnutrido (n = 16) y suplementado (n = 14). * Indica diferencias significativas entre grupos ($P \leq 0.05$).

5. – Niveles de progesterona

Cuando se inició la desnutrición en el día 72 de gestación no se encontraron diferencias significativas en cuanto a los niveles de progesterona en las hembras del grupo control contra las del grupo desnutrido, lo mismo sucedió para los días 89, 110, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120 y 131. En el grupo control están integradas las cabras del grupo suplementado, debido a la falta de reactivo no fue posible realizar la medición en el grupo de hembras suplementadas en las fechas siguientes, ver figura 5.

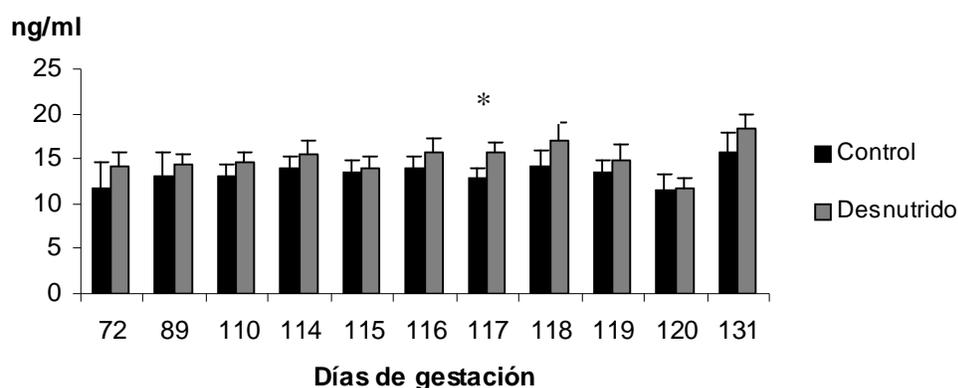


Figura 5.- Niveles de progesterona (media \pm error estándar) de cabras gestantes de los grupos control (n = 16) y desnutrido (n = 30). * Indica tendencia entre grupos.

6. - Calostro

En el calostro se evaluaron los niveles de proteína, lactosa, temperatura, densidad, SNF (sólidos no grasos) y sólidos totales, sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de hembras control, desnutrido y suplementado, ver figura 6.

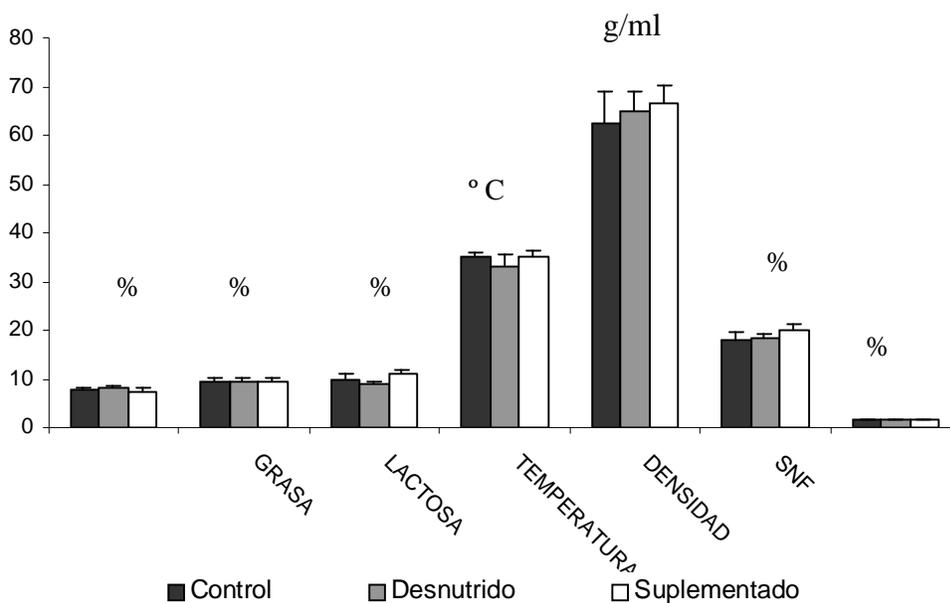


Figura 6.- Calidad de calostro (media \pm error estándar) de cabras de los grupos control (n = 16), desnutrido (n = 16) y suplementado (n = 14). * Indica diferencias significativas entre grupos ($P \leq 005$).

7. Peso de las crías

En el peso al nacimiento de las crías se observan diferencias entre los grupos de hembras, de esta manera las crías del grupo control pesaron significativamente más que las crías del grupo desnutrido y suplementado. Sin embargo, no se observa diferencia significativa en las crías del grupo desnutrido contra las del grupo suplementado, ver figura 7.

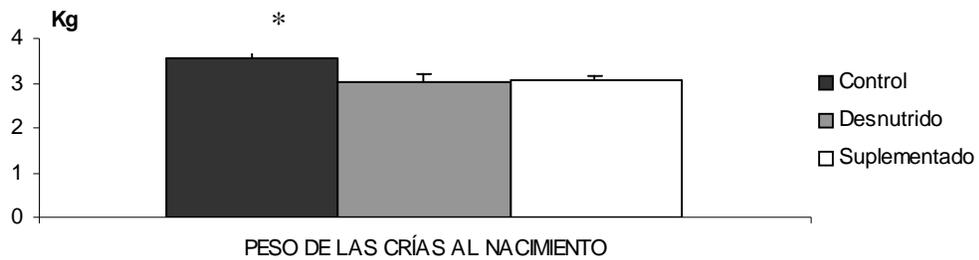


Figura 7-. Peso de las crías al nacimiento (media \pm error estándar) de cabras de los grupos control (n = 21), desnutrido (n = 16) y suplementado (n = 28). * Indica diferencias significativas entre grupos ($P \leq 0.05$).

En el anexo 2 se muestra la media y error estándar de las cabras gestantes a lo largo del experimento: peso, índice de masa corporal, medición de progesterona y glucosa; así como la calidad de calostro y el peso de las crías al nacimiento.

DISCUSIÓN

El estado nutricional puede considerarse como el grado en el que el suministro de nutrientes satisface los requerimientos del animal (Bermúdez, 1986). Se han utilizado diferentes métodos para la evaluación del estado nutricional de los animales y dentro de los cuales lo relacionado a los cambios de peso de la madre y aquellos basados en las modificaciones bioquímicas que suceden en el animal, han sido los más comunes (Russel, 1977). Los cambios de peso permiten detectar la calidad de la nutrición a largo plazo pero son de baja sensibilidad en períodos cortos. La evaluación de los cambios de algunos componentes sanguíneos relacionados al metabolismo proteico, energético y mineral puede ayudar a evaluar un determinado nivel de alimentación para caracterizar en una forma más detallada y poder detectar los momentos críticos nutricionales de la gestación para un mejor manejo nutricional durante la misma, lo cual influye en el comportamiento productivo y reproductivo posparto (Piña *et al.*, 1990).

En el presente estudio se observó que la suplementación en los últimos 15 días de gestación en las cabras control, desnutridas y suplementadas no alteró de forma significativa los componentes del calostro como proteína, lactosa, temperatura, densidad, SNF y sólidos totales. La información sobre los efectos de las dietas de proteína y energía en el tercer tercio de la gestación en cabras lecheras es limitada. Fernández *et al.*, (1989) reportaron un incremento en la producción de leche en cabras alpinas con una alta ingestión de energía en el período del parto. Banchemo *et al.*, (2006 a) observaron que las ovejas subalimentadas presentaron bajas concentraciones de glucosa durante el período del parto y esto limita la síntesis de lactosa y contribuye a la baja producción de calostro. Generalmente, la producción de leche es una de las variables que primero se ve afectada ante cualquier cambio, nutricional o ambiental (NRC, 1989). La calidad del calostro variará según la estación del año, salud general del animal, la edad (las cabras más viejas producen generalmente calostro de más alta calidad que las cabras primíparas) y del programa de alimentación de las cabras durante el último periodo de gestación (Lazzaro, 1994).

El peso de las hembras mostró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) hasta el día 131 de gestación donde las hembras del grupo control fueron las más pesadas, comparadas con los otros dos grupos. De tal manera las hembras del grupo obtuvieron los mayores pesos. Mellado *et al.*, (2001) observaron que el peso al primer y último tercio de la gestación en cabras criollas es un factor de riesgo importante para la presentación de abortos. Para este parámetro productivo se puede observar que como tal, la suplementación energética no incrementa el peso de las madres, debido quizás al desafío que están teniendo por la desnutrición, la gestación y el inicio de la lactancia.

El índice de masa corporal a lo largo de la gestación se mantuvo constante, con una diferencia significativa ($P \leq 0.05$) el día 131 de la gestación obteniendo como media del grupo control 7.0 y desnutrido de 6.4. Aparentemente con una alimentación satisfactoria el aborto es más prevalente en las cabras de mayor masa corporal, pero en condiciones desfavorables de alimentación, las cabras con menor masa corporal constituyen el grupo más susceptible de abortar. Mellado *et al.*, (2001) observaron que la altura a la cruz no fue un factor de riesgo importante para el aborto, pero si la circunferencia abdominal; de tal manera que las cabras con una circunferencia abdominal mayor a 100 cm fueron menos susceptibles al aborto.

Se observó diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en la condición corporal entre grupos los días 89, 110 y 131 de gestación. La media para el día 89 en el grupo control fue de 2.9 y desnutrido 2.3; en el día 110 de gestación para el grupo control 3 y desnutrido 2.7 y para el día 131 de gestación el grupo control 2.4, y desnutrido 1.7, respectivamente. De esta manera se observa que las hembras del grupo desnutrido perdieron mayor condición corporal a lo largo del experimento. Para asegurar un peso adecuado del cabrito al nacimiento y una buena aptitud maternal de la cabra, se debe mantener una condición corporal mínima de 2 durante la gestación y preferiblemente de 3 antes del parto (Daza, 2004). En los animales la nutrición ejerce una significativa influencia en la función reproductiva a través de los cambios del peso del cuerpo y de la condición corporal (Meza-Herrera *et al.*, 2007).

Se observó diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en los niveles de glucosa en los días 131 y 146 de gestación. Se obtuvo como media del grupo control el día 131, 37.1 mg/dcl y para el desnutrido 28.7 mg/dcl, mientras que para el día 146 de la gestación el grupo control 37 mg/dcl, desnutrido 22.8 mg/dcl y suplementado 37.2 mg/dcl. De esta manera se observa que los niveles de glucosa fueron mayores en las hembras del grupo control y que estos niveles se mantuvieron constantes conforme avanzaba la gestación. Ramírez-Bribiesca *et al.*, (1990), observaron que las ovejas gestantes presentaron concentraciones más bajas de glucosa conforme avanza la gestación. Esto se debe a la mayor utilización del metabolito para el crecimiento fetal en el último tercio de la gestación, debido a que se ha calculado que el promedio diario de utilización de glucosa por un feto único cerca del parto es de 32 g, incrementándose su utilización cerca de un 70 % para el consumo de oxígeno por el feto (Gall, 1981). Las bajas concentraciones de glucosa pueden limitar la producción de leche, ya que este es el principal precursor para la síntesis de lactosa (Banchero *et al.*, 2004 a; 2004 b; 2006). El principal factor limitante en la secreción de leche es la disposición de glucosa, por que es el precursor de la lactosa, que en gran parte controla el movimiento del agua en la leche. La glándula mamaria toma 70g de glucosa por Kg de leche formada; de la glucosa que hay en circulación el 60-85% es usado por el tejido mamario, de ahí que con un almacenamiento reducido de glucosa y una reducción en la ingestión del alimento disminuye la producción de leche y se disminuyen los niveles sanguíneos de glucosa (Gall, 1981).

No se observó diferencia significativa ($P \geq 0.05$) en los niveles de progesterona a lo largo de la gestación entre los grupos control y desnutrido. Sin embargo, éstos se incrementaron conforme avanzó la gestación, control (11.6 – 15.6) y desnutrido (14.2 – 18.3), respectivamente. La relación entre el nivel de nutrición y la concentración plasmática de progesterona ha sido reportada en ovejas (12 – 30 ng/ml) con un alto nivel de proteína y (12 – 20 ng/ml) con un bajo nivel de proteína (Dwyer *et al.*, 2003); un bajo nivel de ingestión de alimento está asociado con el retraso en la caída de la progesterona plasmática en el período del postparto (Mellor *et al.*, 1987). La concentración plasmática de progesterona está correlacionada negativamente con la producción de calostro y leche (Hall *et al.*, 1992; O'Doherty y Crosby, 1996), en el postparto tarda la lactógenesis en ovejas

subalimentadas y se asocia con el retardo de la caída de la progesterona (Mellor *et al.*, 1987; Dwyer *et al.*, 2003). Lo descrito por Khan y Lurdi (2002) las concentraciones de progesterona permanecen elevadas hasta 4 semanas antes del parto y disminuyen hacia el parto, permaneciendo a niveles basales 1 – 2 semanas postparto (Dwyer *et al.*, 2003).

En cuanto al peso de las crías al nacimiento se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), entre la media del grupo control 3.5 Kg, desnutrido 3.02 Kg y suplementado 3.04 Kg, respectivamente. En los estudios realizados por Hall *et al.*, (1992), Murphy *et al.*, (1996) y Banchemo *et al.*, (2004 a; 2004 b; 2006) el peso al nacimiento de los corderos no se incrementó por la suplementación alimenticia durante la última semana de gestación. Cantón *et al.*, (2003) no observaron efecto significativo en cuanto a los kilogramos de corderos nacidos, con tres niveles de EM (energía metabolizable) a partir del día 108 de la gestación. La alimentación mejorada en el último trimestre de la gestación en ovejas incrementa el peso al nacimiento de los corderos (Louca *et al.*, 1974; McCutcheon *et al.*, 1986), sin embargo Fernández *et al.*, (1989) no observaron cambios en el peso al nacimiento de las crías con el incremento de energía y proteína en el período del parto (Sahlu, 1995).

CONCLUSIONES

1.- La suplementación con maíz al final de la gestación en cabras desnutridas previamente durante la segunda mitad de la gestación, no mejora la calidad de calostro.

2.- La suplementación al final de la gestación aparentemente no afecta los niveles de progesterona, sin embargo, es necesario realizar más estudios para comprobar esta teoría.

3.- La suplementación en cabras desnutridas al final de la gestación mejora los niveles de glucosa en sangre, lo cual podría, por lo tanto, contribuir a mejorar la cantidad de calostro que las cabras produzcan al iniciar la lactancia.

4.- La suplementación energética en los últimos 15 días de la gestación requiere de 6.6 Kg de maíz por animal, lo que tendría un costo de \$ 23.00.

5.- Es necesario realizar más estudios al respecto para poder enriquecer la información obtenida en el presente trabajo.

Anexo 1. Escala para la evaluación de la condición corporal en cabras.

La palpación de la región del esternón permite reconocer el volumen del tejido adiposo subcutáneo (grosor, anchura y extensión) así como el grosor del tejido que cubre la articulación condroesternal (Santucci y Maestrini, 1985).

- 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 está 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 palparse 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 depresiones 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.

La evaluación de la región lumbar (Honhold *et al.*, 1989), establece un esquema que permite la evaluación de la región lumbar (espinazo), tomando como referencia la parte caudal de la última costilla y la parte frontal del hueso pélvico. Este esquema no solo hace referencia a al reconocimiento anatómico sino que permite determinar el volumen del músculo *longissimus dorsi* y la grasa presente en la región (Rosales, 2003).

- Puntuación 0. Emaciación extrema. Prominencia de los huesos del esqueleto; las articulaciones entre las vértebras se perciben fácilmente al tacto; la piel pare 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 transversas 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 solo 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 parecen muy llenos y cubiertos por una gruesa capa de grasa.

Anexo 2. Media y error estándar de las cabras gestantes a lo largo del experimento: peso, índice de masa corporal, medición de progesterona y glucosa; calidad de calostro y el peso de las crías al nacimiento.

Cuadro 1. Peso corporal media y error estándar (E. S.) de las cabras gestantes de los grupos control (n = 16), desnutrido (n = 16) y suplementado (n = 14).

Días	72		89		110		131		Parto	
	Media	E. S.								
Control	53.041	1.838	56.781	1.965	60.072	1.972	62.072	2.094	56.94	2.14
Desnutrido	53.045	1.066	56.825	1.208	57.784	1.292	57.202	1.333	49.29	2.17
Suplementado									50.198	2.35

Cuadro 2.- Índice de masa corporal media y error estándar (E. S.) de cabras gestantes de los grupos control (n = 16) y desnutrido (n = 30).

Días	72		89		110		131	
	Media	E. S.						
Control	5.993	0.169	6.414	0.178	6.855	0.162	7.041	0.184
Desnutrido	6.045	0.094	6.48	0.115	6.608	0.141	6.466	0.132

Cuadro 3.- Condición corporal media y error estándar (E. S.) de cabras gestantes de los grupos control (n = 16) y desnutrido (n = 30).

Días	72		89		110		131	
	Media	E. S.						
Control	3	0.188	2.969	0.14	3.063	0.111	2.469	0.096
Desnutrido	2.887	0.122	2.371	0.08	2.71	0.06	1.75	0.057

Cuadro 4.- Niveles de glucosa media y error estándar (E. S.) de cabras gestantes de los grupos control (n = 16), desnutrido (n = 16) y suplementado (n = 14).

Días	89		131		146		149	
	Media	E. S.	Media	E. S.	Media	E. S.	Media	E. S.
Control	39.563	2.616	37.125	1.375	37	3.033	40.5	2.181
Desnutrido	43.742	1.136	28.733	0.99	22.8	5.722	36.824	2.752
Suplementado					37.2	3.569	40	1.313

Cuadro 5.- Niveles de progesterona media y error estándar (E. S.) de cabras gestantes de los grupos control (n = 16) y desnutrido (n = 30).

Días	72		89		110		114		115		116	
	Media	E. S.										
Control	11.636	3.002	12.975	2.813	13.029	1.43	13.84	1.437	13.408	1.342	13.408	1.524
Desnutrido	14.244	1.513	14.456	1.108	14.67	1.095	15.522	1.592	13.969	1.302	13.969	1.571

Días	117		118		119		120		121	
	Media	E. S.								
Control	12.852	1.1	14.15	1.774	13.604	1.774	11.491	1.881	15.656	2.201
Desnutrido	15.617	1.273	17.091	1.894	14.849	1.894	11.798	1.107	18.391	1.457

Cuadro 6.- Calidad de calostro media y error estándar (E. S.) de cabras de los grupos control (n = 16), desnutrido (n = 16) y suplementado (n = 14).

Nutriente	Proteína		Grasa		Lactosa		Temperatura	
	Media	E. S.	Media	E. S.	Media	D. S.	Media	E. S.
Control	7.566	0.705	9.487	0.892	9.977	0.893	35.07	0.772
Desnutrido	8.199	0.575	9.323	0.853	8.982	0.59	33.108	2.499
Suplementado	7.327	0.716	9.405	0.67	10.903	0.933	35.267	0.887

Nutriente	Densidad		SNF		Sólidos	
	Media	E. S.	Media	E. S.	Media	E. S.
Control	62.395	6.583	17.999	1.744	1.5	0.135
Desnutrido	65.047	3.995	18.379	1.005	1.539	0.094
Suplementado	66.537	3.832	19.823	1.421	1.525	0.118

Cuadro7-. Peso de las crías al nacimiento (media \pm error estándar) de cabras de los grupos control (n = 21), desnutrido (n = 16) y suplementado (n = 28).

Peso	Media	E. S.
Control	3.549	0.147
Desnutrido	3.028	0.183
Suplementado	3.048	0.095

BIBLIOGRAFÍA

Adeeb, S. K., Hussain, M. y Kausar, R. 2007. Assessment of reproductive parameters in female dwarf goat (*Capra hircus*) on the basis of progesterone profiles. *Animal Reproduction Science*. 102: 267-275.

Agraz, A. 1989. *Caprinotecnia III*. Editorial Limusa. México. 2245-2255

Aisen, E. G. 2004. *Reproducción ovina y caprina*. Primera Edición. Editorial Intermédica. Argentina. 11-23;115-131.

Appendini, C. 1998. *Introducción a la citología y embriología*. Primera Edición. México. 2001-206.

Arbiza, S. I. 1986. *Producción de caprinos*. Primera Edición. A.G.T. Editor. México. 3-5; 31-40; 212- 215; 314-334.

Aughey, E. y Frye, F. 2001. *Comparative veterinary histology with clinical correlates*. Masson Publishing Ltd. Londres. 196-200.

Banchemo, G., Perez, R., Bencini, R., Lindsay, D. R., Milton, J. T. B. 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 Dev*. 46: 1-15.16.

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

Banchemo, G., Quintans, G., Martin, G., Milton, J. T. B. y Lindsay, D. R. 2004 b. 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.

Banchemo, G. E., Quintans, G., Milton, J. T. B. y Lindsay, D. R. 2002. Supplementation of Corriedale ewes with maize during the last week of pregnancy increase production of colostrum. *Anim Prod. Aust*. 24: 273.

Bazer, F. W., Thatcher, W. W., Hansen, P. J., Mirando, M. A. y Ott, T. L. 1991. Physiological mechanisms of pregnancy recognition in ruminants. *Journals of Reproduction & Fertility*. 43: 39-47.

Bell, A. W. y Bauman, D. E. 1997. Adaptations of glucose metabolism during pregnancy and lactation. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*. 2; 265-276.

Bell, A. W., Kennaugh, J. M., Battaglia, F. C., Makowski, E. L. y Meschia, G. 1986. Metabolic and circulatory studies of fetal lamb at mid gestation. *Am. J. Physiol.* 250: E538-E544.

Bermúdez, E. J. W. 1986. Uso de metabolitos sanguíneos en la determinación del estado nutricional de ovinos. Tesis de Maestría. FES Cuautitlán. UNAM. México.

Bizelis, J. A., Charismiadou, M. A. y Rogdakis, E. 2000. Metabolic changes during the perinatal period in dairy sheep in relation to level of nutrition and breed. II Early lactation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.* 84: 73-84.

Blanchard, D. y Sauvant, D. 1974. In *Journées d'études sur l'alimentation de la chèvre laitière.* Ed. I. T. O. V. I. C. Paris. 76-85.

Blockey, M. A., de, B. 1978. The influence of serving capacity test of bulls and herd fertility. *J Anim Sci.* 46: 589-595.

Bocquier, F., Leboeuf, B., Guedon, L. y Chillard, Y. 1996. Reproductive performances of artificially inseminated prepubertal goats. In: *Emes Recontres Autours de Recherche Sur Les Ruminants.* Paris, France. 33: 187-190.

Boling, J. A., *et al.*, 1971. Limited protein and energy for wintering yearling steerson Stanging Kentucky blue grass. *J Anim Sci.* 33: 691.

Buxadé, C. 1995. *Zootecnia bases de la producción animal.* Tomo III. Alimentos y racionamiento. Ediciones Mundi-Prensa. España. 253-255.

Cantón, C. J., Bores Q. R. y Castellanos, R. A. 2003. Medición de los requerimientos energéticos de gestación y lactación en borregas pelibuey. XI Congreso Nacional de la AMENA y I Congreso Latinoamericano de Nutrición. *Memorias.* Cancún, Q. R. México. 415-416.

Capezzuto, A., Chelini, M .O. M., Felipe, E. C. G. y Oliveira, C. A. 2008. Correlation between serum and fecal concentrations of reproductive steroids throughout gestation in goats. *Animal Reproduction Science.* 103; 1-2: 78-86

Castilleja, F. 1980. Revisión bibliográfica de algunos aspectos importantes de la nutrición caprina. Tesis de Licenciatura. UNAM. México. 61;87-98.

Centro de Estudios Agropecuarios. 2001. *Crianza de Caprinos.* Serie Agronegocios. Grupo Editorial Iberoamericano. México. 8-10.

Colección Cursos Superiores. 1998. *Reproducción y mejora de los pequeños rumiantes.* Dirección General de Investigación Agropecuaria. 71-87; 91-99.

Cummins, L. J., Spiker, S. A., Cook, C. y Cox, R. I. 1984. The effects of steroid immunization of ewes and their nutrition on the ovulation rate and associated reproductive wastage. *Reproduction in sheep*. Cambridge University Press. 326-328.

Cunningham, J. 2003. *Fisiología veterinaria*. Tercera Edición. Elsevier Imprint. España. 398-400.

Church, D. C. 1993. *El rumiante: Fisiología digestiva y nutrición*. Editorial Acribia. España. 507-508.

Church, D. C., Pond, W. G. y Pond, K. R. 2006. *Fundamentos de nutrición y alimentación*. Segunda Edición Editorial Limusa. México. 433-458.

Davis, S. R., Hughson, G. A., Farquhar, P. A. y Rattray, P. A. 1980. The relationship between the degree of udder development and milk production from Coopworth ewes. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 40: 163-165.

Daza, A. 2004. *Ganado Caprino: Producción, alimentación y sanidad*. Editorial Agrícola Española. España. 147-155; 194-195.

Delgadillo, J. A. 2005. *Inseminación artificial en caprinos*. Primera Edición. Editorial Trillas. México. 31.

Devendra, C. y McLeroy, G. B. 1986. *Reproducción de ovejas y cabras en los trópicos*. Editorial El Manual Moderno. México. 68-70.

Dieter, D. y Eurell, J. 1998. *Textbook of veterinary histology*. Fifth Edition. Lippicott Williams&Wilkins. USA. 270-283.

Dwyer, C. M., Lawrence, A. B., Bishop, S. C. y Lewis, M. 2003. Ewe-lamb bonding behaviours at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. *British Journal of Nutrition*. 89: 123-136.

Egbowon, B. F., Osinowo, O. A., Biobaku, W. O. y Dipeolu, M. A. 2005. Factors affecting colostrum and milk west african dwarf and red sokoto. *Archivos de Zootecnia* Vol.55, Num. 58: 643-646.

Engeland, I. V., Ropstad, E., Kindhahl, H., Andersen, O., Waldeland, H. y Tverdal, A. 1999. Foetal loss in dairy goats: function of the adrenal glands, corpus luteum and the foetal-placenta unit. *Animal Production Science*. 55: 205-222.

Engelhardt, W. V. y Breves, G. 2005. *Fisiología veterinaria*. Editorial Acribia. España. 560-564.

Ensminger, M. y C. Olentine. 1978. *Feeds and Nutrition*. Ensminger Publishing Company, California, USA. 1417.

Equipo de expertos 2100. 1999. La explotación avanzada de las ovejas y de las cabras. Editorial Vecchi. España. 20-22.

Fabre-Nys, C. y Gelez, H. 2007. Sexual behavior in ewes and others domestic ruminants. *Hormones and Behavior*. 52: 18-25.

Fantova, M. 1989. Trace elements in sheep colostrum and milk. *Sbornik Vysoke Skoly Zemedelske v Praze, Fakulta Agronomicka. Rada B, Zivocisna Vyroba*. 51: 81-86.

FAO. 1987. Tecnología de la producción caprina. 57-71.

Fennessy, P. F. y Owens, J. L. 1985. Winter nutrition of ewes. *Proceedings of the 15th Seminar of the Sheep and Beef Cattle of the New Zealand Veterinary Association*. 15: 105-114.

Ferrell, C. I., Garret, W. N. Y y Hinman, N. 1976. *J Animal Sci*. 42: 1477-1489.

Fernández, J. M., Lu, C. D., Potchoiba, M.J. y Loetz, E. 1989. Dietary energy allowance and incidence of pregnancy toxemia in dairy gotas. *Fed. Anim. Soc. Exp. Biol. J*. 3:A1256 (Abstract).

Ferrell, C. 1991. Nutritional Influences on reproduction. *Reproduction in domestic animals*. 638.

Gales, N. J., Williamson, P., Higgins, L. V., Blackberry, M. A. y James, I. 1997. Evidence for a prolonged postimplantation period in the Australian sea lion (*Nepohoca cinerea*). *J Reprod Fertil*. 111: 159-163.

Galina, C., Saltiel A. y Valencia, J. 1991. Reproducción en animales domésticos. Editorial Limusa. México. 515-520.

Galina, C. y Valencia, J. 2006. Reproducción en animales domésticos. Segunda Edición. Editorial Limusa. México. 521-535.

Galina, M. y Guerrero, M. 2006. Enfermedades de los caprinos y ovinos. Quinta impresión. México. 10-12.

Galina, M. 1992. Caprinotecnia. Editorial FES - Cuautitlán, UNAM. 38-42.

Gall, C. 1981. Goat production. Institute for animal breeding and genetics. Academy Press. London. 321-326.

Gazquez, A. y Blanco, A. 2004. Tratado de histología veterinaria. Editorial Masson. España. 392-394.

Geary, T. W., Reeves, J. J. 1992. Relative importance of vision and olfaction for detection of estrus by bulls. *J Anim Sci.* 70: 2726-2731.

Geenty, K. G. y Rattray, P. V. 1987. The energy requirements of grazing sheep and cattle. In: Nicol, A.M. (ed.). *Livestock feeding on pasture.* New Zealand Society of Animal Production Occasional Publication. 10: 39-53.

Gherdan, A., Trif, A., Malaesteanu, S. y Kalciov, P. 1984. Carotene and vitamin A in pregnant ewes. *Lacari Stiintifice, Institut Agronomic Timisoara, Medicina Veterinaria.* 19: 53-63.

Gnatek, G. G., Smith, L. D., Duby, R. T. y Godkin, J. D. 1989. Maternal recognition of pregnancy in the goat: effects of conceptus removal on interestrus intervals and characterizations of conceptus protein production during early pregnancy. *Biol Reprod.* 41:655-664.

Gómez, A. C. y Bermúdez, E. J. 1991. Ganancia de peso en corderos Rambouillet y su relación con la producción estimada de leche de las madres. *Memorias del 6to. Congreso AMTEO.* Cd. Valles, San Luis Potosí. México.

Goone-Wardene, L. A., Whitmore, W., Jaeger, S., Borchert, T., Okine, E., Ashmawy, O. y Edmon, S. 1977. Effect of prebreeding maintenance diet on subsequent reproduction by artificial insemination in Alpine and Saanen goats. *Theriogenology.* 48: 151-159.

Gordon, I. 1999. *Controlled reproduction in farm animals series. Volume 2: Controlled reproduction in sheep and goat.* Second Reprinted. CAB International. 398-402.

Gunn, R. G., Russel, A. J. F. y Barthram, E. 1986. A note on the affect of nutrition during mid pregnancy on lamb production of primiparous ewes in high body condition at mating. *Animal Production.* 43: 175-177.

Gurría, F. 2004. Situación del sistema caprino en México. *La revista de la cabra.* México. Marzo-Abril, 27-28.

Hafez, E. S. E. 1996. *Reproducción e inseminación artificial en animales.* Interamericana McGraw-Hill. México. 138-157; 180-201.

Hafez, E. S. E. y Hafez, B. 2002. *Reproducción e inseminación artificial en animales.* Interamericana McGraw-Hill. México. 144-155; 177-186.

Hafez, E. S. E. y Dyer, I. A. 1972. *Desarrollo y nutrición animal.* Editorial Acribia. España. 55-77.

Hall, D. G., Holst, P. J. y Shutt, D. A. 1992. The effect of nutritional supplements in late pregnancy on ewe colostrum production plasma progesterone and IGF-1 concentrations. *Australian Journal of Agricultural Research.* 43: 325-337.

Hay, W.W., Sparks, J. W., Wilkening, R. B., Battaglia, F. C. y Meschia, G. 1983. Partition of maternal glucose production between conceptus and maternal tissues. *Am. J. Physiol.* 245: E347-E350.

Hill, J. y Andrews, A. H. 2001. Cuidados de la vaca lechera gestante. Editorial Acribia. España. 15-24.

Hinch, G. N., Lynch, J. J., Nolan, J. V., Leng, R. A., Bindon, B. M. y Piper, L.R. 1996. Supplementation of high fecundity Border Leicester X Merino ewes with a high protein feed: its effect on lamb survival. *Australian Journal of Experimental Agriculture.* 36:129-136.

Honhold, N., Petit, H. y Hallwell, W. 1989. Condition scoring Scheme for Small east African goats in Zimbabwe. *Trop. Anim. Health Prod.* 21: 121-127.

Hussain, Q., Havrevoll, O. y Eik, L. O. 1996 a. Effects of energy intake on plasma glucose non-esterified fatty acids and acetoacetate concentrations in pregnant goats. *Small Ruminant Research.* 21. 89-96.

Hussain, Q., Waldeland, H., Havrevoll, O., Eik, L. O., Andresen, O. y Engeland, I. V. 1996 b. Effect of type of roughage and energy level of reproductive performance of pregnant goats. *Small Ruminant Research.* 21: 97-103.

INIA. 2007. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Capitulo 2: Sistemas de producción caprinos.

Jarrige, R. 1990. Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. Ediciones Mundi-Prensa. España. 20-27; 55-67; 254-262.

Jarrige, R. 1981. Alimentación de los rumiantes (INRA). Ediciones Mundi-Prensa. España. 485-503; 251-258.

Kelly, R. W., Wilkins, J. F. y Newnham, J. P. 1989. Fetal mortality from day 30 of pregnancy in Merino ewes offered different levels of nutrition. *Australian Journal of Experimental Agriculture.* 29: 339-342.

Khan, J. R., y Lurdi, R. S. 2002. Changes in blood glucose, plasma non-esterified fatty acids and insulin in pregnant and non-pregnant goats. *Trop. Anim. Health Prod.* 34: 81-90.

King, G. J., Atkinson, B. A. y Robertson, H. A. 1982. Implantation and early placentation in domestic ungulates. *J Reprod Fertil Suppl.* 31: 17-30.

Kleeman, D. O., Walker, S. K., Walkley, J. R. W., Ponzoni, R. W., Smith, D. H. , Grimson, R.J. y Seamark, R. F. 1993. Effect of nutrition during pregnancy on birth weight and lamb survival in FecB Booroola £ South Australian Merino ewes. *Animal Reproduction Science*. 31: 213–224.

Langlands, J. P. y Sutherland, H. A. M. 1968. *Brit J Nutr*. 22: 217-227.

Lazzaro, J. 1994. Colostrum / Colostrum supplementing. *J Es Vet Med Assoc*. 12; 1759- 1762.

Leury, B. J., Bird, A. R., Chandler, K. C. y Bell, A. W. 1990. Glucose partitioning in the pregnant ewe: effects of undernutrition and exercise. *Brit. J. Nutr*. 64: 449-462.

Louca, A., Maurogensis, A. y Lawlor, M. J. 1974. Effects of plane of nutrition in late pregnancy on lamb birth weight and milk yield in early lactation of Chios and Awass sheep. *Anim Prod*. 19: 341.

Lyons, T. *et al.*, 1970. The affect of energy, protein and vitamin supplementation of the performance and voluntary intake of barley stray by cattle. 27; 436-438.

Mani, A. U., McKelvey, W. A. C. y Watson, A. D. 1992. The effect of low level of feeding on response to synchronization of estrus, ovulation rate and embryo loss in goats. *Theriogenology*. 38: 1013-1022.

Mani, A. U., Watson, E. D. y McKelvey, W. A. C. 1995. Effect of undernutrition on progesterone concentration during the early luteal phase and mid-gestation in goats. *Veterinary Records*. 136: 518-519.

Marín, A. 2007. Relación de la condición corporal con la producción láctea en cabras alpina francesa y el peso de sus crías al nacimiento. Tesis de Licenciatura. FES Cuautitlán, UNAM. México. 6-9.

Mayen, J. 1989. Explotación caprina. Primera Edición. Editorial Trillas. México. 1; 11; 14.

McCraab, G. J. Hosking, B. J. y Egan, A. R. 1986. Placental size and fetal growth in relation to maternal undernutrition during mid-pregnancy. *Proceedings of the Nutrition Society of Australia*. 11: 147.

McCutcheon, S. N., y Bauman, D. E. 1986. Effect of chronic growth hormone treatment on responses to epinephrine and thyrotropin-releasing hormone in lactating cows. *J. Dairy Sci*. 69:45.

McDonald, L. E. 1991. *Endocrinología veterinaria y reproducción*. Cuarta Edición. Interamericana McGraw-Hill. México. 420-430; 490-507.

McDonald, P. y Edward R. A. 2002. Nutrición animal. Editorial Acribia. España. 331-347.

McDonald, P. , Edward R. A., Greenhalgh, J. F. D. y Morgan, C. A. 2006. Nutrición animal. Sexta Edición. Editorial Acribia. España. 331-347.

Mellado, M. 1991. Producción de caprinos en pastoreo. Universidad Nacional Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México. 1-3; 105-113; 211-222.

Mellado, M., González, H. y García, J. E. 2001. Body traits, parity and number of fetuses as risk factors for abortion in range goats. *Agrociencia*. 35: 124-128.

Mellado, M., Valadez, R., Lara, L. M. y García, J. E. 2004. Risk factors affecting conception, abortion and kidding rates of goat under extensive conditions. *Small Ruminant Research*. 55: 191-198.

Mellado, M., Vera, A. y Loera, H. 1994. Reproductive performance of crossbred goats in good or poor body condition exposed to buck before breeding. *Small Ruminant Research*. 14: 45-48.

Mellado, M. y Pastor, F. J. 2006. Non-infectious abortion in goat. *Ciencia Animal Brasileira*. 7: 167-175.

Mellor, D. J. 1983. Nutritional and placental determinants of foetal growth rate in sheep and consequences for the new born lamb. *British Veterinary Journal*. 139: 307-324.

Mellor, D. J., Flint, D. J., Vernon, R. G. y 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. *Quarterly Journal of Experimental Physiology and Cognate Medical Sciences*. 72: 345-356.

Mellor, D. J. y Murray, L. 1985 b. Effects of maternal nutrition on the availability of energy in the body reserves of fetuses at term and in colostrum from Scottish Blackface ewes with twin lambs. *Research in Veterinary Science*. 39: 235-240.

Mellor, D. J. y Murray, L. 1985 a. Effects of maternal nutrition on udder development during late pregnancy and on colostrum production in Scottish Blackface ewes with twin lambs. *Research in Veterinary Science*. 39: 230-234.

Mellor, D. J., Flint, D. J., Vernon, R. G. y 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. *Quarterly Journal of Experimental Physiology and Cognate Medical Sciences*. 72: 345-356.

Mena y Flores. 1978. Pastoreo en agostaderos. In: Nutrición de las cabras. Apuntes mimiógraficos. E.N.E.P. Cuautitlán, México. 27-34.

Meza-Herrera, C. A., Hallford, D. M., Ortiz, J. A., Cuevas, R. A., Sánchez, J. M., Salinas, H., Mellado, M. y Salinas, H. 2007. Body condition and protein supplementation positively affect periovulatory ovarian activity by non LH-mediated pathways in goats. *Animal Reproduction Science*, Article in Press.

Mirand, P. P., Mosoni, L., Levieux, D., Attaix, D. y Bayle, G., Bonnet Y. 1990. Effect of colostrum feeding on protein metabolism in the small intestine of newborn lambs. *Biology of the Neonate*. 57; 30-36.

Morand-Fehr, P., Branca, A., Santucci, P. y Napoleone, M. 1987. Methodes D'Estimation de L'Eetat Corporel Des Chevres Reproductives. Dans: L'evaluation des ovins et des caprins mediterranees. Symposium Philoetiou, Fiamant, J. C. et Morand-Fehr, P. (eds). September 23-25. Fonte Boa. Portugal. Rapport EUR11893.OPOCE. Luxemburg. 202-220.

Morand-Fehr, P. y Sauvant D. 1978. Nutrition and optimum performances of dairy goats. *Livestock Production Science*. 5: 203-213.

Morand-Fehr, P. y Sauvant D. 1988. Alimentacion des caprins. En: Alimentation des bovis, ovins et caprins in Jarrige, R. (Ed). Paris, Francia; Institut Nacional de la Recherche Agronomique. 282-304.

Morand-Fehr, P., Schimidely, P., Hervieu, J. y Bas, P. 1991. Evaluation de la teneur en lipidies des chevres laitières selon leur stade physiologique par les notes d'etat corporel et des parameters zootechniques et metaboliques. *Options Mediterranéennes Série Séminaires*. No. 13: 69-76.

Murphy, P. M., McNeill, D. M., Fisher, J. S. y Lindsay, D. R. 1996. Strategic feeding of Merino ewes in late pregnancy to increase colostrums production. *Anim Prod Aust*. 21: 227-230.

NRC. 1989. Nutrient requirements of domestic animals. Num 15. Nutrient requirements of goat. Second Printing. National Academy Press. Washington. 2-12.

O'Doherty, J. V. y Crosby, T. F. 1996. The effect of diet in late pregnancy on progesterone concentration and colostrum yield in ewes. *Theriogenology*. 46: 233-241.

Owens, J. L. y Hinch, G. N. 1984. Factors influencing placental and fetal development and lamb birth weights. New Zealand Ministry of Agriculture and Fisheries, Agricultural Research Division, Annual Report. 259.

Owens, J. L. 1985. Mid-pregnancy feeding of triplet-bearing ewes. New Zealand Ministry of Agriculture and Fisheries, Agricultural Research Division, Annual Report. 261.

Owens, J. L., Kyle, B. y Fennessy, P. F. 1986. Observations on the effect of litter size, pregnancy nutrition and fat genotype on ewe and fetal parameters. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 46: 41-44.

Parr, R. A., Davis, I. F., Fairclough, R. J. y Miles, M. A. 1987. Overfeeding during early pregnancy reduces peripheral progesterone concentration and pregnancy rate in sheep. *Journal of Reproduction and Fertility*. 80: 317-320.

Piña, B. A., Huerta, M. y García, M. 1990. Uso de los componentes sanguíneos en la determinación del estado nutricional durante la gestación en ovejas. *Memorias del III Congreso Nacional de Producción Ovina, Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Producción Ovina, Tlaxcala*. México. 26-28.

Pond, W. G. y Church, D. C. 2002. *Fundamentos de nutrición y alimentación de los animales*. Editorial Limusa. México. 436-439; 463- 448.

Pond, W. G. y Pond, K. R. 2006. *Introducción a la ciencia animal*. Editorial Acribia. España. 58-61; 76-78.

Ramírez-Bribiesca, E., Zelocoaltecatl, S. L., Cruz, L. R., Cuadra, S. C. E. Y Flores, M. L. M. (Estudio preliminar). 1990. Determinación de los niveles de glucosa sanguínea en ovejas Suffolk-Criollo, durante diferentes etapas del último tercio de gestación (estudio preliminar). *Memorias del III Congreso Nacional de Producción Ovina, Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Producción Ovina, Tlaxcala*. México. 21-24.

Ramírez, R. 2003. *Nutrición de rumiantes, sistema extensivo*. Editorial Trillas. México. 153-154.

Ratray, P. V., Garrett, W. N., East, N. E. y Hinman. 1974. *J Anim Sci*. 38: 613-626.

Ratray, P. V. y Trigg, T. E. 1979. Minimal Feeding on pregnant ewes. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 39: 242-250.

Ratray, P. V. 1977. Nutrition and reproductive efficiency. In: Cole, H. H. and Cupps, P. T. (ed.). *Reproduction in Domestic Animals*. Academic Press, Inc., New York, San Francisco, London. 553-575.

Ratray, P. V. 1987. Sheep production from managed grasslands. In: Snaydon, R.W. (ed.). *Managed Grasslands, B. Analytical Studies*. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam. 113-122.

Ressel, A. J., Doney J.M. y Reid R. C. 1967. Energy requirements of the pregnant ewe. *Journal of Agricultural Science*. 68: 359.

Ressel, A. J., Maxwell T. J., Sibbald A.R. y McDonald, D. 1977. Relationships between energy, intake nutritional state and lamb birth weight in grayface ewes. *Journal of Agricultural Science*. 89: 667.

Ríos, A. y Hernández, F. 1992. Aspectos prácticos de la ovinocultura. Tesis de Licenciatura. FES Cuautitlán, UNAM. México. 194.

Robinson, J. J., McDonald, J., Fraser, C. y Crofts, M. J. 1977. *J Agric Sci Camb.* 88: 539-552.

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

Robinson J. J. 1990 a. Nutrition in the reproduction of farm animals. *Nutrition Research Reviews.* 3: 253-276.

Robinson J. J. 1982. Pregnancy. In: Coop IE (ed), *Sheep and Goat production.* New Zealand: Elsevier Scientific. 103-118.

Robinson, J. J. 1983. Nutrition of the pregnant ewe. In: Haresing, W. (ed.). *Sheep production,* Butterworths, London. 111-131.

Robinson, J. J. 1990 b. The pastoral animal industries in the 21st century. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production .* 50: 345-359.

Romero, C. M., López, G. y Luna, M. 1998. Abortion in goats associated with increased maternal cortisol. *Small Ruminant Research.* 30: 7-12.

Rosales, B. 2003. Condición corporal parto y su relación con la producción y calidad de leche en cabras. Tesis de licenciatura. FES Cuautitlán, UNAM. México. 3-8.

Ruckebusch, Y., Philippe, L., y DunLop, R. 1994. Fisiología de pequeñas y grandes especies. Editorial El Manual Moderno. México. 733-754.

Russel, A. J. F. 1977. The use of measurements of energy status in pregnant ewes. In: D. Lister and N. G. Gregory (Ed). *The use of Blood Metabolites in Animal Production.* British Society of Animal Production Occasional Publ. No. 1:31.

Sachdeva K. K, Sengar O. P. S., Singh S. N. y Lindahl I. L. 1973. Studies on goats: I Effect of place nutrition on the reproductive performance of does. *J Agric Sci Camb.* 80: 375-379.

Sahlu, T., Fernández, J. M. Jia, Z. H., Akinsoyinu, A. O., Hart, S. P. y Teh, T. H. 1993. Effect of source and amount of protein on milk production in dairy goats. *J Dairy Sci.* 76:2701-2710.

Sahlu, T., Hard, S. P., Le-Trong, T., Jia, Z., Dawson, L., Gipson, T. y Teh, T. H. 1995. Influence of prepartum protein and energy concentrations for dairy goats during pregnancy and early lactation. *J Dairy Sci.* 78: 378-387.

Sahlu, T., Fernández, J. M., Lu, C. D. y Potchoiba, M. J. 1992. Influence of dietary protein on performance of dairy goats during pregnancy. *J Dairy Sci.* 75: 220-227.

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

Salama, A. K., Caja, G., Such, X., Casals, R. y Albanel, E. 2005. Effect of pregnancy and extended lactation on milk production in dairy goats milked once daily. *Journal of Dairy Science.* 88: 3894-3905.

Salamon, S. 1990. Inseminación artificial en ovejas y cabras. Editorial Acribia. España. 41-57.

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 Toyuco, Estado Lara. *Zootecnia tropical.* 1: 43-55.

Sapunov, A. G., Podshibyakin, A. E., Chebotarev, I. I. y Golovskoi, I. P. 1986. Biological value of ewes colostrum and milk, and survival of newborn lambs. *Veterinary, Moscow.* 9: 65-66.

Scanes, C. G. 2003. *Biology of growth of domestic animals.* First Edition. Iowa State Press. Blackwell Publishing Company. 5

Shearer, M. K., Katz, L. 2006. Female-female mounting amount goats stimulates sexual performance in males. *Horm Behav.* 50: 33-37.

Shimada, A. 2003. *Nutrición animal.* Primera Edición. Editorial Trillas. México. 48-54.

SIAP. 2007. *Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera.* México.

Sibanda, L. M., Ndlovu, L. R. y Bryont, M. J. 1999. Effect of low plane of nutrition during pregnancy and lactation on the performance of metabolite does and their kids. *Small Ruminant Research.* 32: 243-250.

Speedy, A. W. 1992. *Progress in sheep and goat research.* C.A.B. International. 25-43; 85-95.

Steel, J. W. y Leng, R. A. 1973 a. Effects of plane of nutrition and pregnancy on gluconeogenesis in sheep. I. The kinetics of glucose metabolism. *Brit. J. Nutr.* 30: 451-473.

Steel, J. W. y Leng, R. A. 1973 b. Effects of plane of nutrition and pregnancy on gluconeogenesis in sheep. II, Synthesis of glucose from ruminant propionate. *Brit. J. Nutr.* 30: 475-489.

Steel, R. G. D. y Torrie, J. H. 1980. Principles and proceedings statistic. McGraw-Hill. New York, N.Y. 622.

Tanaka, T., Akabush, N., Inoue, Y., Kamomae, H. y Kandeda, Y. 2002. Fasting-induced suppression of pulsatile luteinizing hormone secretion is related to body energy status in ovariectomized goat. *Animal Reproduction Science*. 72: 185-192.

Tanaka, T., Fujiwara, K-I., Kim, S., Kamomae, H. y Kandeda, Y. 2004. Ovarian and hormonal responses to a progesterone-releasing controlled internal drug releasing treatment in dietary restricted goat. *Animal Reproduction Science*. 84: 135-146.

Torres, E. M. y Borquez, G. J. L. 1994. Efecto de la suplementación en borregas pelibuey gestantes sobre el peso al nacer y al destete, apacentadas en bermudas cruza I y Cheyenne. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Sinaloa.

Tovar-Luna, I., Goetsch, A. L., Pachula, R., Sahlu, T., Carstens, G. E., Freetly, H. C. y Johnson, Z. B. 2007. Efficency of energy use for pregnancy by meat does with different litter size. *Small Ruminant Research*. 71: 83-91.

Treacher T. T. 1970. Effect of nutrition in late pregnancy on subsequent milk production in ewes. *Animal Production*. 12: 23.

Van Der Westhuysen y Roelofse, J. M. 1971. Selection for reproductive efficiency Angora goats. *Mohair Journal*. 23: 43.

Vincent, I. C., Williams, H. L. y Hill, R. 1985. The influence of a low-nutrient intake after mating on gestation and perinatal survival of lambs. *British Veterinary Juornal*. 141: 611-617.

Wallace, L. R. 1978. *J Agric Sci*. 38: 293-302.

Waltner, S., McNamara, J. y Hiller, J. 1993. Relationships of body condition store to production variable in high producing Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 76: 3410-3418.

Waterhouse, A., Roger, L. C. y Ashworth, S. A. 1992. Reducing lamb mortality in hill sheep. In *Neonatal Survival and Growth*. Occasional Publication of British Society of Animal Production no. 10, pp. 43–50 [MA Varley, PEV Williams and TLJ Lawrence, editors]. Midlothian, UK: British Society for Animal Production.

Wentzel, D. 1982. Non-infection abortion in Angora goats. In: *International Conference on Goat Production and Disease*. 3. 10-15 January. Proceedings ...University of Arizona, Tucson, Arizona. 155-161.

Wentzel, D., Leroux, M. N. y Botha, L. J. J. 1976. Effect on the level of nutrition on blood glucose concentration and reproductive performance of pregnant Angora goats. *Agroanimalia*. 8: 59-62.

Wentzel, D., Morgenthal, J. C. y Van Niekerk, C. H. 1975 b. The habitually abortion Angora doe. V plasma oestrogen concentration in normal and aborter does with special reference to the affect to an energy deficiency. *Agroanimalia*. 7: 35-39.

Wentzel, D. y Viljoen, K. S. 1975. The habtually aborting Angora doe. VI. Induction of abortion by administration of exogenous oestrogens. *Agroanimalia*. 7: 41-45.

Wilson, S., MacRae, J. C. y Buttery, P. J. 1983. Glucose production and utilization in non-pregnant, pregnant and lactating ewes. *Brit. J. Nutr.* 50: 303-316.