

**EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN
ALIMENTICIA PREPARTO SOBRE
COMPORTAMIENTO MATERNO-NEONATAL Y
NIVELES DE METABOLITOS EN SUERO
SANGUÍNEO DE CABRAS**

NORMA ELISA HERNÁNDEZ MACÍAS

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN
PRODUCCIÓN AGROPECUARIA**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO

Torreón, Coahuila, México.

Diciembre 2014.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO

**EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA
PREPARTO SOBRE COMPORTAMIENTO MATERNO-
NEONATAL Y NIVELES DE METABOLITOS EN SUERO
SANGUÍNEO DE CABRAS**

POR

NORMA ELISA HERNÁNDEZ MACÍAS

Elaborado bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada como
requisito parcial, para optar al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA



Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras
Asesor Principal



Dr. Miguel Ángel Mellado Bosque
Asesor



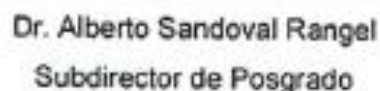
Dr. Cesar Alberto Meza Herrera
Asesor



Dr. Evaristo Carrillo Castellanos
Asesor



Dr. Raúl Villegas Vizcaino
Jefe del Departamento de Posgrado



Dr. Alberto Sandoval Rangel
Subdirector de Posgrado

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DE 2014

AGRADECIMIENTOS

A mis familia por brindarme siempre un apoyo incondicional, a mi mamá Celia Macías Palacios por enseñarme a trabajar siempre de manera incansable hasta lograr mis objetivos y a mi papá Enrique Hernández Ramos por enseñarme siempre a soñar en grande y nunca rendirme.

A mi esposo Nestor Gabriel Juárez Vega por confiar en mí, por su paciencia y por alentarme siempre ha seguir avanzando, gracias por confiar en mis proyectos y estar siempre a mi lado.

A mi hermana y mi sobrina Adriana y Anika Stone por ser mi más grande motivación para seguir creciendo y mejorando día a día.

De manera personal, agradezco a mi asesor principal Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras, por haber confiado en mí uno de sus proyectos y, a pesar de las deficiencias que pude haber tenido, siempre me orientó y apoyó para mejorar día a día en mi labor científica alentándome a seguir adelante, correspondiendo así la confianza depositada en él de una manera extraordinaria.

A mis asesores Dr. Miguel A. Mellado Bosque, Dr. Cesar A. Meza Herrera y Dr. Evaristo Carrillo Castellanos por ser el soporte más fuerte del trabajo realizado, sus conocimientos y su paciencia fueron fundamentales a lo largo de mi formación académica.

Y a CONACYT por haberme permitido entrar en el programa, apoyándome económicamente durante estos dos años, esperando haber retribuido de la manera esperada su apoyo, por medio de este trabajo.

INDICE DE CONTENIDO

Resumen.....	4
Abstract.....	6
1. Introducción.....	8
Hipótesis.....	12
Objetivos	12
2. Marco teórico.....	13
2.1. Comportamiento maternal-neonatal	13
2.1.1. Desnutrición durante la gestación	13
2.1.2. Vinculo maternal-neonatal.....	15
2.1.3. El periodo sensible en las madres.....	16
2.2. Perfiles metabólicos.....	18
2.2.1. Importancia de los perfiles metabólicos sanguíneos	18
2.2.2. Influencia de la dieta o suplementos alimenticios sobre los perfiles metabólicos sanguíneos.....	20
3. Materiales y métodos	22
3.1. Generalidades	22
3.2. Sitio de estudio	22
3.3. Manejo de animales.....	23
3.4. Grupos experimentales	24
3.5. Evaluación de comportamiento	25
3.5.1. Reconocimiento madre-cría	26
3.5.2. Reconocimiento cría-madre.....	27
3.5.3. Observaciones etológicas.....	28
3.6. Evaluación de metabolitos sanguíneos	28

3.6.1. Colesterol	29
3.6.2. Glucosa y proteínas totales.....	29
3.7. Análisis estadístico	29
4. Resultados	31
4.1. Evaluación de comportamiento	31
4.2. Evaluación de metabolitos.....	33
4.2.1. Colesterol	33
4.2.2. Glucosa.....	34
4.2.3. Proteínas totales.....	35
5. Discusión.....	36
5.1. Comportamiento maternal-neonatal	36
5.2. Concentraciones plasmáticas de metabolitos	37
5.2.1. Glucosa.....	37
5.2.2. Colesterol	38
5.3.3. Proteínas	39
6. Conclusión	40
7. Literatura citada.....	41

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 1. Corral de pueba utilizado por las cabras durante el reconocimiento madre-cría	26
Figura 2. Corral de pueba utilizado por las cabras durante el reconocimiento cría-madre	27
Cuadro 1. Resultados de las pruebas de reconocimiento maternal-neonatal...	32
Cuadro 2. Concentraciones de colesterol en sangre	33
Cuadro 3. Concentraciones de glucosa en sangre	34
Cuadro 4. Concentraciones de proteínas totales en sangre	35

Resumen

EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA PREPARTO SOBRE COMPORTAMIENTO MATERNO-NEONATAL Y NIVELES DE METABOLITOS EN SUERO SANGUÍNEO DE CABRAS

Biol. Norma Elisa Hernández Macías

TESIS

**Presentada como requisito parcial para obtener el grado de:
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA**

Asesor:

Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras

Se evaluó el efecto suplementación alimenticia a 15 y 35 días preparto, sobre el comportamiento madre-cría y las concentraciones plasmáticas de colesterol, glucosa y proteínas totales en cabras. Se utilizaron 3 grupos de cabras mestizas (criollo x cabras lecheras) gestantes pluríparas, pastoreando en agostadero bajo las condiciones semiáridas del norte de México (26° N, 103° W, a 1117 msnm, 225 mm de precipitación anual). Los grupos se conformaron por cabras con peso y condición corporal similares. El grupo Control GC (n=7) no

recibió suplementación en el corral. El Grupo G15 (n=8) recibió a las 0800 h, 500 g/animal de un suplemento alimenticio (20% pollinaza, 37% maíz roado, 37% salvado, 4% melaza y 2% de sal) hasta que salían a pastoreo, durante 15 días preparto y 7 días al parto. . El Grupo G35 (n=8) recibió el mismo suplemento de la misma manera que G15 durante -35 y +7 días al parto. Para evaluar el comportamiento sobre el reconocimiento se llevó a cabo una prueba de discriminación a las 4 h postparto para madre-cría y a las 8 h postparto para cría-madre. La toma de muestras sanguíneas fue por venopunción yugular a los -35, -7, 0, +7 y +15 días en relación al parto y se obtuvieron, por espectrofotometría, los valores plasmáticos para colesterol, glucosa y proteínas totales. Las concentraciones sanguíneas para glucosa, colesterol y proteínas totales no difirieron entre tratamientos ($P > 0.05$) por los tratamientos. Las madres del GC pasaron más tiempo buscando a sus crías y emitieron más balidos bajos a las 4 h posparto ($P > 0.05$) en comparación con los grupos G15 y G35. En general, la suplementación alrededor del parto impulso una relación cría-madre más estrecha a las 8 h posparto mediante incrementos en la actividad vocal de las crías, en la búsqueda de su madre. Siendo esto último de importancia fisiológica y etológica en los sistemas de producción extensiva de cabras.

Palabras clave: *comportamiento maternal, cabritos, comportamiento, metabolitos, glucosa, colesterol, proteínas.*

Abstract

EFFECTS OF NUTRITIONAL PREPARTUM SUPPLEMENTATION AT 15 OR 35 DAYS UPON MATERNAL BEHAVIOUR AND METABOLITE LEVELS IN BLOOD SERUM

Thesis by

Biol. Norma Elisa Hernández Macías

**Submitted as a partial requirement for the degree of:
MASTER OF SCIENCE IN AGROPECUARIAN PRODUCTION**

Counselor:

Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras

This study aimed to evaluate the effect of either 15 or 35 d of prepartum nutritional supplementation upon maternal-neonatal behavior and plasma concentrations of cholesterol, glucose and total proteins in three groups of adult pregnant goats near to kidding under grazing-semiarid rangeland conditions in northern México (26 NL, 103°WL, at 1117 m, 225 mm rainfall). A total of 23 goats with similar body weight and condition were divided in three experimental groups: Control Group (GC; n=7) was non supplemented. Group G15 (G15; n=8) was

supplemented from -15 d pre-partum up to +7 d post-partum; goats were supplemented prior grazing, at 0800 h, with a 500 g of a mixture of 20% pollinaza, 37% rolled corn, 37% bran, 4% treacle and 2% salt. Group G35 (G35; n=8) received the same supplement as G15 but from -35 d pre-partum up to +7 d post-partum. To evaluate their ability to differentiate their own kid from an alien kid, a Discrimination Test was carried out at 4 h post-partum for mothers, and 8 h post-partum for kids. Blood samples (10 mL) were aseptically collected from the jugular vein on days -35, -15, 0, +7 and +15 with respect to the kidding day. Serum concentration of cholesterol, glucose and total protein values were obtained by spectrophotometry. Serum concentrations for total protein, glucose and cholesterol were not affected ($P > 0.05$) by treatments. Besides, GC-dams spent more time seeking their offspring and emitted more low-pitched bleats 4-h post-partum ($P < 0.05$) in a two-choice test regarding G15 and G35 groups. In general, peri-partum supplementation promoted a closer dam-kid attachment at 8-h post-partum while encouraged a closer dam-offspring relationship throughout increases in vocal activity and seeking doe's behavior for their kids shortly after parturition. The last being of physiological and behavioral significance to marginal goat production systems.

Key words: *goats, feed supplementation, behavior, metabolites, glucose, cholesterol, proteins.*

1. Introducción

Las cabras son animales que cuentan con un amplio rango de adaptación y son la especie de ganado que se encuentra distribuida más ampliamente en zonas de escasa precipitación. Son manejadas bajo cualquier sistema de producción imaginable y son explotadas para diversos propósitos (Smith y Sherman, 2009) siendo la producción de carne el mayor enfoque, especialmente en Asia, África y Latino América (Morand-Fehr, 2004).

A nivel mundial, el interés en las cabras ha ido en aumento durante la última década, ya que se le ha dado una mayor importancia en los sistemas agrícolas de los países con bajos ingresos. Se ha reconocido el uso de las cabras como una herramienta para los programas de desarrollo rural y así lograr una mejora en las condiciones sociales y económicas de los agricultores y campesinos (Peacock, 1996).

En el Continente Americano, México es el país que cuenta con la mayor cantidad de producción caprina. La caprinocultura es actualmente una actividad que sostiene a más de 400 mil familias en el país y está ubicada en zonas con bajos índices de desarrollo humano. A pesar de la importancia de este tipo de ganado en el país es una actividad que presenta un rezago tecnológico y sanitario notorio y por lo tanto poca o nula organización. Coahuila, al lado de estados como Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí y Guerrero son los que aportan el 45% de la

producción de carne a nivel nacional y junto a Durango y Guanajuato producen el 74% de la producción de leche del país (SAGARPA, 2007).

La región del norte de México conocida como la Comarca Lagunera, conformada por 11 municipios del estado de Durango (Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo, Mapimí, San Pedro del Gallo, San Luis Cordero, Rodeo, Nazas, Cuencamé de Ceniceros, Simón Bolívar y San Juan de Guadalupe) y 5 de Coahuila (Torreón, San Pedro, Viesca, Francisco I. Madero y Matamoros), cuenta con un gran número de ganado caprino (Meza-Herrera *et al.*, 2007) y es la zona productora de leche de cabra más importante del país (SAGARPA, 2007) por lo que la caprinocultura tiene un alto peso en las estrategias económicas regionales, estatales y nacionales en la zona. La alimentación de las cabras en pastoreo extensivo en la Comarca Lagunera se compone principalmente de arbustos, herbáceas y plantas xerófilas, no es común la suplementación alimenticia en la época de escasez de forraje, ni la aplicación de programas de medicina preventiva. Su explotación sigue siendo precaria, con aplicaciones tecnológicas mínimas y se desarrolla en terrenos accidentados con suelos áridos, agostaderos sobre pastoreados y con indicadores productivos muy bajos (Nacional, 2007).

Las cabras gestantes que pastorean en este tipo de zonas les es difícil obtener los requerimientos de energía necesarios para el sostenimiento de la preñez durante las últimas semanas de gestación, ya que la disponibilidad de alimento generalmente no concuerda con la etapa productiva (Mellado *et al.*, 2012) lo que provoca efectos perjudiciales tanto en las crías como de la madre,

incluyendo consecuencias negativas de comportamiento como puede ser el establecimiento del vínculo materno en el periodo post-parto inmediato (Terrazas *et al.*, 2009). Para que este proceso se establezca es necesario que la madre despliegue en forma ordenada una serie de conductas que forman el catálogo o el ectograma de la maternidad y que en la cabra solo aparecen muy cerca del parto, un poco antes del nacimiento de la cría.

Por otro lado, existe un porcentaje importante de pérdidas económicas asociadas con esta etapa que podrían evitarse o corregirse con el conocimiento adecuado del comportamiento de la cabra y su cría (Soto *et al.*, 2010) cuando este vínculo entre madre y cría no se establece rápidamente durante el periodo sensible, la aceptación de los cabritos por parte de la madre se ve reducida drásticamente, e incluso, pueden llegar a ser rechazados totalmente hasta inhibir su amamantamiento. Ambos aspectos son factores fundamentales para la futura supervivencia de las crías por lo que este hecho llevaría consigo un aumento muy elevado de la tasa de mortalidad neonatal (Ramirez *et al.*, 1998).

Queda claro que el componente nutricional es uno de los principales problemas que pueden afectar de diferentes maneras la capacidad productiva de los animales y por ende los niveles de rentabilidad del sector (Bedoya *et al.*, 2012). Por lo que una suplementación alimenticia puede mejorar sustancialmente el peso y la condición corporal de las cabras lo cual se deriva en mejoras en su producción (Mellado, 2008).

Para poder conocer la respuesta de los animales ante este tipo de prácticas es necesario evaluar el estatus nutricional de los animales lo cual se puede hacer por medio de la implementación de un perfil metabólico para así poder evidenciar y evaluar la respuesta de los mismos (Bedoya *et al.*, 2012).

Ante una creciente población humana y el inminente aumento en la demanda de alimentos, cada vez con más valor agregado, se busca mantener la viabilidad de las empresas ganaderas, independientemente de su tamaño y, así diversificar la producción. Entre los principales retos del Programa Nacional Pecuario 2007-2012 se encuentran el "desarrollar y diversificar el potencial productivo de la ganadería nacional" así como "procurar el bienestar animal en los procesos de producción" entre otros tantos (SAGARPA, 2007). Estudios sobre el comportamiento al momento del nacimiento permiten establecer mejores prácticas en cabras, proveyendo una mayor eficiencia reproductiva (Hydbring *et al.*, 1999), siendo estos los principales puntos de interés en el presente trabajo para el cual se suplementó a un grupo de cabras gestantes cercanas al parto para probar su influencia sobre el comportamiento maternal-neonatal y se evaluó su estatus nutricional por medio de perfiles metabólicos.

Hipótesis

La suplementación alimenticia a 15 y 35 días antes del parto en cabras mestizas gestantes mejora el reconocimiento madre-cría y cría-madre y eleva las concentraciones plasmáticas de colesterol, glucosa y proteínas totales.

Objetivos

1. Evaluar el efecto de un suplemento alimenticio, 15 y 35 días antes del parto, en cabras mestizas gestantes mantenidas en agostadero y cercanas al parto sobre el reconocimiento madre-cría y cría-madre.
2. Evaluar el efecto de un suplemento alimenticio en cabras mestizas gestantes mantenidas en agostadero y cercanas al parto sobre los niveles de sanguíneos de colesterol, glucosa y proteínas totales.

2. Marcoteórico

En la actualidad, las cabras mestizas son manejadas en sistemas de producción tanto intensivos como extensivos, ambos implican una amplia diferencia entre las reservas corporales de energía que tienen las mismas durante la etapa de gestación (Mellado *et al.*, 2012). Estas diferencias han provocado que las cabras mestizas manejadas bajo sistemas de producción extensivos, especialmente en pastoreo en agostadero en zonas áridas, modifiquen sus patrones alimenticios lo cual se ha asociado con un estatus nutricional bajo (Mellado *et al.*, 2003) e incluso se han documentado altos índices de mortandad en cabritos bajo estas condiciones de manejo (Petros *et al.*, 2014; Slayi *et al.*, 2014). Por lo anterior, ante estas deficiencias de nutrición, las cabras han presentado un alto nivel de adaptación ya que el estrés nutricional que tienen durante la gestación no interfiere con el nivel de alerta y fortaleza de los cabritos recién nacidos (Mellado *et al.*, 2012).

2.1. Comportamiento maternal-neonatal

2.1.1. Desnutrición durante la gestación

La nutrición materna es crucial para asegurar el crecimiento y desarrollo adecuado de las crías en todas las especies. La nutrición materna durante la gestación y lactación tienen efectos profundos en la programación de la cría. Las

crías expuestas a malnutrición durante la gestación generalmente exhiben las consecuencias más críticas (Pfaff *et al.*, 2002). En cabras es uno de los factores que afectan gravemente la fisiología y el comportamiento de la madre y la cría. En la crías se ve afectado el metabolismo endocrino así como los procesos de aprendizaje y esto se puede observar de manera inmediata al nacer ya que se muestran con bajo peso, falta de vitalidad y viabilidad y tienen un deterioro en sus procesos cognitivos, lo cual puede provocar que una madre pierda el interés sobre él aunque esté lo suficientemente motivada. Por otro lado, cuando una madre muestra un estado de desnutrición durante la gestación puede mostrar un bajo interés sobre su cría así como disminuir su instinto maternal aun cuando la cría esté fuerte y activa (Terrazas *et al.*, 2002).

Uno de los problemas críticos relacionados a la supervivencia de los cabritos se encuentra en la nutrición de las madres durante la gestación. Ciertamente las cabras que enfrentan una nutrición deficiente durante la gestación obtienen crías con altos niveles de mortandad (Laporte-Broux *et al.*, 2011). El consumo de alimento inapropiado durante la gestación, lo cual puede darse especialmente en cabras mantenidas en pastoreo bajo sistemas extensivos, puede llegar a provocar alteraciones en el comportamiento maternal-neonatal al parto y retrasos en el desarrollo de las crías (Gotardo *et al.*, 2011). Uno de los aspectos que se pueden ver afectados por esta condición es el vínculo maternal-neonatal (Terrazas *et al.*, 2009).

2.1.2. *Vinculo maternal-neonatal*

La interacción entre la madre y su cría al momento del parto es crítica para asegurar el establecimiento de la respuesta materna a lo largo de la lactación, especialmente en hembras primíparas (Pfaff *et al.*, 2002). Se ha demostrado que en cabras, cualquier perturbación ya sea en el cuidado materno o en el reconocimiento mutuo puede alterar seriamente el despliegue del comportamiento materno provocando efectos perjudiciales en la supervivencia de los cabritos durante los primeros días de vida (Pfaff *et al.*, 2002; Nowak *et al.*, 2007;). Las cabras establecen un vínculo estrecho con sus crías, una vez que este queda sentado las madres son capaces de rechazar crías ajenas para permitir el desarrollo exclusivo de su cría (Romeyer y Poindron, 1992).

Las señales olfativas son extensamente usadas por las madres para asegurar la interacción con sus crías y de manera consecuente un buen desarrollo de la misma. Las señales olfativas juegan un rol inhibitorio en la respuesta materna, pues las hembras no gestantes encuentran el olor de las crías recién nacidas desagradable. Estructuras neuronales, como el bulbo olfativo, pasan por cambios profundos cuando son expuestos al olor de la cría al momento del parto, estos cambios en el circuito sináptico contribuye de manera favorable para ambos, madre y cría (Levy *et al.*, 2004). Es por eso que se debe tener contacto entre ambos en las primeras horas posparto para que la madre sea capaz de memorizar el olor característico de su cría, el cual sirve como una base para una lactancia selectiva por parte de la madre y una relación estrecha entre

ambos, ya que en las primeras horas posparto, las características físicas de la cría parecen no ser suficientes para llevar a cabo un reconocimiento exclusivo por parte de la madre ya que necesitan la ayuda de señales olfativas (Romeyer *et al.*, 1994; Poindron *et al.*, 2003).

El reconocimiento vocal entre madre-cría juega un papel importante en el desarrollo de una relación estrecha entre ambos. Este proceso de reconocimiento vocal en mamíferos gregarios que se encuentran en constante movimiento es de vital importancia para cuando ambos necesitan moverse del lugar de nacimiento, especialmente por el corto alcance que tiene el reconocimiento olfativo y visual una vez que están en movimiento (Searby y Jouventin, 2003; Terrazas *et al.*, 2003; Sèbe *et al.*, 2007).

2.1.3. El periodo sensible en las madres

El parto representa un periodo privilegiado en las hembras para expresar un comportamiento materno y desarrollar una relación estrecha con su progenie (Rosenblatt y Siegel, 1981). El comportamiento de la madre debe adaptarse de manera óptima a las necesidades de su cría. La detonación de este comportamiento se relaciona a todos los eventos fisiológicos por los que pasa la madre durante el parto y los cuales tienen un papel específico al momento (Poindron, 2005).

En particular, las condiciones que existen alrededor del parto – en términos fisiológicos, son: cambios en las concentraciones sanguíneas de diversas hormonas (oxitocina, $\text{PGF2}\alpha$, progesterona, prolactina, estradiol y corticoesteroides), contracciones en el útero, cambios en la distribución y/o número de receptores para ciertas hormonas y neurotransmisores en el cerebro con la percepción simultánea de los estímulos de la cría – favorecen la consolidación y dirigen la atención de la madre a su cría (Pfaff *et al.*, 2002). Al momento del nacimiento las crías se convierten en potentes estímulos y a lo largo de este proceso sensorial constituye una parte importante del desarrollo motivacional de la madre (Levy *et al.*, 2004). La combinación de todos estos eventos resulta en la existencia de un periodo sensible de receptividad de las crías.

El comportamiento materno aparece en promedio durante las tres horas precedentes del parto, con un nivel máximo de aceptación al momento del parto seguido de un decremento progresivo de la motivación materna. Tanto en las borregas como en las ratas 30 min de interacción con la cría durante el periodo sensible es suficiente para mantener este lazo durante al menos 10 días (Poindron, 2005); en cabras, el límite de tiempo para llevar a cabo el primer encuentro entre madre-cría es de 7 h. Para las crías la existencia de estas ventanas de tiempo, durante el cual la exposición o no de un individuo en desarrollo a formas específicas de estimulación, determina la dirección y la magnitud de las respuestas dadas en la edad adulta ante su medio ambiente (Pfaff *et al.*, 2002).

2.2. Perfiles metabólicos

La desnutrición en las cabras gestantes también puede verse reflejada en los niveles de metabolitos en la sangre ya que la cantidad de alimento consumido es un factor que influye en los mismos (Landau *et al.*, 1993). Una alimentación baja en energía durante la gestación en cabras puede provocar hipoglucemia, estimula la gluconeogénesis en el hígado y moviliza las reservas de grasa corporal (Pethick *et al.*, 1983). Generalmente cuando existe una carencia energética en la dieta de las cabras, estas catabolizan una mayor cantidad de sus reservas de grasa (Mellado *et al.*, 2003).

El estrés metabólico causado por deficiencias energéticas en la dieta es capaz de disminuir las concentraciones plasmáticas de glucosa lo cual está relacionado con fallas reproductivas en las cabras (Hussain *et al.*, 1996). Esta situación puede mejorarse por medio de suplementos alimenticios, siempre y cuando las cabras obtengan la cantidad adecuada de los mismos (Landau *et al.*, 1993).

2.2.1. Importancia de los perfiles metabólicos sanguíneos

Los metabolitos plasmáticos pueden ser usados como predictores de balances de energía y están relacionados con las respuestas reproductivas de los rumiantes bajo diferentes condiciones fisiológicas (Hussain *et al.*, 1996).

Los perfiles metabólicos permiten entender los factores que influyen en los cambios en las concentraciones plasmáticas lo cual permite tener un mejor diagnóstico sobre las dietas o suplementos brindados. Estos deben de ser solo una base para entender los factores externos que están afectando al individuo en cuestión y no el primer paso en el proceso de diagnóstico (Ingraham y Kappel, 1988).

De manera adicional en el proceso de diagnóstico se puede tomar en cuenta la medición de la condición corporal, la cual puede ser una herramienta útil para estimar el estatus energético en cabras producidas en sistemas extensivos. Ya que cuando la condición corporal mejora es un indicador de una disponibilidad satisfactoria de nutrientes en el alimento el cual a su vez se ve reflejada en altos niveles de triglicéridos y colesterol (Cabiddu *et al.*, 1999).

Para poder llevar a cabo un buen diagnóstico de un perfil metabólico se debe llevar a cabo una evaluación y un seguimiento de la dieta o suplemento dado y de esta manera poder confirmar que cambios en las dietas son deseados o muestran una mejora (Ingraham y Kappel, 1988). La cantidad de suplemento dada es un factor que influye en los niveles de metabolitos en la sangre, ya que cuando no se da suficiente puede no modificar los niveles que presentan normalmente (Landau *et al.*, 1993).

En cabras producidas bajo dietas específicas y sistemas intensivos en comparación con cabras producidas bajo sistemas de pastoreo extensivos existe una considerable diferencia en sus niveles metabólicos, ya que las cabras de sistemas extensivos generalmente presentan concentraciones metabólicas que indican un déficit energético (Khaled *et al.*, 1999).

La glucosa, por ejemplo, es un buen indicador de balance energético ya que ésta disminuye cuando existe una restricción energética en el alimento. (Hussain *et al.*, 1996). Aunque también se sabe que el aumento de concentraciones de glucosa sanguínea es un indicador en las últimas etapas de trabajo de parto. Ya que la liberación de cortisol es esencial para dar inicio a las labores de parto (Jenkin y Young, 2004).

2.2.2. Influencia de la dieta o suplementos alimenticios sobre los perfiles metabólicos sanguíneos

Una buena suplementación alimenticia en el último tercio de la gestación en cabras puede lograr aumentar los niveles de glucosa en las cabras a los 7 y 15 días después del parto, lo cual es un indicador de mejora en el metabolismo energético de las mismas (Sadjadian *et al.*, 2013).

El aumento de proteína en la dieta diaria generalmente va acompañado de un aumento en la ingesta de materia seca (Bencini, 2001) y el aumento de

contenido energético en la dieta durante la última semanas de gestación permite un aumento en los niveles de glucosa (Banchero *et al.*, 2006). Por lo que una suplementación de una fuente proteica podría incrementar sustancialmente el peso y la condición corporal de la cabra en época de verano, en invierno, por la escasez de forraje de la época, habría que agregar a los suplementos granos de cereales, para proveer energía adicional a las cabras (Mellado, 2008).

3. Materiales y métodos

3.1. Generalidades

Todos los procedimientos y métodos usados en este estudio respecto al uso y cuidado de los animales fueron llevados a cabo mediante pautas aceptadas internacionalmente (FASS, 1999)

3.2. Sitio de estudio

El presente trabajo fue realizado en una granja caprina comercial de manejo extensivo en el Ejido Santa Fe en Torreón, Coahuila, México (26 N, 103° W) con una altura de 1120 msnm.

Las condiciones geográficas del área presentan una planicie semidesértica de clima caluroso y árido, con lluvias deficientes todo el año. Tiene una precipitación media anual de 225 mm y una humedad del 38%. La temperatura máxima en verano es de 28° a 42° C.

La flora más común del lugar está representada por herbáceas como *Sphaeralcea angustifolia* y *Solanum elaeagnifolium*; arbustos como *Atriplex canescens*, *Prosopis glandulosa* y *Acacia farnesiana* y pastos como *Bouteloua curtipendula* y *Aristida arizonica*.

3.3. Manejo de animales

Las cabras utilizadas forman parte de un rebaño comercial que se mantiene en condiciones extensivas y son empleadas para la producción leche-cabrito (los cabritos son sacrificados a los 30 días de vida). Pastorean todo el año durante 7 h al día (1100 a 1800 h). Después del pastoreo las cabras fueron encerradas en corrales, tenían libre acceso a agua pero no a alimento. No fueron suplementadas de ninguna manera y tampoco recibían algún tipo de soporte sanitario ni tratamientos antiparasitarios. Las cabras manejadas con los procedimientos tradicionales usados por los productores de zonas marginales en el norte de México.

A lo largo del proyecto las cabras fueron manejadas de la misma manera, a excepción de los grupos suplementados, los cuales recibían suplementos alimenticios por las mañanas antes de salir a pastorear.

Las cabras seleccionadas fueron multíparas de genotipo indefinido (lechera x nativa), con una condición corporal similar de 2,5, la cual fue determinada mediante una valoración táctil de masa muscular en vértebras lumbares; usando una escala de 1-4. La ovulación de las cabras fue sincronizada en el mes de abril, exponiéndolas a un macho cabrío tratado con testosterona, basados en el método de Luna-Orozco *et al.*, (2012), las cabras expuestas a los machos cabríos fueron tratadas con 25 mg de progesterona, previo al estímulo

por medio del macho cabrío, para evitar ciclos estruales cortos de manera que se pudiera tener un estimado de las fechas de parto.

3.4. Grupos experimentales

Se seleccionaron al azar 23 cabras, con aproximadamente 110 días de gestación (40 días previos al parto), con un peso y condición corporal similar. Fueron divididas en 3 grupos experimentales de la siguiente manera:

1. Grupo Testigo (GT, n=7). No recibió ningún tipo de suplemento alimenticio en el corral.
2. Grupo 15 (G15, n=8). Recibió un suplemento alimenticio desde 15 días preparto hasta 7 días postparto.
3. Grupo 35 (G35, n=8). Recibió un suplemento alimenticio desde 35 días preparto hasta 7 días postparto.

El suplemento alimenticio proporcionado consistió en 20% pollinaza, 37% maíz roado, 37% salvado de trigo, 4% melaza y 2% de sales minerales. Se suministró un total de 500gr por animal por día el cuál se ofrecía a las 0800 h y se les dejó hasta que salían a pastoreo.

Todas las cabras utilizadas eran llevadas a pastorear diariamente a diferentes sitios y caminaban aproximadamente 5 km diarios. Las cabras eran apartadas antes del parto y parían en corrales techados sobre piso de tierra.

3.5. Evaluación de comportamiento

Para evaluar el comportamiento sobre el reconocimiento maternal-neonatal se llevó a cabo una prueba de discriminación el cual consiste en una prueba de doble elección para evaluar la preferencia hacía la propia madre o cría sobre una ajena basados en las pruebas descritas por Terrazas *et al.* (2009).

Las pruebas se llevaron a cabo en un recinto triangular (Figura 1). Todas las pruebas se llevaron a cabo en los corrales donde las cabras permanecían durante toda la noche. Cada una de las crías, la propia y la ajena, eran colocadas en una de las jaulas de espera (alternando de lado en cada prueba) localizadas en el lado opuesto del corral donde se encontraba la madre. Una vez adentro se comenzaba la prueba, en donde permanecían 30 s escuchando las vocalizaciones de las crías. Entonces la madre era liberada por 5 min y su comportamiento era registrado. Llevándose a cabo la misma prueba para las crías en un recinto más pequeño (Figura 2).

3.5.1. Reconocimiento madre-cría

Las pruebas de reconocimiento madre-cría se llevaron a cabo a las 4 h después del parto, con una distancia de 10 m entre el corral de la madre y los corrales de las crías, registrando las conductas indicadas en el punto III.5.2.

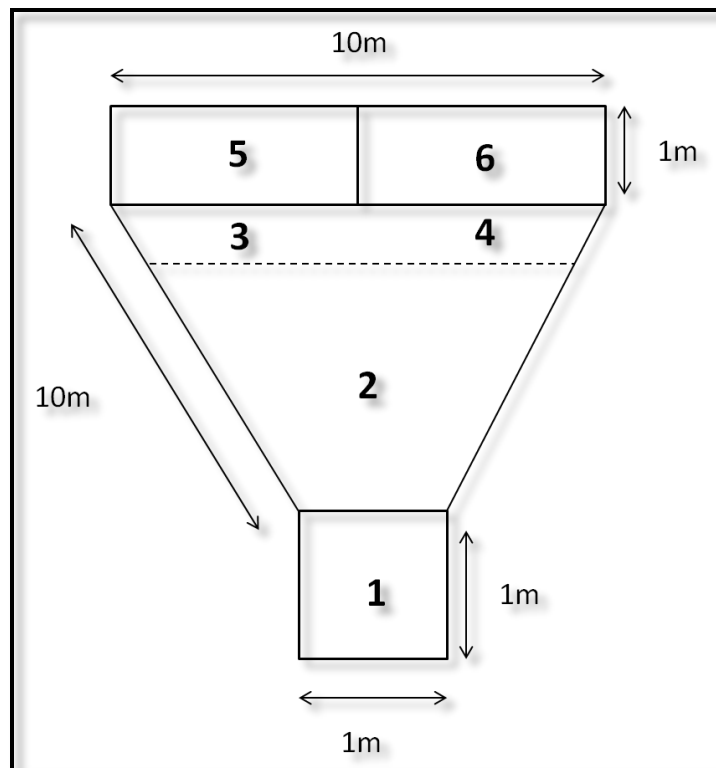


Figura 1. Corral de prueba utilizado por las cabras durante el reconocimiento de las madres hacia sus crías, en donde: 1) Corral de espera de la madre, 2) Zona neutral, 3 y 4) “Área de Contacto” con cada cría, 5 y 6) Corrales para las crías (Terrazas *et al.*, 2009).

3.5.2. Reconocimiento cría-madre

Las pruebas de reconocimiento cría-madre se llevaron a cabo a las 8 h después del parto, con una distancia de 6 m entre el corral de la cría y los corrales de las madres (Figura 2), registrando las mismas conductas que en las madres.

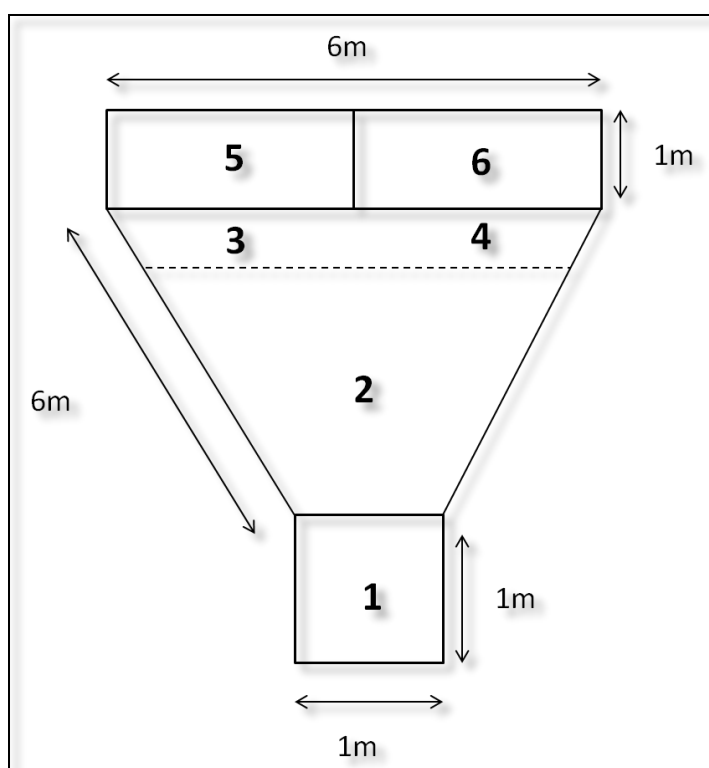


Figura 2. Corral de prueba utilizado por las cabras durante el reconocimiento de las crías hacia sus madres, en donde: 1) Corral de espera de la madre, 2) Zona neutral, 3 y 4) “Área de Contacto” con cada cría, 5 y 6) Corrales para las crías (Terrazas et al., 2009).

3.5.3. Observaciones etológicas

Las variables etológicas registradas tanto en las madres como en las crías fueron las siguientes:

- Entradas al “área de contacto”: número de veces que el individuo evaluado entraba al área de contacto definida tanto para la madre o cría propia como ajena.
- Duración en el “área de contacto”: periodo de tiempo que duró el individuo probado en la misma, ya sea de la madre o cría propia o ajena.
- Balidos altos: número de balidos altos emitidos tanto a la madre o cría propia como ajena.
- Balidos bajos: número de balidos bajos emitidos tanto a la madre o cría propia como ajena.

3.6. Evaluación de metabolitos sanguíneos

La colección de muestras sanguíneas (10 mL) en las cabras se realizó por medio de venepuntura yugular, usando agujas desechables y tubos vacutainer (Corvac, Kendall Health care, St. Louis, MO), en los días 35 y 7 antes del parto, al parto, y a los días 7 y 15 después del parto.

Las muestras se dejaron coagular a temperatura ambiente por 30 min. El suero sanguíneo se obtuvo mediante centrifugación (1500 x g, 15 min) y se envasaron en microtubos de polipropileno (Axygen Scientific, Union City, CA, USA) y almacenaron a -20°C hasta el momento de su análisis. Todas las muestras fueron analizadas mediante un espectrofotómetro Coleman Junior II a 540 nm.

3.6.1. Colesterol

La concentración de colesterol fue obtenida bajo el método de colorimetría enzimática CHOD-PAP (MTI diagnostics, Ames, Iowa, USA).

3.6.2. Glucosa y proteínas totales

Los valores plasmáticos de glucosa y proteínas totales fueron obtenidos mediante la intensidad de color.

3.7. Análisis estadístico

El nivel de significancia para todas las prueba estadísticas fue establecido en $P < 0.05$.

Las variables de balidos emitidos, acercamientos y tiempo fueron sometidas a la prueba de rangos de Wilcoxon Rank test.

Análisis no paramétricos fueron llevados a cabo para la comparación de eventos entre madres-crías propias y ajenas así como para los metabolitos sanguíneos.

Se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS Inst. Inc. V9.1, Cary, NC, USA) para todos los procedimientos anteriores.

4. Resultados

Los efectos de una suplementación alimenticia a 15 y 35 días preparto se muestran a continuación en cada una de las variables analizadas:

4.1. Evaluación de comportamiento

Los acercamientos de las crías hacia las madres fue mayor en G35 independientemente si era la propia o ajena. Sin embargo las madres del GC invirtieron más tiempo en la zona de contacto que las madres de G15 o G35. Ninguna de las cabras en los diferentes grupos discriminó de manera significativa a las madres o crías ajenas.

La actividad vocal, tanto de las madres como de las crías, se vio afectada, siendo las cabras del G15 las que mostraron los valores más altos ($P < 0.05$) en cuanto a la emisión de balidos, tanto altos como bajos. El número total de balidos emitidos fue mayor en G35 ($P < 0.05$) en comparación con los otros grupos. Las madres emitieron una cantidad mayor de balidos que las crías.

El número de balidos emitidos hacia las crías propias o ajenas no difirieron en ningún grupo experimental. Los acercamientos de las crías, hacia sus propias madres o ajenas, fueron mayores ($P < 0.05$) en G35 en comparación con los otros grupos

Cuadro 1. Resultados de las pruebas de reconocimiento maternal-neonatal realizados a las 4 h y 8 h respectivamente después del parto. Valores son medias \pm desviación estándar.

		Reconocimiento Madre-Cría 4 h			Reconocimiento Cría-Madre 8 h		
		GC ¹	G15	G35	GC ¹	G15	G35
EVENTOS	PROPIA	1.0 \pm 0.4 ^a	0.7 \pm 0.5 ^a	1.3 \pm 0.5 ^a	0.3 \pm 0.2 ^a	0.2 \pm 0.2 ^a	0.8 \pm 0.2 ^b
	AJENA	0.9 \pm 0.3 ^a	0.4 \pm 0.3 ^a	0.9 \pm 0.2 ^a	0.3 \pm 0.2 ^a	0.2 \pm 0.2 ^a	1.1 \pm 0.3 ^b
TIEMPO	PROPIA	40.7 \pm 19.5 ^a	9.7 \pm 4.9 ^c	25.1 \pm 11.5 ^b	0.3 \pm 0.2 ^a	6.2 \pm 6.9 ^a	19.6 \pm 11.2 ^b
	AJENA	57.3 \pm 36.5 ^a	6.0 \pm 3.7 ^c	11.9 \pm 5.9 ^b	0.3 \pm 0.2 ^a	0.2 \pm 0.2 ^a	15.7 \pm 7.7 ^b
BALIDOS ALTOS	PROPIA	3.8 \pm 1.9 ^a	2.6 \pm 2.5 ^a	8.6 \pm 4.0 ^b	2.1 \pm 1.5 ^a	1.8 \pm 1.9 ^a	2.9 \pm 0.9 ^a
	AJENA	3.0 \pm 1.5 ^a	3.3 \pm 3.0 ^a	4.6 \pm 2.3 ^a	1.0 \pm 0.7 ^a	0.4 \pm 0.4 ^a	2.1 \pm 0.7 ^b
BALIDOS BAJOS	PROPIA	15.8 \pm 6.8 ^a	1.8 \pm 1.2 ^b	6.3 \pm 2.8 ^b	0.8 \pm 0.8 ^a	0.4 \pm 0.4 ^a	3.4 \pm 1.9 ^a
	AJENA	16.4 \pm 6.1 ^a	1.5 \pm 1.1 ^b	4.4 \pm 2. ^b	0.2 \pm 0.2 ^a	0.1 \pm 0.1 ^a	0.3 \pm 0.2 ^a

¹ GC – Cabras no suplementadas; G15 – Cabras suplementadas - 15 d preparto hasta 7 d posparto; G35 – Cabras suplementadas - 35 d preparto hasta 7 d posparto.

No existieron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre reconocimiento de crías propias y ajenas.

Superíndices diferentes en columnas significan diferencias estadísticas ($P < 0.05$).

4.2. Evaluación de metabolitos

4.2.1. Colesterol

La suplementación alimenticia en la madre durante el último mes de la gestación no afectó los niveles plasmáticos de colesterol en los diferentes grupos tratados como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados de las concentraciones de colesterol en los diferentes tiempos de muestreo en cabras manejadas bajo condiciones de pastoreo en agostadero recibiendo 500 g de suplemento diario durante los últimos 35 o 15 días de gestación y hasta 7 días posparto.

COLESTEROL, mg/dL ¹			
Grupo	Inicial	Parto	7d
GC ²	38.7±4.5	41.3±1.8	44.8±4.6
G15	56.2±3.0	35.4±3.8	36.3±1.4
G35	34.0±1.7	52.4±3.2	44.2±1.7

¹ No existieron diferencias estadísticas ($P>0.05$) entre los grupos experimentales, en ninguna de las variables, en los diferentes tiempos de muestreo para las concentraciones de colesterol.

² GC – Cabras no suplementadas; G15 – Cabras suplementadas, 15 d preparto hasta 7 d posparto; G35 – Cabras suplementadas, 35 d preparto hasta 7 d posparto.

4.2.2. Glucosa

Los efectos de la suplementación alimenticia sobre los niveles plasmáticos de glucosa se presentan en el Cuadro 3. Independientemente del tiempo de la evaluación, los niveles de glucosa no difirieron entre los grupos tratados y el grupo control. Sin embargo los niveles de glucosa fueron 4.5 veces más altos al momento del parto en comparación con los otros tiempos de muestreo.

Cuadro 3. Resultados de las concentraciones de glucosa en los diferentes tiempos de muestreo en cabras manejadas bajo condiciones de pastoreo en agostadero recibiendo 500 g de suplemento diario durante los últimos 35 o 15 días de gestación y hasta 7 días posparto.

GLUCOSA, mg/dL ¹			
Grupo	Inicial	Parto	7d
GC ²	47.9±4.3	226.1±47.9	53±7.7
G15	47.9±3.3	267±20.5	53±3.9
G35	56.3±5	266.6±27.3	49.6±4.3

¹ No existieron diferencias estadísticas ($P>0.05$) entre los grupos experimentales, en los diferentes tiempos de muestreo, para las concentraciones de glucosa.

² GC – Cabras no suplementadas; G15 – Cabras suplementadas, 15 d preparto hasta 7 d posparto; G35 – Cabras suplementadas, 35 d preparto hasta 7 d posparto.

4.2.3. Proteínas totales

La suplementación alimenticia en el último mes tampoco afectó a los grupos tratados en cuanto a sus niveles plasmáticos de proteínas totales como se puede apreciar en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Resultados de las concentraciones de proteínas totales en los diferentes tiempos de muestreo en cabras manejadas bajo condiciones de pastoreo en agostadero recibiendo 500 g de suplemento diario durante los últimos 35 o 15 días de gestación y hasta 7 días posparto.

PROTEINAS TOTALES, mg/dL ¹			
Grupo	Inicial	Parto	7d
GC ²	18.8±0.8	19.9±0.8	18.2±0.7
G15	20.5±1.2	17.4±1.4	18.1±0.9
G35	19.1±1.7	15.3±1.6	18.6±1.6

¹ No existieron diferencias estadísticas ($P>0.05$) entre los grupos experimentales, en ninguna de las variables, en los diferentes tiempos de muestreo para las concentraciones de proteínas totales.

² GC – Cabras no suplementadas; G15 – Cabras suplementadas, 15 d preparto hasta 7 d posparto; G35 – Cabras suplementadas, 35 d preparto hasta 7 d posparto.

5. Discusión

5.1. Comportamiento maternal-neonatal

La suplementación alimenticia antes del parto no alteró el acercamiento de las madres hacia sus crías, pero las cabras de GC invirtieron un mayor periodo de tiempo en contacto con ambas crías, propias y ajenas, comparadas con G15 y G35. De manera similar, emitieron una mayor cantidad de balidos bajos a las 4 h posparto, comparadas con G15 y G35. La finalidad de mejorar el estatus energético corporal tanto de la madre como de la cría bajo condiciones de agostadero fue en búsqueda de una mejora en el comportamiento materno y el nivel de atención de la cría al nacimiento y como consecuencia la supervivencia y rendimiento futuro de la cría.

Aunado a esto, los resultados muestran que una suplementación alimenticia en cabras en agostadero no asegura una respuesta más rápida para reconocer a las crías por parte de la madre. Sin embargo y de manera interesante, se observó una mayor inversión de tiempo en el reconocimiento de las crías en las cabras del GC. Dicho comportamiento maternal sugiere que las cabras con bajas reservas de energía invierten tiempo necesario para el cuidado de sus crías. Por lo tanto, deben ser diferentes factores en la madre, aparte de la condición corporal, los que se ven involucrados en el desarrollo de una alimentación preferencial hacia sus crías en las madres, después del parto (Terrazas *et al.*, 2002).

Mellado *et al.* (2012) También propusieron que un estrés nutricional durante la gestación, bajo condiciones áridas, no interfiere con el nivel de alerta y fortaleza de cabritos recién nacidos. Todas las variables relacionadas hacia el reconocimiento madre-cría no difirieron en cuanto a la preferencia por una cría propia o ajena. Al respecto, estudios previos en ovejas usando pruebas de doble elección, las ovejas discriminaban a sus crías de las ajenas solo a las 24 h posparto, mientras las crías discriminaban a sus propias madres hasta las 48 h posparto (Searby y Jouventin, 2003; Sèbe *et al.*, 2007)

No obstante, la suplementación alimenticia antes del parto afectó las vocalizaciones de ambas, madres y crías, en G35.

5.2. Concentraciones plasmáticas de metabolitos

5.2.1. Glucosa

Magistrelli y Rosi (2014) y Sadjadian *et al.* (2013) reportaron que los niveles plasmáticos de glucosa incrementan notoriamente en todos los grupos experimentales y después disminuyen en los días 7 y 15 después del parto. La hiperglicemia es una alteración metabólica provocada por el cortisol liberado durante las últimas etapas del trabajo de parto (Jenkin y Young, 2004), lo cual provoca un incremento en la glucosa sanguínea por medio de la estimulación

tanto de la glucogenólisis hepática como de la gluconeogénesis derivada de precursores no glicídicos (McDowell, 1983).

Las concentraciones de glucosa plasmática no fueron afectadas por la suplementación alimenticia. Las concentraciones de glucosa plasmática son usadas como monitores de estatus nutricional en las cabras, ya que este metabolito disminuye cuando las cabras son sujetas a una restricción de energía (Hussain *et al.*, 1996) o por una reducción en la concentración de los suplementos (Landau *et al.*, 1993).

A lo largo de este estudio, los niveles de glucosa en la sangre fueron inconsistentes con el plan nutricional, sugiriendo así que las cabras con un plan nutricional bajo disminuyen su ritmo corporal y sus requerimientos de mantenimiento (Hornick *et al.*, 2000). Adicionalmente, las cabras usadas en el estudio probablemente minimizaron sus requerimientos de energía durante los periodos en los que tuvieron una baja ingesta de energía tal y como ha sido previamente reportado (Silanikove, 2000). Otra posibilidad incluye que las cabras del GC pudieron haber usado proteína muscular por medio de catabolismo para mantener la gluconeogénesis.

5.2.2. *Colesterol*

Ante una ausencia de exceso de energía en la dieta, los triglicéridos son capaces de reflejar la capacidad del animal para movilizar sus reservas de grasa

(Ingraham y Kappel, 1988). En cabras, la concentración plasmática de colesterol está asociada con la condición corporal del individuo (Cabiddu *et al.*, 1999). Éstos resultados sugieren que la suplementación alimenticia no alteró el catabolismo de las reservas de grasa, lo cual no concuerda con estudios anteriores (Cabiddu *et al.*, 1999; Mellado *et al.*, 2003).

5.3.3. Proteínas

Al igual que con el colesterol, las concentraciones plasmáticas de proteínas totales no mostraron diferencias entre los grupos experimentales, lo que sugiere que las cabras de GC no presentan un déficit nutricional en consideración a estos metabolitos; no obstante se requieren más estudios para poder explicar este escenario.

A pesar de que los valores promedio de proteínas se encuentran entre los 6.5 – 7 mg/dL (Sadjadian *et al.*, 2013) los valores obtenidos fueron consistentes dentro de todos los tiempos de muestreo, por lo que los valores anormales podemos adjudicarlos a un error en el espectrofotómetro utilizado al momento del análisis.

6. Conclusión

De manera interesante, los tratamientos no mostraron diferencias referentes a las concentraciones metabólicas de colesterol, glucosa y proteínas totales alrededor del parto. En el mismo sentido, la suplementación alimenticia promovió una relación más cercana entre madre y cría por medio del aumento en la actividad vocal y la búsqueda de las crías después del parto, concluyendo de igual manera, que el suplemento alimenticio aumento la actividad física de las crías mostrando una mayor vitalidad para su desarrollo.

Estos resultados indican que la suplementación alimenticia, durante los últimos días de gestación en cabras mestizas (criollo x razas lecheras) gestantes en pastoreo en el norte de México, debería ser una inversión que más allá de considerarse una carga económica debería ser una estrategia clave, especialmente en sistemas de producción extensivos. Siendo esto de importancia fisiológica y de comportamiento tanto para sistemas de producción extensivos marginales como para la industria de la caprinocultura.

7. Literatura citada

- BANCHERO, G., PEREZ-CLARIGET, R., BENCINI, R., LINDSAY, D., MILTON, J. y MARTIN, G. B. (2006) Endocrine and metabolic factors involved in the effect on nutrition on the production of colostrum in female sheep. *Reprod Nutr Dev*, 46, 447-460.
- BEDOYA, O., ARENAS, F., ROSERO, R. y POSADA, S. (2012) Efecto de la suplementación de ensilajes sobre perfiles metabólicos en cabras lactantes. *Journal of Agriculture and Animal Science*, 1, 12.
- BENCINI, R. (2001) Factors affecting the quality of ewe's milk. *Dairy Sheep Symposium*, 61-92.
- CABIDDU, A., BRANCA, A., DECANDIA, M., PES, A., PM, S., MASOERO, F. y CALAMARI, L. (1999) Relationship between body condition score, metabolic profile, milk yield and milk composition in goats browsing a Mediterranean shrubland. *Livestock Production Science*, 267-273.
- FASS, F. A. S. S.-. (1999) Guide for the care and use of agricultural animals in agricultural research and teaching. Federation Animal Science, Savoy, IL, USA.
- GOTARDO, A. T., PFISTER, J. A., FERREIRA, M. B. y GORNIK, S. L. (2011) Effects of prepartum ingestion of Ipomoea carnea on postpartum maternal and neonate behavior in goats. *Birth Defects Res B Dev Reprod Toxicol*, 92, 131-8.

- HORNICK, J. L., VAN EENAEME, C., GERARD, O., DUFRASNE, I. y ISTASSE, L. (2000) Mechanisms of reduced and compensatory growth. *Domest Anim Endocrinol*, 19, 121-32.
- HUSSAIN, Q., HAREVOLL, O., EIK, L. y ROPSTADT, E. (1996) Effect of energy intake on plasma glucose, non-sterified fatty acids and aceto-acetate concentration in pregnant goats. *Small Ruminant Research*, 21, 89-96.
- HYDBRING, E., MADEJ, A., MACDONALD, E., DRUGGE-BOHOLM, G., BERGLUND, B. y OLSSON, K. (1999) Hormonal changes during parturition in heifers and goats are related to the phases and severity of labour. *J Endocrinol*, 160, 75-85.
- INGRAHAM, R. H. y KAPPEL, L. C. (1988) Metabolic profile testing. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 4, 391-411.
- JENKIN, G. y YOUNG, I. R. (2004) Mechanisms responsible for parturition; the use of experimental models. *Anim Reprod Sci*, 82-83, 567-81.
- KHALED, N. F., ILLEK, J. y GAJDUSEK, S. (1999) Interactions between nutrition, blood metabolic profile and milk composition in dairy goats. *Acta Veterinaria Brno*, 68, 253-258.
- LANDAU, S., VECHT, J. y PEREVOLOTSKY, A. (1993) Effects of two level of concentrate supplementation on milk production of dairy goats browsing Mediterranean shrubland. *Small Ruminant Research*, 11, 227-237.
- LAPORTE-BROUX, B., ROUSSEL, S., PONTER, A. A., PERAULT, J., CHAVATTE-PALMER, P. y DUVAUX-PONTER, C. (2011) Short-term effects of maternal feed restriction during pregnancy on goat kid morphology, metabolism, and behavior. *J Anim Sci*, 89, 2154-63.

- LEVY, F., KELLER, M. y POINDRON, P. (2004) Olfactory regulation of maternal behavior in mammals. *Horm Behav*, 46, 284-302.
- LUNA-OROZCO, J. R., GUILLEN-MUNOZ, J. M., DE SANTIAGO-MIRAMONTES MDE, L., GARCIA, J. E., RODRIGUEZ-MARTINEZ, R., MEZA-HERRERA, C. A., MELLADO, M. y VELIZ, F. G. (2012) Influence of sexually inactive bucks subjected to long photoperiod or testosterone on the induction of estrus in anovulatory goats. *Trop Anim Health Prod*, 44, 71-5.
- MAGISTRELLI, D. y ROSI, F. (2014) Trend analysis of plasma insulin level around parturition in relation to parity in Saanen goats. *J Anim Sci*, 92, 2440-6.
- MCDOWELL, G. H. (1983) Hormonal control of glucose homoeostasis in ruminants. *Proc Nutr Soc*, 42, 149-67.
- MELLADO, M. (2008) Técnicas para el manejo reproductivo de las cabras en agostadero. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 9, 47-63.
- MELLADO, M., VALDEZ, R., LARA, L. y LOPEZ, R. (2003) Stocking rate effects on goats: A research observation. *J. Range Manage*, 56, 167-173.
- MELLADO, M., VÉLIZ, F., GARCÍA, J. y DE SANTIAGO, A. (2012) Behaviour of crossbred does and their kids at parturition under extensive and intensive conditions. *Trop Anim Health Prod*, 389-394.
- MEZA-HERRERA, C., VELÁSQUEZ-MENDEZ, G., CHAVEZ-PERCHES, J., SALINAS-GONZALEZ, H. y URRUTIA-MORALES, J. (2007) Effect of betacarotene supplementation upon ovarian activity in goats. *Rev Chap S Zonas Aridas*, 135-140.

- MORAND-FEHR, P. (2004) Strategy for goat farming in the 21st century. *Small Ruminants Res.*, 175-183.
- NACIONAL, S.-C. (2007) Plan Rector del Sistema Producto Caprino del Estado de Coahuila. SAGARPA, Sistema Producto Caprinos.
- NOWAK, R., KELLER, M., VAL-LAILLET, D. y LEVY, F. (2007) Perinatal visceral events and brain mechanisms involved in the development of mother-young bonding in sheep. *Horm Behav*, 52, 92-8.
- PEACOCK, C. P. (1996) *Improving Goat Production in the Tropics*, Oxford, UK, Oxfam.
- PETHICK, D. W., LINDSAY, D. B., BARKER, P. J. y NORTHROP, A. J. (1983) The metabolism of circulating non-esterified fatty acids by the whole animal, hind-limb muscle and uterus of pregnant ewes. *Br J Nutr*, 49, 129-43.
- PETROS, A., ARAGAW, K. y SHILIMA, B. (2014) Pre-weaning kid mortality in Adamitulu Jedokombolcha District, Mid Rift Valley. Ethiopia. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 1-6.
- PFAFF, D., ARNOLD, A., ETGEN, A., FAHRBACH, S. y RUBIN, R. (2002) *Hormones, Brain and Behavior*, Academic Press.
- POINDRON, P. (2005) Mechanisms of activation of maternal behaviour in mammals. *Reprod Nutr Dev*, 45, 341-51.
- POINDRON, P., GILLING, G., HERNANDEZ, H., SERAFIN, N. y TERRAZAS, A. (2003) Early recognition of newborn goat kids by their mother: I. Nonolfactory discrimination. *Dev Psychobiol*, 43, 82-9.

- RAMIREZ, A., QUILES, A. y HEVIA, M. (1998) Comportamiento de los cabritos de raza murciano-granadina en su primera hora de vida. *Archivos de Zootecnia*, 47, 639-647.
- ROMEYER, A. y POINDRON, P. (1992) Early maternal discrimination of alien kids by post-parturient goats. *Behav Processes*, 26, 103-11.
- ROMEYER, A., POINDRON, P. y ORGEUR, P. (1994) Olfaction mediates the establishment of selective bonding in goats. *Physiol Behav*, 56, 693-700.
- ROSENBLATT, J. S. y SIEGEL, H. I. (1981) Factors governing the onset and maintenance of maternal behavior among nonprimate mammals. EN: GUBERNICK, D. y KLOPFER, P. (Eds.) *Parental Care in Mammals*. New York, Plenum Press.
- SADJADIAN, R., SEIFI, H. A., MOHRI, M., NASERIAN, A. A. y FARZANEH, N. (2013) Effects of monensin on metabolism and production in dairy saanen goats in periparturient period. *Asian-Australas J Anim Sci*, 26, 82-9.
- SAGARPA (2007) Programa Nacional Pecuario 2007-2012. www.sagarpa.com.
- SEARBY, A. y JOUVENTIN, P. (2003) Mother-lamb acoustic recognition in sheep: a frequency coding. *Proc Biol Sci*, 270, 1765-71.
- SÈBE, F., NOWAK, R., POINDRON, P. y AUBIN, T. (2007) Establishment of vocal communication and discrimination between ewes and their lamb in the first two days after parturition. *Developmental Psychobiology*, 375-386.
- SILANIKOVE, N. (2000) The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Ruminant Research*, 35, 181-194.

- SLAYI, M., MAPHOSA, V., FAYEMI, O. P. y MAPFUMO, L. (2014) Farmers' perceptions of goat kid mortality under communal farming in Eastern Cape, South Africa. *Trop Anim Health Prod*, 46, 1209-15.
- SMITH, M. y SHERMAN, D. (2009) *Goat medicine*.
- SOTO, R., TERRAZAS, A. y GONZALEZ, F. (2010) Implicaciones prácticas de la conducta materna en la cabra, cuidados de la hembra y de la cría recién nacida alrededor del parto. *Memorias del Curso "Bases de la cría caprina"*. Coatepec, Veracruz.
- TERRAZAS, A., NOWAK, R., SERAFIN, N., FERREIRA, A., LEVY, F. y POINDRON, P. (2002) Twenty-four hour-old lambs rely more on maternal behavior than on the learning of individual characteristics to discriminate between their own and an alien mother. *Developmental Psychobiology*, 408-418.
- TERRAZAS, A., ROBLEDO, V., SERAFIN, N., SOTO, R., HERNANDEZ, H. y POINDRON, P. (2009) Differential effects of undernutrition during pregnancy on the behaviour of does and their kids at parturition and on the establishment of mutual recognition. *Animal*, 3, 294-306.
- TERRAZAS, A., SERAFIN, N., HERNANDEZ, H., NOWAK, R. y POINDRON, P. (2003) Early recognition of newborn goat kids by their mother: II. Auditory recognition and evidence of an individual acoustic signature in the neonate. *Dev Psychobiol*, 43, 311-20.