

# UTILIZACIÓN DE COMPUESTOS GLUCONEOGENICOS EN LA ALIMENTACIÓN PREVIO Y POSTERIOR AL EMPADRE EN CABRAS LECHERAS

Méndez, S.R.<sup>1</sup>, Ovalle, V.E.<sup>1</sup>, Ayala-Oseguera, J<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Tesis profesional de Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia y segundo autor.

<sup>2</sup>Profesor investigador de la Universidad Autónoma Chapingo, Depto. De Zootecnia.

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de aditivos (propionato de calcio o lasalocida) suministrados a través de la dieta para cabras lecheras sobre parámetros reproductivos [presencia de celos (%), gestaciones (%), pariciones (%), índice de prolificidad (IP)], peso al nacimiento de los cabritos (PN), algunos parámetros sanguíneos [glucosa (GLU) y proteínas totales (PT)] y condición corporal (CC). Para tal propósito, se utilizaron 54 cabras (Alpina, Saanen y Toggenburg) de 48 kg de peso vivo promedio distribuidas aleatoriamente en tres grupos de 18 animales cada uno, mismos que constituyeron los tratamientos: T1 (testigo: ensilado de maíz *ad libitum* + 0.5 kg de concentrado), T2 (ensilado de maíz *ad libitum* + 0.5 kg de concentrado + 55 g de propionato de calcio) y T3 (ensilado de maíz *ad libitum* + 0.5 kg de concentrado + 0.105 g de lasalocida). La determinación de la CC se realizó en cinco periodos de observación. Se utilizó un diseño completamente al azar y se analizaron mediante el procedimiento de modelos mixtos [Proc Mixed, (SAS (2008))] para mediciones repetidas en el tiempo, las variables sanguíneas y el PN se analizaron mediante análisis de varianza y comparación de promedios mediante la prueba de Tukey, los parámetros reproductivos fueron analizados mediante pruebas de Chi-cuadrada. La presencia y distribución de celos para los tres grupos de cabras fueron similares ( $p > 0.05$ ). Tampoco se detectaron diferencias en los porcentajes de gestación, ni pariciones ( $p > 0.05$ ). Los IP así como PN tampoco fueron diferentes ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos. Las concentraciones de GLU en sangre no mostraron diferencias entre tratamientos ( $p > 0.05$ ). Las concentraciones séricas de PT fueron inferiores ( $p < 0.05$ ) en T1 y T2 comparativamente con T3 (8.07 y 7.45 vs 9.47  $\text{dl}^{-1}$ ).

**Palabras clave:** celos, gestación, glucosa, lasalocida, prolificidad, propionato, proteínas totales.

# USE OF COMPOUNDS GLUCONEOGENIC IN FOOD PREVIOUS AND LATER TO THE MATING IN DAIRY GOATS

## SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the effect of additives (calcium propionate or lasalocid) supplied through the diet for dairy goats on reproductive parameters [presence of oestrus (%), pregnancies (%), calving (%), index prolificacy (IP)], birth weight of kids (PN), some blood parameters [glucose (GLU) and total protein (TP)] and body condition (CC). For this purpose, we used 54 goats (Alpine, Saanen and Toggenburg) of 48 kg of live weight randomized into three groups of 18 animals each, which constitutes the treatments: T1 (control: ad libitum corn silage + 0.5 kg of concentrate), T2 (ad libitum corn silage + 0.5 kg concentrate + 55 g of calcium propionate) and T3 (ad libitum corn silage + 0.5 kg concentrate + 0.105 g lasalocid). The determination of the CC was performed in five observation periods. We used a completely randomized design and analyzed using mixed models procedure [Proc Mixed (SAS (2008))] for repeated measurements over time, the PN and serum variables were analyzed using analysis of variance and comparison of means by Tukey test, reproductive parameters were analyzed using Chi-square tests. The presence and distribution of oestrus for the three groups of goats were similar ( $p > 0.05$ ). Nor was no difference in pregnancy rates or calving ( $p > 0.05$ ). The IP and NP were not different ( $p > 0.05$ ) between treatments. GLU concentrations in blood did not differ between treatments ( $p > 0.05$ ). Serum concentrations of PT were lower ( $p < 0.05$ ) in comparison with T1 and T2 T3 (8.07 and 7.45 vs 9.47  $\text{dl}^{-1}$ ).

**Key words:** oestrus, pregnancy, glucose, lasalocid, prolificacy, propionate and total protein.

## INTRODUCCIÓN

La producción caprina forma el sustento económico de aproximadamente un millón de personas en el país, lo que justifica toda actividad encaminada a mejorar el desempeño productivo y reproductivo de la caprinocultura. El estado nutricional de las cabras ayuda a establecer un adecuado esquema de alimentación que garantice incrementar sus parámetros. En este sentido, para mejorar el estado nutricional y la condición corporal de las cabras, previo, durante y poco después del empadre, se complementa su alimentación promoviendo mejores condiciones biológicas que estimulen la actividad reproductiva de las cabras para incrementar la fertilidad y prolificidad.

En los rumiantes, el propionato sirve como precursor de la síntesis de glucosa y por tanto como fuente energética, por lo que indirectamente ayudaría en eventos reproductivos y también puede actuar de forma independiente como mediador del metabolismo del estado nutricional. La suplementación exógena de propionato de calcio da lugar a la creciente concentración de propionato en el rumen sin que se vean afectadas las concentraciones de ácidos grasos volátiles, butirato e isovalerato (Liu *et al.*, 2009). Por su parte, los ionóforos alteran la forma de fermentación en el rumen y reducen la producción de los ácidos grasos volátiles (acetato y metano) a favor del propionato. Diversos estudios atribuyen a que puede haber una mayor disponibilidad de energía debido a que los ionóforos reducen las pérdidas energéticas al disminuir la producción de metano, lo cual da como resultado una mayor producción de propionato que es utilizado en la gluconeogénesis para obtener energía. De esta manera, al haber mayor disposición de energía habrá mayores pulsaciones de LH, la cual mantiene y permite el desarrollo folicular induciendo la dominancia de uno o más folículos hasta la ovulación propiciando en consecuencia la formación de un cuerpo lúteo de vida media óptima (Bushmich *et al.*, 1980).

Considerando lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de productos gluconeogénicos en la alimentación de cabras multíparas lecheras previo y después del empadre sobre algunos parámetros reproductivos, productivos y sanguíneos.

## MATERIALES Y METODOS

**Localización.** El presente estudio se realizó en el módulo de ovinos y caprinos de la granja experimental del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, localizada en Texcoco Edo. de México, ubicada entre las

coordenadas 19° 30´ latitud norte y 98°53´ longitud oeste, a una altitud de 2250 msnm. La fórmula climática de la región es C (w<sub>0</sub>)(w)b(i´)g, que corresponde a un clima templado subhúmedo con lluvias en verano y época seca en invierno, con poca oscilación térmica, la precipitación media anual es de 686 mm y una temperatura media anual de 15.9 °C, siendo mayo el mes más cálido y enero el mes más frío (García ,1988).

**Animales, Manejo y Alimentación.** Se utilizaron 54 cabras multíparas de las razas Alpina, Saanen y Toggenburg con peso vivo promedio de 48 kg, las cuales fueron distribuidas al azar en tres grupos de 18 animales cada uno, mismas que constituyeron los tratamientos diferenciados por la adición o no de propionato de calcio o lasalocida. T1: Testigo (ensilado de maíz *ad libitum* + 0.5 kg de concentrado), T2: Ensilado de maíz *ad libitum* + 0.5 kg de concentrado + 55 g de propionato de calcio y T3: Ensilado de maíz *ad libitum* + 0.5 kg de concentrado + 0.105 g de lasalocida.

El ensilado de maíz se ofreció dos veces al día, mientras que el concentrado (Cuadro 1) se mezcló con el respectivo aditivo y se ofreció diariamente a las 8:00 a.m. a cada grupo de cabras.

**Cuadro 1.** Composición del concentrado utilizado en los tres grupos de cabras.

<b>INGREDIENTES</b>	<b>% BS</b>	<b>Kg BH</b>
Harina de avena molida	10.0	10.989
Sorgo molido	55.5	60.590
Pasta de soya	19.0	21.110
Harina de pescado	5.0	5.365
Melaza	8.0	10.667
Urea	1.0	1.037
Sal común	0.5	0.526
Mezcla mineral	1.0	1.000
<b>TOTAL</b>	<b>100.0</b>	<b>111.284</b>

El estudio se realizó durante la época reproductiva de las cabras y fueron estrualmente sincronizadas por medio de esponjas intravaginales impregnadas con 20 mg de acetato de flurogestona (Chronogest<sup>R</sup>). Dichas esponjas se colocaron a las cabras durante 12 días y dos días antes de su remoción se aplicaron 500 U.I. de gonadotropina coriónica equina (Folligon®) vía intramuscular (cabra<sup>-1</sup>). La detección de celos se llevó a cabo a intervalos de 12 h, iniciando 24 h después del retiro de las esponjas intravaginales, usando un macho cabrío vasectomizado que sirvió como celador, se identificaba la hembra que aceptaba la monta, se separaba del resto de los animales y se le daba monta en dos o tres ocasiones con el macho de su misma raza.

El concentrado y aditivos alimenticios, utilizados en el estudio, se empezaron a ofrecer cinco días antes de iniciar el protocolo, durante el protocolo (12 días) y 15 días después del mismo, se mantuvo esta alimentación (32 días). Posteriormente las cabras retornaron a su alimentación original a base de ensilado de maíz.

En el Cuadro 2 se muestran los resultados del análisis proximal en el laboratorio que se realizó del ensilado de maíz y en el Cuadro 3 del concentrado ofrecido a las cabras.

**Cuadro 2.** Resultados de laboratorio del análisis proximal del ensilado de maíz.

<b>Componente</b>	<b>%</b>
Humedad	72.61
Materia seca	27.39
Proteína cruda	8.77
EM (Mcal Kg <sup>-1</sup> MS) <sup>1</sup>	2.31
Extracto Etéreo	1.03
Fibra Cruda	25.09
Extracto Libre de Nitrógeno	48.46
Cenizas totales	16.63
Fibra Detergente Acido	44.83
Fibra Detergente Neutro	70.36
Calcio <sup>1</sup>	0.34
Fosforo <sup>1</sup>	0.22

<sup>1</sup> Estimado (NRC, 1981).

**Cuadro 3.** Resultados de laboratorio del análisis proximal del concentrado.

<b>Componente</b>	<b>%</b>
Materia seca	89.95
Energía metabolizable (Mcal/Kg)	2.95
Proteína cruda (%)	20.32
Proteína degradable en rumen (%PC)	68.00
Proteína no degradable en rumen (%PC)	32.00
Calcio	0.60
Fósforo	0.42
Fibra detergente neutro	17.95
Lisina	0.80
Metionina	0.22

## **Variables de respuesta**

### **Incidencia y distribución de celos (%)**

Se determinó en base al número de cabras por tratamiento que permitieron la monta a las 24-72 h después de retiradas las esponjas intravaginales del total de las hembras tratadas.

### **Porcentaje de gestación**

Fue determinada de acuerdo al porcentaje de cabras que dieron positivas al diagnóstico a los 60 días después de la monta con el apoyo de ultrasonografía (Sonovet 600, Medison), utilizando un transductor sectorial de 7.5 MHz.

### **Porcentaje de pariciones**

Se calculó en base al porcentaje de las cabras que parieron de las que se habían diagnosticado gestantes.

### **Índice de prolificidad**

Fue determinada con base al número de cabritos nacidos por cabra parida dentro del experimento.

### **Peso al nacimiento de las crías (kg cabrito<sup>-1</sup>)**

Se obtuvo con el apoyo de una balanza tipo comercial al mismo tiempo que se aretaban los cabritos para identificarlos.

### **Glucosa (mg dl<sup>-1</sup>)**

Se tomaron muestras de sangre (10 cm<sup>3</sup> cabra<sup>-1</sup>) mediante punción de la yugular de ocho cabras al azar por tratamiento en tubos estériles en un sólo momento en el décimo día del protocolo de sincronización y se midió directamente mediante el medidor de glucosa On Call Plus <sup>TM</sup> (Blood Glucose Monitoring System) de AMCON Laboratorios.

### **Proteínas totales (g dl<sup>-1</sup>)**

Las muestras de sangre obtenidas se centrifugaron a 3000 rpm durante 15 minutos para realizar el análisis en el laboratorio mediante el método calorimétrico de Wiener laboratorios S.A.I.C.

### **Condición corporal de las cabras**

Previo al protocolo de sincronización se realizó la primera medición de la condición corporal (CC), posteriormente al primer, segundo y tercer mes de gestación y antes del parto mediante observación directa, palpación de las vértebras lumbares

(L2-L5) y esternón usando una escala de puntaje de 1 a 5 puntos: 1=muy flaca, 2=delgada, 3-3.5=normal, 4=gorda y 5=obeso (Russel *et al.*, 1969).

### **Diseño experimental y modelo estadístico**

Se usó un diseño completamente al azar. Los datos de las variables sanguíneas (Glucosa y Proteínas Totales) y peso al nacimiento de los cabritos se analizaron mediante análisis de varianza y la comparación de promedios mediante el procedimiento de Tukey (Steel y Torrie, 1988), mientras que los datos de las variables reproductivas se analizaron mediante pruebas de Chi-cuadrada.

Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + ij$$

Donde:

$Y_{ij}$ = Valor de la variable respuesta del  $i$ -ésimo tratamiento,  $j$ -ésima repetición (cabra).

$\mu$ = Media general

$T_i$ = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$ij$ = Error experimental

Los datos de la condición corporal se analizaron por el procedimiento de modelos mixtos [Proc Mixed, (SAS (2008))] para mediciones repetidas en el tiempo.

Modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + T*P_{ij} + C(T)_{ik} + ijk$$

Donde:

$Y_{ijk}$ = Valor de la variable respuesta del  $i$ -ésimo tratamiento,  $j$ -ésimo periodo,  $k$ -ésimo animal (cabra) anidado en tratamiento.

$\mu$ = Media general

$T_i$ = Efecto fijo del  $i$ -ésimo tratamiento experimental

$P_j$ = Efecto fijo del  $j$ -ésimo periodo de medición de la condición corporal

$T*P_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el  $i$ -ésimo tratamiento y el  $j$ -ésimo periodo de medición de la condición corporal

$C(T)_{ik}$ = Efecto aleatorio de la  $k$ -ésima cabra anidada en el  $i$ -ésimo tratamiento

$ijk$ = Error experimental del  $i$ -ésimo tratamiento,  $j$ -ésimo periodo y  $k$ -ésima cabra

La comparación de las medias fue con la prueba de t con un 0.05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Incidencia y distribución de celos (%)

La distribución e incidencia de celos posterior al retiro de las esponjas intravaginales no resultaron significativamente distintos ( $p>0.05$ ; Cuadro 4) entre las cabras testigo comparadas con las asignadas a la dieta adicionada con propionato de calcio o lasalocida.

**Cuadro 4.** Frecuencia de celos (%) en cabras suplementadas y no suplementadas con propionato de calcio o lasalocida previo y después del empadre.

Tratamiento	Tiempo posterior al retiro de esponjas intravaginales (h)	Frecuencia		
		Absoluta	Relativa	Pr>ChiSq
Testigo	24-36	5	25±9.68a	0.522
Propionato de calcio		9	45±11.12a	
Lasalocida		6	30±10.25a	
Testigo	37-48	3	23.08±11.69a	0.735
Propionato de calcio		4	38.46±13.49a	
Lasalocida		5	38.46±13.49a	
Testigo	49-72	10	47.62±10.90a	0.276
Propionato de calcio		4	19.05±8.57a	
Lasalocida		6	33.33±10.29a	

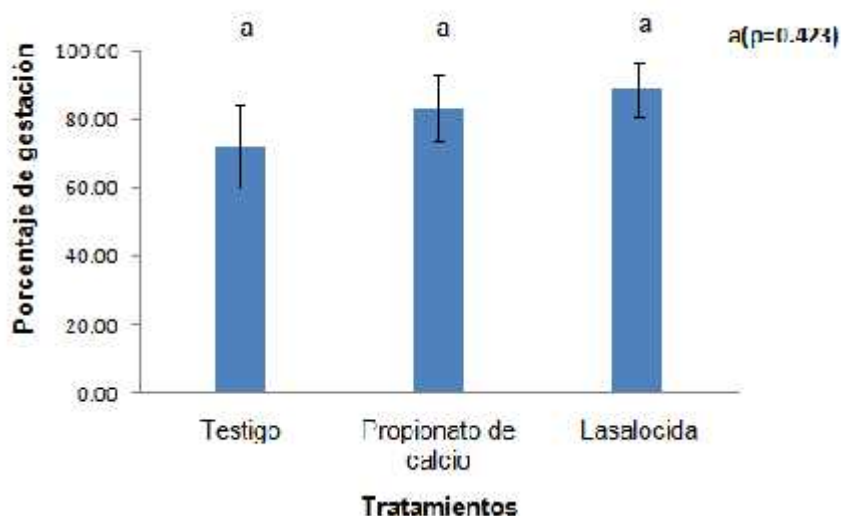
Rodríguez *et al.* (2008) en su experimento con ovejas suplementadas con 300 g de maíz amarillo molido, observaron un tiempo de reacción menor en la presencia de celo ( $p<0.05$ ) en comparación a las ovejas alimentadas con ensilado de maíz (testigo). Debido a lo anterior, en el presente estudio al utilizar propionato de calcio y lasalocida como precursores de glucosa, posiblemente causaron un estímulo mayor a nivel ovárico permitiendo un desarrollo folicular mayor, con lo cual se tendría una mayor disponibilidad de estradiol, permitiendo así que el estro se presente de una manera adelantada en las cabras suplementas con dichos aditivos gluconeogénicos a pesar de que estadísticamente no se encontraron diferencias significativas.



Waterman *et al.* (2006) y Endecott (2006) encontraron reducción de días hasta el primer estro posparto en vacas jóvenes cuando fueron alimentadas con mayores cantidades de precursores gluconeogénicos (propionato de calcio y propilenglicol). Se ha demostrado que con un retorno más rápido al estro posparto aumenta la probabilidad de que se produzca la concepción y disminuyan los días abiertos en vacas lecheras (Randel, 1990).

### Gestación (%)

El porcentaje de gestaciones entre los tratamientos no mostró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ; Figura 1), con valores de 72.22, 83.33 y 88.89% para las cabras testigo, con propionato de calcio y con lasalocida, respectivamente.

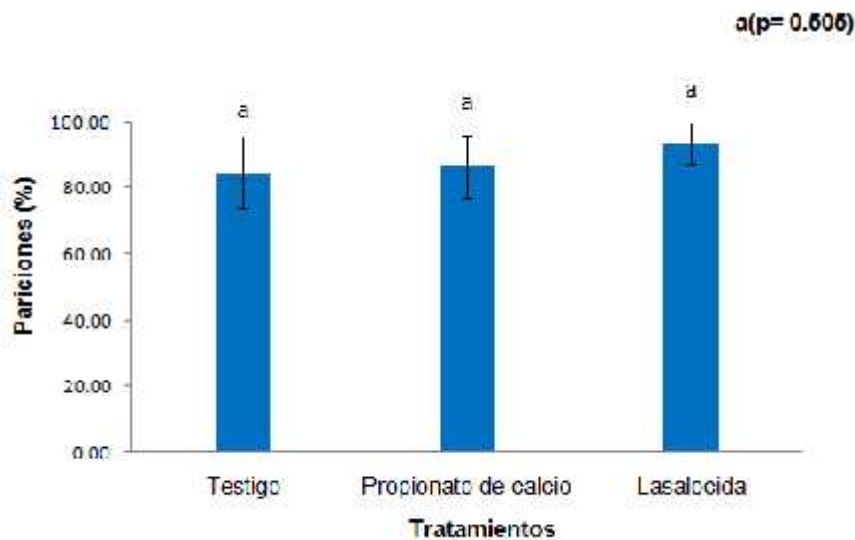


**Figura 1.** Porcentaje de gestaciones en cabras suplementadas y no suplementadas con aditivos a base de propionato de calcio o lasalocida previo y después del empadre.

La fertilidad, expresada como porcentaje de gestación en cabras, ha sido reportada por Fernández *et al.* (2005) con tasa de gestación del 86.7% en cabras suplementadas con un concentrado alimenticio ofrecido previo al empadre ( $0.450 \text{ kg cabra}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ) que contenía 6% de grasa protegida rica en ácidos grasos poliinsaturados. Los resultados referidos por estos autores, coinciden con los porcentajes de gestación (83.33-88.89%) encontrados en el presente estudio, cuando las cabras fueron suplementadas en su alimentación previo al empadre con propionato de calcio y lasalocida, respectivamente.

## Porcentaje de pariciones

El porcentaje de pariciones fue de 84.62, 86.67 y 93.75% para el grupo de cabras testigo, con propionato de calcio y lasalocida, respectivamente; sin que los valores resultaran diferentes ( $p>0.05$ ; Figura 2).

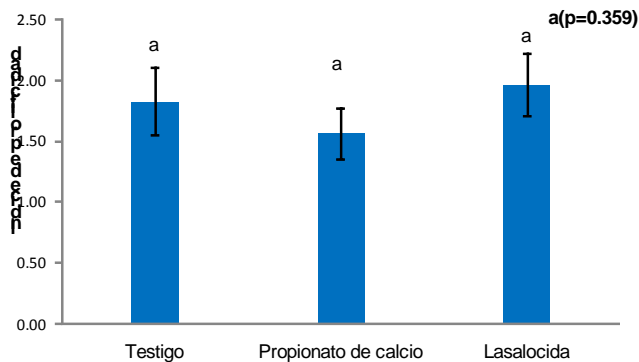


**Figura 2.** Porcentaje de pariciones de cabras suplementadas y no suplementadas con propionato de calcio o lasalocida previo y después del empadre.

Aunque no coincide con lo reportado por Chicco *et al.* (1986), quienes presentaron en ovejas West African, mayor porcentaje de partos en las ovejas suplementadas con diferentes niveles proteico-energéticos comparativo con los animales testigos (100%, 90% y 100% vs. 70%) y que coincide con lo reportado por Fletcher (1981), quien determinó que los incrementos simultáneos de energía y proteína en la ración, producen una tasa de ovulación superior dando como resultado un mayor número de crías nacidas por cabra.

## Índice de prolificidad (IP)

De igual manera, no se observaron diferencias ( $p>0.05$ ; Figura 3) entre los tres grupos de cabras para el índice de prolificidad con valores de 1.83 (T1), 1.57 (T2) y 1.97 (T3). Aunque estos datos no coinciden del todo con los resultados reportados por Martínez *et al.* (2005), quienes en su estudio con cabras alimentadas bajo un sistema de pastoreo semi-extensivo en praderas con grama nativa y pasto Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*) y complementadas con concentrado comercial ( $100 \text{ g animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ) previo al empadre, mostraron que la raza Criolla (testigo) tuvo mayor índice de prolificidad ( $1.4 \pm 0.51$  crías cabra<sup>-1</sup> parida) que la Nubia con  $1.1 \pm 0.30$  y Celtibérica con  $1.1 \pm 0.31$  crías cabra<sup>-1</sup> parida.

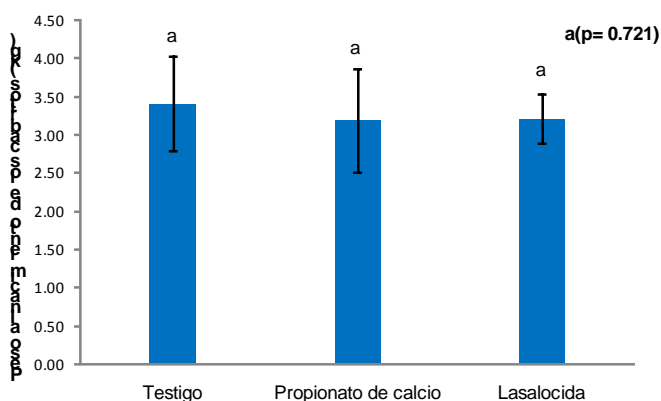


**Figura 3.** Índice de prolificidad de cabras suplementadas y no suplementadas con propionato de calcio o lasalocida previo y después del empadre.

Acero (2007), trabajando con cabras no obtuvo evidencias reproductivas y productivas, al incrementar el nivel de suplementación (300 vs 600 g de alimento concentrado cabra<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>), como estrategia de vigorización energética (*flushing*) y fuera efectiva para promover mayor número de crías por cabra, peso vivo y condición corporal en pastoreo, lo cual coincide con el presente estudio.

#### **Peso al nacimiento de las crías (PN)**

En relación al peso vivo al nacimiento de los cabritos no se encontraron diferencias ( $p > 0.05$ ; Figura 4) con valores de 3.41, 3.2 y 3.22 kg cabrito<sup>-1</sup> entre los cabritos nacidos de las cabras testigo, con propionato de calcio o lasalocida, respectivamente.



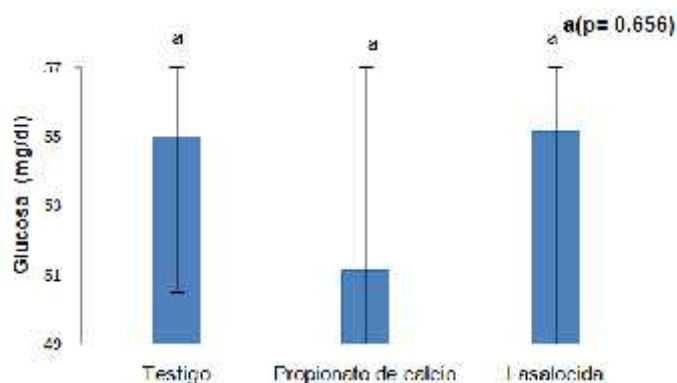
**Figura 4.** Peso al nacimiento de cabritos cuyas madres fueron suplementadas y no suplementadas con propionato de calcio o lasalocida previo y posterior al empadre.

Godfrey y Dodson (2003), reportaron que las ovejas que recibieron suplemento alimenticio presentaron mejor condición corporal que las ovejas con alimentación restringida ( $3.75 \pm 0.25$  vs  $2.75 \pm 0.25$ ;  $p < 0.05$ ). Es posible que la mejor CC influya en

una mayor producción de leche ( $1.200 \text{ g d}^{-1}$  vs  $900 \text{ g d}^{-1}$ ) y por ende en mayores pesos al nacimiento de los corderos procedentes de ovejas suplementadas que los de aquellos procedentes de ovejas que no son suplementadas al final de la gestación.

### Glucosa (GLU)

La concentración de glucosa en sangre no presentó diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ; Figura 5) entre los grupos de cabras con valores de 55.0, 51.125 y 55.125  $\text{mg dl}^{-1}$  para las cabras del grupo testigo, con propionato de calcio y lasalocida, respectivamente. Estos valores están dentro del rango considerado como normal ( $50\text{-}75 \text{ mg dl}^{-1}$ ; Kaneko *et al.*, 2008), lo que puede interpretarse como que las cabras se encontraban en un adecuado estado nutricional y metabólico y en consecuencia la síntesis y concentración de glucosa en sangre resultó similar.



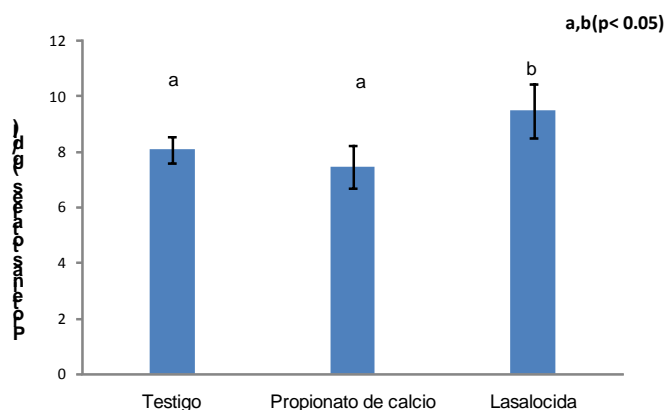
**Figura 5.** Concentración de glucosa en sangre de cabras suplementadas y no suplementadas con propionato de calcio y lasalocida antes y después del empadre.

Meza-Herrera *et al.* (2005), encontraron en una investigación realizada con cabras adultas, que la infusión endovenosa de L-glutamina se reflejaba en un incremento en la concentración en sangre de insulina y que, este efecto pudo ser directa o indirectamente, responsable de un mayor reclutamiento folicular o de la reducción en los niveles de atresia folicular. La insulina es una hormona indispensable para la introducción de glucosa a todas las células del animal, influyendo las foliculares en el ovario, por lo que una mayor concentración de glucosa en sangre de las hembras durante el empadre, pudieran posiblemente influir en los procesos de fecundación e implantación del embrión. Los resultados en vacas en lactación alimentadas con dietas isocalóricas ricas en granos y forrajes de alta calidad nutricional dos o tres veces al día, sugieren grandes aumentos en la producción de propionato ruminal y en las tasas de gluconeogénesis, ésta mayor síntesis de glucosa influye en mayor producción de leche (Evans, 1975). En los rumiantes, el propionato es un potente estimulador de la liberación de insulina y ésta a su vez

influye en la introducción y metabolismo de la glucosa a nivel celular (Quigley, 1991).

### Proteínas totales (PT)

Las concentraciones séricas de proteínas totales de cabras complementadas o no con los aditivos, propionato de calcio o ionóforo lasalocida, tuvieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ; Figura 6) con valores de 8.07, 7.4 y 9.5 g dl<sup>-1</sup> para los grupos testigo, propionato de calcio y lasalocida, respectivamente. Los resultados obtenidos son mayores a los valores de referencia dentro del rango normal (6.4–7.0 g dl<sup>-1</sup>) para pequeños rumiantes (Kaneko *et al.*, 2008).

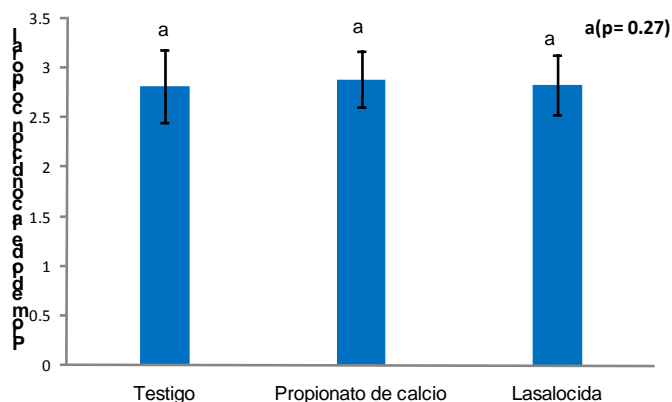


**Figura 6.** Concentración de proteínas totales en sangre de cabras suplementadas y no suplementadas con propionato de calcio o lasalocida antes y después del empadre.

La capacidad de movilizar proteína es más limitada que la disponibilidad de energía, y puede agotarse antes o al inicio de la lactación. Una vez agotadas las reservas, la falta de proteína limita la producción de leche (Moorby y Theobald, 1996) y la síntesis de inmunoglobulinas, por lo cual la competencia inmunitaria se ve comprometida. El resultado es una mayor predisposición a la aparición de problemas posparto (retenciones placentarias, cetosis) y producciones bajas de leche.

### Condición corporal (CC)

Los valores de la condición corporal (CC) entre los tres grupos de cabras con o sin suplemento resultaron similares ( $p > 0.05$ ; Figura 7). Sin embargo, cuando los datos se analizaron en diferentes momentos del estudio, se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ; Cuadro 5) registrándose los mayores valores de CC en todas las cabras hasta el momento del parto.



**Figura 7.** Condición corporal promedio durante la gestación de cabras suplementadas y no suplementadas con propionato de calcio o lasalocida previo y después del empadre.

Hedge *et al.* (1987) han especulado al indicar que la condición corporal ejerce un efecto sobre la reproducción a través de la regulación hormonal y metabólica, ya que determinado nivel de condición corporal produce sus propias señales al interior del organismo, mediante las cuales sensibilizan determinados órganos o se amplía la respuesta a otros estímulos, por lo tanto, se ha encontrado evidencia directa que implica la importancia de este mecanismo de retroalimentación en la mediación de efectos nutricionales y su metabolismo en la reproducción.

**Cuadro 5.** Condición corporal promedio para los tres grupos de cabras suplementadas o no con propionato de calcio o lasalocida antes y después del empadre.

Medición de la CC	Promedio de los tres grupos de cabras		
	Testigo	Propionato de calcio	Lasalocida
Previo al empadre	2.55±0.021a	2.51±0.021a	2.43±0.021a
Primer mes de gestación	2.61±0.021ab	2.69±0.022ab	2.61±0.022ab
Segundo mes de gestación	2.76±0.022abc	2.86±0.023bc	2.81±0.023bc
Tercer mes de gestación	2.94±0.023c	3.06±0.023c	3.00±0.023c
Antes del parto	3.22±0.024d	3.31±0.024d	3.29±0.024d

Promedios con diferente literal en columna indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

Gómez-Vázquez *et al.* (2004), en su estudio con cabras Criollas con diferente CC y alimentadas con una dieta de mantenimiento (testigo) y un suplemento alimenticio con 12% PC y 2.8 Mcal de energía digestible (tratamiento) antes del empadre, no encontraron diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ) para la presencia de celos a pesar de que las cabras suplementadas tendieron a mostrar celo antes que las no suplementadas, sin embargo, las cabras con mejor CC tendieron a mostrar mejor fertilidad y la prolificidad fue mayor en cabras con alta CC.

## CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio se puede concluir lo siguiente:

- La presencia y distribución de celos no se vió afectada por la adición de propionato de calcio o lasalocida en una dieta para cabras lecheras, sin embargo, a las 72 h posteriores al retiro de esponjas intravaginales, el 100% de las cabras mostraron celo.
- El porcentaje de gestación y pariciones resultaron similares entre tratamientos.
- El índice de prolificidad resultó similar entre tratamientos.
- El peso al nacimiento de los cabritos no fue modificado por la suplementación con propionato de calcio ni por el ionóforo lasalocida.
- La concentración sanguínea de glucosa no cambió debido a la suplementación con propionato de calcio ni lasalocida en las cabras, sin embargo, las concentraciones séricas de proteínas totales se incrementaron significativamente sólo en las cabras suplementadas con lasalocida.
- La condición corporal de las cabras tendió a incrementarse a lo largo del estudio, sin embargo las cabras suplementadas con propionato de calcio fueron las que presentaron la condición corporal significativamente mayor comparado con el grupo no suplementado.

## LITERATURA CITADA

- Acero, R.A. 2007. Evaluación de dos estrategias de Alimentación de Ganado Caprino: Vigorización Energética (Flushing) en Hembras Reproductoras. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad de Puerto Rico. 87 p.
- Arias, M., Varela, L., Bonardi, C y Villar, M. 2007. Evaluación de algunos parámetros reproductivos en cabras regionales. Agriscientia XIV: 37-42.
- Bushmich, S.L., R.D. Randel., M.M. McCartor and L.H. Carroll. 1980. Effect dietary monensina on ovarian response following gonadotropin treatment in prepuberal heifers. J. Anim. Sci. 53: 692-697.
- Chicco, C.F., Mazzarri, G., Rodríguez, H.J.E. y Quintana, H. 1986. Suplementación energética y proteica pre-servicio en ovejas West African. Zoot. Trop. 4(1 y 2): 19-28.
- Endecott, R.L. 2006. Nutrient partitioning in ruminants: Mechanisms and manipulation of acetate and glucose metabolism. Ph.D. Dissertation, New México State University, Las Cruces. 115 p.
- Evans, E. 1975. Effects upon glucose metabolism of feeding a low- or high-roughage diet at two levels of intake to sheep. Br. J. Nutr. 33: 33-44.

- Fernández, J.R., Sánchez A., Micheo, J.M., Ramos, M.E. y Sanz-Sampelayo, M.R. 2005. Efecto de la utilización de un concentrado suplementado con grasa rica en ácidos grasos poliinsaturados W-3 sobre la capacidad reproductiva de la cabra raza Malagueña. Memorias de las XXX Jornadas Científicas y IX Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Granada, España. pp. 215-217.
- Fletcher, J.C. 1981. Effects of energy and protein intake on ovulation rate associated with the feeding of lupin grain to Merino ewes. *Austr.J. Agric. Res.* 32:79-80.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 246 p.
- Godfrey, R.W. and Dodson, R.E. 2003. Effect of supplemental nutrition around lambing on hair sheep ewes and lambs during the dry and wet seasons in the U.S. Virgin Islands. *J. Anim. Sci.* 81: 587-593.
- Gómez-Vázquez, H., Urritia-Morales, J., Díaz-Gómez, M.O., Rosales-Nieto, C.A. y Ramírez-Andrade, B.M. 2004. Relación entre suplementación alimenticia, condición corporal y respuesta al efecto macho con cabras criollas en anestro. *Veterinaria Zacatecas* 2: 147-152.
- Hedge, G., H., Colby, R. and Goodman. 1987. *Clinical Endocrine Physiology. A Saunders Monograph in Physiology.* Philadelphia, EUA. pp. 34-40.
- Kaneko, J.J., Harvey, J.W. and Bruss, M.L. 2008. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals.* 6<sup>th</sup> ed. Academic Press. San Diego, USA. 512 p.
- Liu, Q., Wang, C., Guo, G., Yang, W.Z., Dong, K.H., Huang, Y.X., Yang, X.M and He, D.C. 2009. Effects of calcium propionate on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. *J. Agric. Sci.* 147: 201–209.
- Martínez, R.R.D., Mastache, L.A., Santamaría, L.R. y Valencia, M.J. 2005. Comportamiento reproductivo de tres razas caprinas bajo condiciones de trópico seco en Guerrero, México. *Vet. Mex.* 36: 147-155.
- Meza-Herrera, C.A., Guerra, G.M., Sánchez, T.M., Gallegos, S.J., Torres, H.G. y Pro, M.A. 2005. IGF-I y actividad ovárica de cabras en condición corporal divergente y con un suplemento de proteína no degradable en rumen. *Agrociencia* 43: 241-247.
- Moorby and Theobald, V. J. 1996. The effect of duodenal ammonia infusions on milk production and nitrogen balance of the dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82: 2440–2442.
- Quigley, J.D. 1991. Effects of propionate infusion and dietary energy on dry matter intake in sheep. *J. Anim. Sci.* 69:1178–1189.
- Randel, R.D. 1990. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *J. Anim. Sci.* 68:853-862.



- Rhind, S.M., Rae, M.T. and Brooks, A.N. 2001. Effect of nutrition and environmental factors on the fetal programming in the reproductive axis. *Reproduction* 122: 205- 214.
- Rodriguez-Castillo, J Del C., Rodríguez, R., Camacho, J.C., Hernández, J., Franco, F.J., Méndez, M. y Huerta, R. 2008. Suplementación pre-empadre con concentrado comercial o maíz amarillo y su efecto en el inicio de la presentación del estro en ovejas pelibuey. SEOC. <http://www.exopol.com/seoc/docs/33-29.pdf> Fecha de consulta: octubre de 2011.
- Russel, A.J.F., Doney, J.M. and Gunn, R.G. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci. Camb.* 72:451-465.
- Steel, G.D.R. y Torrie, H.J. 1988. *Bioestadística: principios y procedimientos*. 2da edición. 622 p.
- Waterman, R.C., Sawyer, J.E., Mathis, C.P., Hawkins, D.E., Donart, G.B. and Petersen, M.K. 2006. Effects of supplements that contain increasing amounts of metabolizable protein with or without Ca-propionate salt on postpartum interval and nutrient partitioning in young beef cows. *J. Anim. Sci.* 84:433-446.