



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



RESPUESTA AL EFECTO MACHO EN CABRAS CRIOLLAS X NUBIA EN DOS
NIVELES DE INDICE DE MASA CORPORAL DURANTE EL ANESTRO
PROFUNDO

Por:

Gerardo Esaú Ramírez Rosales

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de

Ingeniero Agrónomo Zootecnista



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



RESPUESTA AL EFECTO MACHO EN CABRAS CRIOLLAS X NUBIA EN DOS
NIVELES DE INDICE DE MASA CORPORAL DURANTE EL ANESTRO
PROFUNDO

Por:

Gerardo Esaú Ramírez Rosales

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Asesores

Dr. Manuel Antonio Ochoa Cordero

M.C. Felipe de Jesús Morón Cedillo

Revisor

I.A.Z. Leticia Calderón Chávez

Asesor Externo

Dr. Héctor Guillermo Gámez Vázquez

El trabajo titulado “**Respuesta al efecto macho en cabras criollas x nubia en dos niveles de índice de masa corporal durante el anestro profundo**” fue realizado por **Gerardo Esaú Ramírez Rosales** como requisito parcial para obtener el título de “**Ingeniero Agrónomo Zootecnista**” y fue revisado y aprobado por el suscrito comité de tesis.

Dr. Manuel Antonio Ochoa Cordero
Asesor

M. C. Felipe de Jesús Morón Cedillo
Asesor

I.A.Z. Leticia Calderón Chávez
Revisor

Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P. a los 11 días del mes de Julio de 2013.

DEDICATORIA

A mi Tío, Pedro Pablo Rosales Zapata, por todo su apoyo incondicional, sus regaños y todos sus consejos usted siempre fue el más entusiasmado con la realización de mis estudios de agronomía uno de mis mejores consejeros, pilar de mi formación como agrónomo nunca lo olvidare.

A mis Padres, Sr. Gerardo Ramírez Aranda, por todos tus consejos he aprendido a ser un hombre de bien para su familia, por todo el apoyo que me has brindado a lo largo de toda mi vida y por todo el amor que me regalas incondicionalmente. Sra. Beda Maricela Rosales Zapata, por darme la vida por todo el apoyo y amor de madre que me regalas día a día por tus incontables consejos por ayudarme a levantarme en todos mis tropiezos y por alentarme a seguir adelante a pesar de los obstáculos y por confiar en mí a lo largo de mi vida.

Gracias por todos sus sacrificios, esfuerzos y el apoyo, gracias a ustedes hoy he llegado a la meta más importante de mi vida. Este logro es por ustedes y espero se sientan profundamente orgullosos de lo que he logrado... los AMO.

A mis hermanos, Indira, Geraldina, Máximo, Luis Fernando por todo su apoyo y cariño que me brindan día a día y por siempre desear lo mejor para mí, por ser parte de este logro los quiero.

A mis Tíos, Juanito, Nena, Griselda, Chelo por todo el apoyo brindado y sus incontables consejos ustedes también forman parte de este proyecto mil gracias.

A mi Abuelita, Ma. Elena por todo el cariño y apoyo brindado durante toda mi vida usted es un pilar muy importante en mi formación profesional con todo su amor forjo en mí un hombre de bien mil gracias mamacita.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía y Veterinaria, de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, por haber formado de mí un profesionista responsable que siempre actuara con responsabilidad y amor a su profesión.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, a través de campo experimental San Luis por las facilidades para la realización del trabajo experimental.

A mis asesores. Dr. Jorge Urrutia Morales, Dr. Manuel Antonio Ochoa Cordero, M.C. Felipe de Jesús Morón Cedillo y al Dr. Héctor Guillermo Gámez Vázquez por todo su apoyo a lo largo de este proyecto y por sus conocimientos heredados para mi formación profesional

A mis profesores. Gracias a ustedes soy el profesionista que con sus conocimientos guiaron hasta la culminación de esta carrera.

A mis amigos. Antonio Galván, Salvador Jonguitud, Fulgencio Rodríguez, Manuel Rodríguez Salvador Duran, Omar Cervantes. Por todo su apoyo, su amistad y compañerismo que siempre mostraron por los momentos felices y las tristezas que vivimos juntos en nuestro paso por la facultad en mí siempre encontraran un amigo.

A mi compañero tesista. Jesús Steve Pérez Romo, por todo el apoyo y amistad brindado en la realización de este proyecto y a lo largo de la carrera, sin su ayuda esto no hubiera sido posible de lograr.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
CONTENIDO.....	V
INDICE DE CUADROS.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
SUMMARY.....	X
INTRODUCCION.....	1
Objetivo.....	2
Hipótesis.....	2
REVISION DE LITERATURA.....	3
Estacionalidad Reproductiva de la Cabra.....	3
La Acción del Fotoperiodo y los Mecanismos Fisiológicos.....	4
Influencia de la Latitud Geográfica en la Estacionalidad Reproductiva.....	5
Influencia de la Nutrición en la Estacionalidad Reproductiva.....	6
Flushing en Cabras Antes y Durante el Empadre.....	8
Efecto Macho.....	10
MATERIALES Y METODOS.....	12
Ubicación del Experimento.....	12
Material y Equipo.....	12
Animales y Tratamientos.....	13
Alimentación.....	13
Manejo General de las Cabras.....	14
Manejo del Macho.....	14
Muestras de Sangre.....	15
Análisis de Progesterona.....	15
Variables de Respuesta.....	16
Análisis Estadístico.....	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17

Peso Corporal.....	17
Índice de Masa Corporal.....	18
Comportamiento Reproductivo.....	18
Concentración de Progesterona.....	18
CONCLUSIONES.....	22
LITERATURA CITADA.....	23

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Presentación de primera y segunda ovulación en cabras de 2 niveles de índice de masa corporal (IMC) expuestas a machos sexualmente activos el 22 de Mayo.....	20

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Promedios de peso corporal por semana de cabras criollas mantenidas en índice de masa corporal alta y baja (IMC). En todos los periodos se detectaron diferencias significativas ($P < .05$) entre los dos niveles de IMC.....	17
2	Promedios de índice de masa corporal (IMC) por semana de cabras criollas mantenidas en IMC alta y baja. En todos los periodos se detectaron diferencias significativas ($P < .05$) entre los dos niveles de IMC.....	18
3	Concentraciones de progesterona en cabras con condición corporal alta y baja, antes y después de exponerlas al macho el 22 de Mayo. Cada línea representa una cabra. El día uno corresponde a la entrada de los machos.....	19

RESUMEN

Las cabras presentan estacionalidad reproductiva, caracterizada por mostrar actividad ovulatoria cíclica en los meses de otoño e invierno (estación reproductiva) y anestro el resto del año lo que constituye un impedimento para lograr altos índices de concepción en los meses de primavera y verano. Para contrarrestar esta limitante, se ha recurrido a la estimulación de la actividad ovulatoria por medio de la introducción de machos sexualmente activos, fenómeno conocido como efecto macho. Sin embargo, existe poca información en cabras con respecto a la influencia que ejerce el plano nutricional, asociado a la condición corporal, en la respuesta de las cabras al estímulo de los machos. El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la condición corporal de cabras Criollo x Nubia antes y durante el empadre en la respuesta al efecto macho durante la época de anestro profundo (Mayo-Junio). El estudio se realizó en San Luis Potosí (22°N) con 31 cabras criollas cruzadas con Nubia, de 3 años de edad, que se sometieron a dos niveles de alimentación para mantenerlas en bajo (N=15) y alto (N=12) índice de masa corporal, desde 2 meses antes de la introducción de los machos y durante 42 días del empadre. El 22 de Mayo se introdujeron dos machos enteros provistos de chaleco protector y chaleco marcador, previamente inducidos a la actividad sexual mediante la inyección repetida de testosterona. Para determinar la actividad ovulatoria se tomaron muestras de sangre de la yugular siete días antes de la entrada de los machos y hasta 42 días después. El índice de masa corporal de las cabras fue mayor ($P < 0.03$) en el grupo de IMC alto que en el IMC bajo (9.3 ± 0.18 vs. 7.6 ± 0.16). El 58.3% y 33.3% de las cabras en IMC alto y bajo respectivamente, respondieron al estímulo del macho ($P > 0.05$), presentando su primera ovulación a los 13.7 ± 1.9 y 16.2 ± 2.3 días de la entrada de los machos ($P > 0.05$). De igual manera el 16.7% y 6.7% ($P > 0.05$) de las cabras en IMC alto y bajo presentaron su segunda ovulación a los 33.5 ± 2.6 y 38.0 ± 3.6 días de la entrada del macho ($P > 0.05$). Se concluye que durante el periodo de anestro profundo las cabras responden al estímulo del macho de forma independiente a su condición corporal, iniciando su actividad ovulatoria a partir del día 14 de la introducción de los machos.

SUMMARY

Goats present their reproductive station characterized by the activity of cyclic ovulation in the months of fall and winter (reproductive state), and anoestrus the rest of the year. This characteristic impedes reaching a high grade of conceptions in the months of spring and summer. To overcome this limitation, it has recurred to simulating of ovulation by introducing active sexually males, a phenomenon known as male effect. Nevertheless, there is a little information on goats in reference of the influence of nutritional level, associated with the body condition, on female goats response to male stimulus. The present study was conducted in order to evaluate the effect of body condition score of Criollo x Nubia goats before and during the mating period on respond to male effect during the anestrus season (May-June). The study was made in San Luis Potosi (22°N) with 31 Criollo x Nubia (3 years old) goats, that were fed at two levels in order to keep them in low (LBCS; n=15) or high (HBCS; n=12) body condition scores, since two months before the introduction of males and during the 42 days of mating. On the 22th of May two males wearing a protection vest and marker, previously induced to sexual activity through repeated injections of testosterone, were introduced. In order to determine the ovulatory activity, blood samples were taken by jugular vein puncture, seven days before to 42 days after the introduction of males. Body weight of goats were higher ($P < 0.03$) in the group of HBCS than LBCS (9.3 ± 0.18 vs. 7.6 ± 0.16). 58.3 and 33.3% of goats in LBMI and HBMI responded to the male stimulus ($P < .05$), displaying their first ovulation 13.7 ± 1.9 and 16.2 ± 2.3 days from the introduction of males ($P < .05$), even though, only 16.7 and 6.7% ($P < .05$) of goats in both treatments showed a second ovulation at 33.5 ± 2.6 and 38.0 ± 3.6 days ($P < .05$). It is concluded that during deep anestrus period goats respond to male stimuli in an independent manner of their body condition score, starting their ovulatory activity from the day 14th from the introduction of males.

INTRODUCCION

En la región semiárida de México la caprinocultura es una de las actividades rurales más extendidas, particularmente en los estados de San Luis Potosí, Zacatecas, Coahuila y Nuevo León. En el país, esta especie se explota por norma general como un animal de subsistencia, utilizando en su mayoría animales criollos con bajos índices productivos. La producción estacional de forraje, determina en gran medida, el sistema de manejo del ganado, debido a la necesidad de satisfacer los requerimientos nutricionales del rebaño en sus distintas etapas fisiológicas, con el forraje pastoreado como única fuente de alimento. Uno de los factores que más limita la productividad de los rebaños caprinos, es la baja eficiencia reproductiva (Castillo *et al.*, 1989; Suárez *et al.*,1990; Valdéz *et al.*,1990; Vargas *et al.*, 1990; Falcón *et al.*,1990; López y Mora, 1990) debido, principalmente, a que en estas zonas, se acostumbra realizar los empadres durante los meses de febrero-marzo, hecho que obedece a la necesidad de que las crías nazcan durante la estación de mayor disponibilidad de forrajes, es decir, de julio a octubre.

Se sabe que las cabras presentan estacionalidad reproductiva, caracterizada por mostrar actividad ovulatoria cíclica en los meses de otoño e invierno (estación reproductiva) y anestro el resto del año (Duarte *et al.*, 2008; De Santiago *et al.*, 2009; Rivera *et al.*, 2011), lo que constituye un impedimento para lograr altos índices de concepción en los meses de primavera y verano. Para contrarrestar esta limitante, se ha recurrido a la estimulación de la actividad ovulatoria por medio de la introducción de machos sexualmente activos (Delgadillo *et al.*, 2002; Veliz *et al.*, 2002; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007), fenómeno conocido como efecto macho. Sin embargo, existe poca información en cabras con respecto a la influencia que ejerce el plano nutricional, asociado a la condición corporal, en la respuesta de las cabras al estímulo de los machos. El conocer este fenómeno, permitiría planear adecuadamente el manejo de los empadres, para lograr una eficiencia productiva óptima.

Objetivos

Evaluar el efecto del índice de masa corporal de cabras Criollo x Nubia antes y durante el empadre en la respuesta al efecto macho durante la época de anestro profundo (Mayo-Junio).

Hipótesis

El índice de masa corporal bajo afecta negativamente la respuesta al efecto macho en las cabras Criollo x Nubia durante la época de anestro profundo (Mayo-Junio).

REVISIÓN DE LITERATURA

Estacionalidad Reproductiva de la Cabra

Los animales con reproducción estacional como los ovinos, caprinos y equinos, con el fin de asegurar la supervivencia de su descendencia y por consiguiente de su especie, utilizan las condiciones del medio ambiente para establecer una estrategia reproductiva bien definida: seleccionan la época del año más favorable para sus partos (alrededor de la primavera), donde encuentran el clima y la disponibilidad de alimentos adecuada para el desarrollo de los recién nacidos, y renuevan el pelaje en el invierno (Escobar, 2003). El ambiente es un factor que influye sobre el potencial genético de los individuos determinando el período reproductivo y la intensidad del mismo (Chemineau, 1992).

En cada especie, existen diferencias muy importantes entre razas en su respuesta sexual al fotoperíodo, observándose una gran variabilidad en cuanto a la duración y las fechas de inicio y finalización de la actividad reproductiva tanto para hembras como para machos (Santiago *et al.*, 2000). De tal manera que existirían respuestas diferenciales del eje hipotálamo-hipófisis a los cambios lumínicos, que determinarían las diferencias en la longitud e intensidad de la estación reproductiva de las distintas razas (Fernández, 1993).

La duración de la temporada de apareamiento, la libido y el comportamiento sexual y social son codificados por los factores genéticos y se modifican por la acción de los factores externos como el fotoperíodo, disponibilidad de alimento, temperatura, régimen pluvial y humedad. Existen numerosos antecedentes que demuestran una importante variación de la actividad reproductiva entre genotipos, en particular la libido. Esta variación implica que los aspectos reproductivos no pueden extrapolarse entre las distintas razas y que deben ser evaluados para cada sistema de producción (Pérez y Mateos 1996).

Se sabe que las cabras presentan una estación de anestro que abarca los meses de primavera (Mohammed *et al.*, 1984; Chemineau *et al.*, 1992), particularmente en zonas localizadas por encima de los trópicos (Ortavan y Loir, 1980). Chemineau *et al.*, (1992) observaron que al someter cabras originarias de una latitud septentrional (Alpinas) a un fotoperíodo tropical no se modificaba la estacionalidad de la presentación de estros ni de

la actividad ovárica, pero tendía a ser un poco más larga la estación reproductiva (alrededor de 30 días). Bajo las condiciones de fotoperiodo de la región semiárida de México (entre 21° y 26° L. N.), se ha observado que una alta proporción de cabras presenta actividad sexual durante esta época (Trejo y Pérez, 1986; Valencia *et al.*, 1988; Esquivel *et al.*, 1992).

Se ha visto que las cabras de razas lecheras, tales como la Sannen, Alpina y Granadina, presentan una estación de anestro más prolongada que las cabras criollas (Valencia *et al.*, 1988; Trejo *et al.*, 1988; Cervantes *et al.*, 1989), aunque también se ha observado una estacionalidad reproductiva bien definida en la raza Nubia (Monroy *et al.*, 1991). Gutiérrez (1979) y Viramontes (1986) citados por Gutiérrez y Chavira (1997) mencionan que las cabras criollas del estado de Chihuahua, no presentan celos en los meses de abril a junio. Similares resultados fueron observados en cabras criollas del estado de Guanajuato (Trejo y Pérez, 1986) y del centro del país (Valencia *et al.*, 1988). Esto sugiere que las cabras criollas presentan una estación de anestro de corta duración y poco profunda, sin embargo, bajo condiciones de pobre alimentación, como lo sería en cabras mantenidas en agostadero semiárido, la estación de anestro podría ser más prolongada.

La Acción del Fotoperíodo y los Mecanismos Fisiológicos

Como en todas las especies de mamíferos, en los pequeños rumiantes, la percepción de los impulsos luminosos tiene su sede en la retina. A continuación, esta información es conducida por el tracto retino-hipotalámico hasta los núcleos supraquiasmáticos y paraventriculares del hipotálamo, antes de pasar por el ganglio cervical superior y llegar finalmente a la glándula pineal. Esta última sintetiza y secreta en la sangre la melatonina, únicamente durante la noche. Es muy probable que en virtud de la duración de tal secreción los animales sean capaces de percibir la duración de la noche, y por ende la del día, puesto que la restitución, por infusión de melatonina, de un ritmo de noches largas en ovejas pinealectomizadas es suficiente para provocar la lectura de un día corto e inducir la estimulación de la actividad neuroendocrina. La melatonina modifica la retroacción negativa de los esteroides sobre la actividad neuroendocrina (Karsch *et al.*, 1984).

Distribuida de manera correcta, la melatonina es capaz de restituir la totalidad del efecto del fotoperíodo. Sin embargo, su localización y su modo de acción aún no se conocen con precisión. El sitio funcional de acción, donde los microimplantes que liberan melatonina han sido eficaces, es el hipotálamo medio-basal de la oveja y del morueco, aunque los receptores se encuentran de manera abundante en la parstuberális de la hipófisis. A pesar de esta incertidumbre, es muy probable que existan sistemas neuronales intermediarios (como los de la dopamina, noradrenalina o serotonina) entre la melatonina y las neuronas LH-RH (Malpaux *et al.*, 1993).

En los pequeños rumiantes, los periodos largos de secreción de melatonina, estimulan la actividad reproductiva, lo cual ocurre a través de un mecanismo neuroendócrino muy complejo, en el cual se inhibe la retroalimentación negativa que ejerce el estradiol sobre la secreción tónica de la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH), permitiendo su secreción. La secreción pulsátil de la GnRH estimula a su vez la secreción pulsátil de la hormona luteinizante (LH) en el lóbulo anterior de la hipófisis, lo que da por resultado el desarrollo completo del folículo. Al aumentar la capacidad folicular se incrementa la secreción de estrógenos y estos estimulan la liberación preovulatoria de GnRH/LH y la ovulación se presenta (Malpaux *et al.*, 1997; Gallegos *et al.*, 1999).

En la temporada de días largos ocurre lo contrario. El corto periodo de secreción de melatonina no impide la retroalimentación negativa del estradiol sobre el hipotálamo; en consecuencia, se reduce la secreción pulsátil de GnRH del hipotálamo y de LH del lóbulo anterior de la hipófisis, por lo que en los ovarios no se completa la maduración folicular y la ovulación no se presenta. De esta forma, la hembra permanece en estado anovulatorio o anestro (Malpaux *et al.*, 1997).

Influencia de la Latitud Geográfica en la Estacionalidad Reproductiva

La influencia del fotoperíodo depende de su intensidad. Es mayor hacia los polos, en donde existe una diferencia bien marcada entre los días más cortos y los más largos, y menor en los lugares cercanos al ecuador, en donde dicha diferencia prácticamente no existe. En la zona templada (región ubicada entre los trópicos y las líneas polares), los rebaños manifiestan una clara diferencia entre la temporada reproductiva y de anestro. La época de anestro se presenta durante los días con mayor cantidad de horas luz, en la

primavera y verano, con una duración similar el resto del año corresponde a periodos de transición entre la época reproductiva y de anestro, que se presenta generalmente el final del invierno, y entre la época de anestro y la estación reproductiva, que se manifiesta al final del verano (Mohammed *et al.*, 1984).

En la cabra la gestación dura 5 meses (Lindsay, 1991), por lo que para parir en la primavera debe quedar gestante durante el otoño del año anterior. La reducción en la duración del día que se presenta durante el otoño, le sirve como señal para que se presenten ciclos estrales fértiles (Goodman, 1994). Lo mismo ocurre en los animales jóvenes, la pubertad únicamente la presentan durante los días en que se reducen las horas luz (Foster, 1994).

En los rebaños ubicados en la región tropical (región comprendida entre los trópicos de cáncer y de capricornio), la situación es diferente; el fotoperiodo influye poco en el comportamiento reproductivo estacional de la cabra. Las hembras pueden ciclar durante un periodo más prolongado del año, en virtud de que las diferencias en la duración del día son menos manifiestas que en las regiones templadas (Chemineau *et al.*, 1992). Aunado a esto otros factores tales como la nutrición también juegan un papel fundamental en la actividad reproductiva de las cabras.

Influencia de la Nutrición en la Estacionalidad Reproductiva

La nutrición sin duda constituye una parte importante en la reproducción animal. Sin embargo, es poco lo que se sabe en cabras con respecto de la influencia que ejerce el plano nutricional sobre la estacionalidad de la actividad reproductiva (Montgomery *et al.*, 1988).

La restricción alimenticia en los mamíferos puede afectar las regiones del hipotálamo que regulan la liberación y producción de la glándula pituitaria involucradas en los procesos reproductivos (Dunn y Moss, 1992). En los rumiantes domésticos, la restricción de energía en la dieta provoca retraso en la presentación de la pubertad, disturbios en la ciclicidad de las hembras sexualmente maduras, anestro postparto prolongado (Schillo 1992) y, probablemente prolongación del anestro estacional en las especies con comportamiento reproductivo estacional (Forcada *et al.*, 1992).

Forcada *et al.*,(1992) observaron un claro efecto de la condición corporal sobre la duración de la estación de anestro en ovejas raza Aragonesa mantenidas en dos condiciones corporales; las mayores diferencias en la presentación de estros entre los grupos fueron detectadas en los periodos de transición, lo que sugiere que la alimentación desempeña un papel importante en la actividad estacional cuando la influencia del fotoperiodo es poco importante, como es el caso de los periodos de transición. En este sentido, la nutrición podría modular la respuesta al cambio del fotoperiodo bloqueando el despliegue del potencial ovulatorio en ovejas en baja condición corporal (Hulet *et al.*, 1974; Gunn y Donney, 1979).

Los estados de restricción alimenticia severa por periodos prolongados han sido poco evaluados en cabras; en hembras de la raza Saanen, la restricción nutricional aguda (25 % del requerimiento) se ha acompañado de una reducción en la tasa promedio de ovulación, menor número de ovulaciones múltiples y menor proporción de hembras gestantes (Mani *et al.*, 1992). Por otra parte, en cabras Nubias, sometidas a restricción nutricional más severa (consumo de 60 y 80 % de los requerimientos nutricionales), no se detectaron efectos adversos sobre la actividad cíclica ovárica durante la estación reproductiva (Meléndez *et al.*, 1999).

Probablemente esta discrepancia se deba a la adaptación a condiciones adversas que han desarrollado algunas razas, lo que es de particular interés en aquellas regiones donde los empadres se realizan en condiciones de pobre alimentación, y en donde las posibilidades de complementar o suplementar a los animales para el empadre son muy limitadas. Desde el punto de vista nutricional se ha logrado comprobar que diversos factores nutricionales tienen influencia sobre los procesos reproductivos. Dietas bajas en energía disponible pueden disminuir la tasa reproductiva al producir descenso en las tasas de ovulación, y dietas con alto contenido energético, que aumentan excesivamente las grasas corporales, reducen la reproductividad al disminuir las tasas de fertilización. (Martínez *et al.*, 1986).

Montgomery *et al.*(1988) en ovejas, observaron que el inicio y el final de la actividad ovárica fue similar en las mantenidas en un peso vivo alto o bajo, aunque la tasa ovulatoria fue mayor en las de peso elevado. Estos resultados indican que el plano

alimenticio, afecta la tasa ovulatoria, pero no afecta el inicio y la finalización de la estación reproductiva.

El nivel nutricional afecta los procesos involucrados en el desarrollo folicular y tasa ovulatoria de los rumiantes, particularmente a través de cambios en peso vivo (PV) y condición corporal (CC). La influencia de la nutrición en la función ovárica se clasifica como: 1) De largo plazo o efecto estático, en el cual hembras con mayores PV lograrán mayores tasas ovulatorias (Meza-Herrera *et al.*, 2004; Scaramuzzi *et al.*, 2006; Meza-Herrera *et al.*, 2007); 2) de mediano plazo o efecto dinámico, donde aumentos en el PV o CC en semanas previas y durante el empadre promoverán mayor eficiencia ovárica, medida como la cantidad total de folículos y cuerpos lúteos presentes en el ovario (Meza-Herrera *et al.*, 2004 y 2008); 3) de corto plazo o efecto agudo, donde un suplemento estratégico de proteína o energía puede afectar positivamente la función reproductiva sin cambios en el PV o la CC (Scaramuzzi *et al.*, 2006).

Dichos efectos nutricionales son mediados por cambios en los niveles de hormonas metabólicas y de la superfamilia de factores de crecimiento (Meza-Herrera *et al.*, 2006). Las concentraciones séricas de la hormona del crecimiento (GH) fluctúan en respuesta al estado nutricional, pudiendo deprimir la síntesis y secreción de gonadotropinas (FSH y LH) y afectar la eficiencia reproductiva (Scaramuzzi *et al.*, 2006). Sin embargo, la importancia y rutas de acción de dichos efectos en el comportamiento reproductivo necesitan ser aclarados (Martin *et al.*, 2004).

Flushing en Cabras Antes y Durante el Empadre

El flushing consiste en aumentar los niveles de energía o proteína de la dieta en las hembras antes y durante la época de reproducción (monta natural o inseminación artificial), con el fin de influenciar positivamente el peso corporal, la condición corporal, la tasa de ovulación y el número de crías por parto. Alternativamente es posible mantener esta práctica nutricional 10 a 15 días después del apareamiento con miras a contribuir a la adecuada implantación de los embriones en el útero, reduciendo la temprana mortalidad embrionaria (Speedy, 1986).

El flushing de las ovejas para incrementar el número de corderos nacidos se ha practicado durante siglos. Hay diferencias de la raza en respuesta al flushing, las razas

de fertilidad baja según Speedy (1986), responden bien, pero las razas más prolíficas responden en una forma menos dramática o no responden.

La condición corporal, parece tener una influencia significativa sobre los resultados del flushing, hembras con una condición corporal menor a los tres puntos responden de mejor manera comparadas con otras de mayor condición corporal. La mayoría de las investigaciones han tratado de relacionar la condición corporal con la tasa de ovulación, por ejemplo se ha planteado que las ovejas con condición corporal mayor de 4 en el momento del servicio tienden a una mayor incidencia de esterilidad mientras que, por otra parte las que poseen condición corporal menor de 3 al servicio responderán mas a los efectos del flushing que aquellas con condición corporal entre 3 y 3.5. Trabajos realizados en Cuba con ovejas Pelibuey, confirman esta afirmación pues observaron las mayores tasas de fertilidad en ovejas con baja condición corporal al momento del servicio, lo que puede deberse a una mejor respuesta al flushing (Bertot *et al.*, 2007).

La estrategia de alimentación, busca con el flushing, niveles crecientes de nutrición, iniciando antes de la puesta en cubrición y tras un periodo de restricción, estimular la tasa de ovulación y con ello la prolificidad (Nikkhah *et al.*, 1999).

En la práctica, se suele efectuar dos a tres semanas antes de la cubrición, ofreciéndoles a los animales los mejores pastos o un suplemento en forma de concentrado de unos 150 a 300 g de cereal/animal/día, según la condición corporal. Sin embargo también la utilización de grasa suplementaria durante el flushing, según Nikkhah *et al.*, (1999), presentaron un efecto favorable sobre la tasa de ovulación, especialmente cuando se utilizan fuentes ricas en ácidos grasos insaturados.

Se tiene documentado (Rodríguez, 2007), que el efecto de la subnutrición reduce la síntesis y secreción de gonadotropinas LH (hormona luteinizante) y FSH (hormona foliculoestimulante), afectando particularmente la frecuencia de secreción pulsátil de LH, escenario que previene la maduración final del folículo potencialmente ovulatorio, ya que la concentración y frecuencia de los pulsos de LH tienden a disminuir en animales sub-alimentados. Por el contrario, la suplementación proteica o energética promueve la expresión de un mayor número de folículos antrales por medio de la manutención adecuada en la concentración y frecuencia en los pulsos de LH. Cuando los

niveles de proteína que ingiere la oveja son bajos puede reflejarse en un menor número de folículos antrales, y en consecuencia una reducción en la tasa ovulatoria.

Efecto Macho

El efecto macho es un método efectivo para inducir y sincronizar la actividad reproductiva de las hembras en anestro estacional (Delgadillo *et al.*, 2004). Se ha considerado que los machos deben permanecer de manera continua después de su introducción con las hembras por lo menos 5 días para que éstas puedan presentar una actividad estral y ovulatoria (Martín *et al.*, 1986; Signoret *et al.*, 1982). En el norte subtropical de México, los machos sexualmente activos estimulan la actividad estral de las hembras explotadas de manera intensiva y extensiva al permanecer con ellas 24 h por día durante al menos 15 días (Delgadillo *et al.*, 2004; Fitz-Rodríguez *et al.*, 2003). En condiciones extensivas, sería interesante determinar la respuesta sexual de las hembras cuando permanecen en contacto con los machos menos de 24 h por día.

Cuando los machos son introducidos con las cabras al final del periodo de anestro estacional, se produce una transición rápida del estado de anestro a la actividad lútea. En algunos individuos el primer cuerpo lúteo es normal, pero en la mayoría este sufre regresión en un periodo corto. La actividad ovárica subsecuente está asociada con la profundidad del anestro: la mayoría de las hembras con anestro profundo continúan presentando actividad normal. Cuando las hembras se encuentran muy cerca del inicio de la estación reproductiva, el ciclo corto inducido por la introducción de machos enteros es seguido normalmente por un ciclo potencialmente fértil. Sin embargo, cuando las cabras se encuentran en una etapa de anestro profundo puede tener lugar un segundo ciclo corto, tras el cual las hembras retornan al anestro (Belibasaki *et al.*, 1993).

Parece ser que la respuesta atípica al efecto macho, como presentar solo una ovulación y retornar al anestro o presentar una respuesta tardía, está asociada con la condición corporal subóptima. El mejorar la alimentación puede reducir la proporción de hembras que presentan una respuesta tardía y transitoria y puede elevar la tasa ovulatoria y la expresión del estro en la primera ovulación inducida (Walkden-Brown *et al.*, 1993). Galina *et al.*, (1984) compararon el efecto macho contra algunos tratamientos hormonales en la presentación de estros en cabras; manifestando que la presencia del

macho es económicamente ventajosa a la inducción del estro ya que encontraron respuestas muy similares en comparación con otros tratamientos. En general, esta misma tendencia se ha encontrado en ovejas comparando una gran variedad de productos hormonales con la presencia del semental.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del Experimento

El trabajo se realizó en la unidad caprina del Campo Experimental San Luis del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en el ejido Palma de la Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez S.L.P., cuyas coordenadas geográficas son 22° 14' 03" Latitud Norte, y 100° 53' 11" de Longitud Oeste con respecto al Meridiano de Greenwich, con altura de 1820 m.s.n.m., encontrándose en la zona un clima seco estepario frío Bs Kw (wi) según clasificación de Köpen, modificado por García (1973). La temperatura media anual es de 16.2°C y una mínima de 7.5°C, la precipitación pluvial media anual es de 335 mm, con un tipo de vegetación de matorral desértico micrófilo, predominando en la región los arbustos; las especies más abundantes son el Mezquite (*Prosopis juliflora*), Huizache (*Acacia farnesiana*), Nopal (*Opuntia spp*) y el Maguey (*Agave atrovirens*) (Rzedowski 1965).

Material y Equipo

1. 27 hembras de Cabra Criolla
2. 2 sementales criollos vasectomizados
3. Báscula tipo reloj
4. Báscula tipo resorte
5. Tubo Vacutainer de 6 ml sin anticoagulante
6. Agujas para Vacutainer
7. Máquina centrífuga
8. Corraletas individuales
9. Comederos comunales e individuales
10. Bebederos comunales
11. Cinta métrica
12. Vernier elaborado exprofeso y regla métrica de madera
13. Bolsas de plástico
14. Viales de 2 ml

15. Etiquetas
16. Plumones indelebles
17. Cinta mágica
18. Hieleras de poliuretano
19. Hielo
20. Estuche para la detección de progesterona (Coat-a-Count)
21. Congelador
22. Gradillas
23. Petos marcadores
24. Pipetas Pasteur
25. Bombillas de succión
26. Crayones para peto marcador
27. Alimento (especificar)
28. Testosterona
29. Estrógenos

Animales y Tratamientos

Se utilizaron 27 cabras criollas x Nubia de la región del altiplano potosino de edad adulta (3 años) que se asignaron a dos tratamientos consistentes en dos niveles de índice de masa corporal (IMC):

T1= Se le asignaron 15 cabras al azar alimentadas con una ración completa para mantenerse en un IMC bajo (7.3 en una escala de 5 a 10).

T2= Se le asignaron 12 cabras al azar alimentadas con una ración completa para mantenerse en un IMC alto (9.3 en una escala de 5 a 10).

Además se utilizaron dos sementales criollos de edad adulta vasectomizados y tratados con testosterona para inducir la actividad sexual.

Alimentación

Las cabras con índice de masa corporal alto fueron alimentadas con una dieta conteniendo 12.6% de PC y 2.8 Mcal de EM, mientras que las de índice de masa corporal bajo se alimentaron con una dieta conteniendo 11% de PC y 2.3% de EM. Las

dietas fueron elaboradas a base de heno de alfalfa, pata de sorgo, pasta de soya, melaza, cebo y minerales. En ambos grupos se proporcionó a cada cabra el 2% de su peso vivo, ajustando las cantidades semanalmente en función de la dinámica de peso, con el fin de mantenerlas en un IMC estable.

Manejo General de las Cabras

Las cabras en su totalidad se estabularon desde el mes de marzo y se mantuvieron completamente aisladas de los machos (a una distancia de alrededor de 300 metros), para evitar el contacto visual, auditivo y olfativo entre los machos y las hembras.

Las cabras fueron alimentadas una vez al día con una ración completa con base en su peso y condición corporal; para esto las cabras se pasaban de un corral común a corraletas individuales para facilitar la medición del alimento consumido por cada una de las cabras en el experimento.

Cada día se procedió a pesar el alimento asignado a cada una de las cabras para su alimentación, se les dejaba durante 2 horas en promedio para su alimentación y posteriormente se procedió a pesar los restos en cada uno de los comederos.

Antes de iniciar el estudio, se tomaron medidas corporales para determinar el tamaño corporal. Se midió la altura a la cruz y la longitud del cuerpo (de la cruz a la base de la cola). El tamaño corporal se determinó multiplicando la altura por el largo, considerando medidas en metros. Semanalmente las cabras se pesaron previo ayuno de alimento. Con el tamaño corporal y el peso se determinó el índice de masa corporal (IMC) de acuerdo con la fórmula sugerida por Tanaka *et al.*, (2002).

$$\text{IMC} = (P/TC) \times 1000$$

Donde:

P= peso vivo

TC= Tamaño corporal (altura a la cruz x largo de la cruz a la base de la cola)

Manejo del Macho

Los machos fueron preparados con una alimentación *ad libitum* y completamente aislados de las hembras. Para asegurar que los machos estuvieran sexualmente activos, se

les suministraron tres inyecciones por vía intramuscular de 1 ml de testosterona los días 16, 18 y 20 de mayo. Para corroborar la actividad sexual de los machos, previo al inicio del empadre, los machos fueron expuestos a cabras inducidas artificialmente al estro.

Los machos se introdujeron con las hembras el día 22 de mayo, intercalándolos diariamente en los dos corrales de las hembras. El periodo de detección duró 15 días, durante los cuales los machos permanecieron todo el tiempo en contacto directo con las hembras. Para facilitar la detección de las hembras en estro, los machos fueron equipados con un arnés marcador provisto con crayón.

La presencia de celo se determinó en base a las hembras marcadas por la actividad de los machos. Para definir la hora aproximada de inicio y terminación de celo, se revisaron las cabras cada 12 horas.

Muestras de Sangre

Para verificar la actividad ovulatoria de las cabras, se tomaron muestras de sangre los días -7, -3, 0, +1, +2, +3, +4, +5, +6, +7, +8, +9, +10, +11, +12, +13, +14, +15 y a partir de esta fecha, se tomaron muestras dos veces por semana hasta completar 42 días de la entrada de los machos.

Las muestras fueron colectadas entre 8:00 y 9:00 de la mañana antes del consumo de alimento, utilizando tubos vacutainer de 6 ml sin anticoagulante. Las muestras se dejaron en reposo en un lugar fresco y sombreado por un periodo de 24 horas hasta la separación del suero. Posteriormente los tubos se centrifugaron durante 15 min a 3000 r.p.m. para separar el suero de la sangre, el cual se almacenó por duplicado en viales de 2 ml debidamente etiquetados, y mantenidos en congelación a una temperatura de -20°C, donde permanecieron hasta ser enviadas al laboratorio para su análisis.

Análisis de Progesterona

La determinación de progesterona se realizó por el método de radioinmunoanálisis utilizando un estuche comercial para progesterona (RIA; TKPG-1, DiagnosticProductCorporation), en el Laboratorio de Reproducción del Centro Nacional de Investigación en Microbiología del INIFAP.

Variables de Respuesta

Se determinó la actividad ovulatoria con base en la concentración sérica de progesterona (P_4), considerando que una cabra ovuló cuando se detectó una elevación de 20 veces la concentración basal que fue de 0.005 ng ml^{-1} (Coshwa *et al.*, 1992). Cuando la elevación se mantuvo por más de 11 días se consideró como ovulación potencialmente fértil, mientras que concentraciones de menor duración se consideraron ovulaciones con CL de corta vida y no fértiles. La presencia de estro se determinó con base en las hembras marcadas por la actividad de los machos. Para definir la hora aproximada de inicio y terminación del estro, se revisaron las cabras cada 12 horas.

Análisis Estadístico

El porcentaje de cabras ovulando se analizó por periodos de 21 días por medio de la Prueba Exacta de Fisher y Yeates (Castilla y Cravioto, 1991). Además se analizó la fecha de última ovulación y la fecha de la primera ovulación, así como la duración del periodo anovulatorio por medio de la prueba de T Student, transformando los datos a $\sqrt{x-1}$ (JMP StarStatics, 2004). El peso e índice de masa corporal se analizaron con la prueba T Student (JMP Star Statics, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso Corporal

Las cabras mantenidas en IMC alta mostraron promedio superior ($P < 0.05$) de peso comparada con las cabras en condición corporal bajo (Figura 1). El mantenimiento de esta diferencia era condición indispensable para la comprobación de la hipótesis.

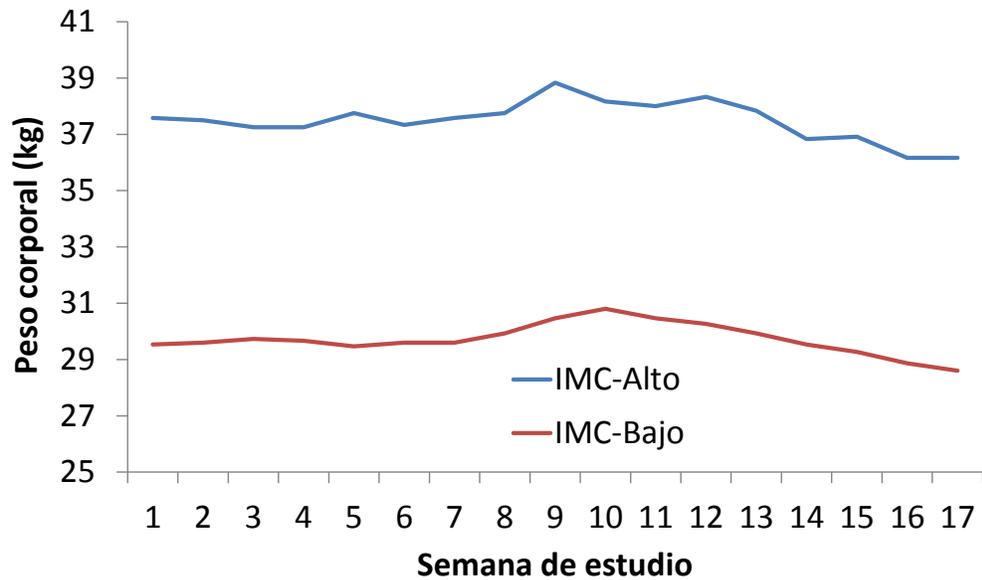


Figura 1. Promedios de peso corporal por semana de cabras criollas mantenidas en índice de masa corporal alta y baja (IMC). En todos los periodos se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los dos niveles de IMC.

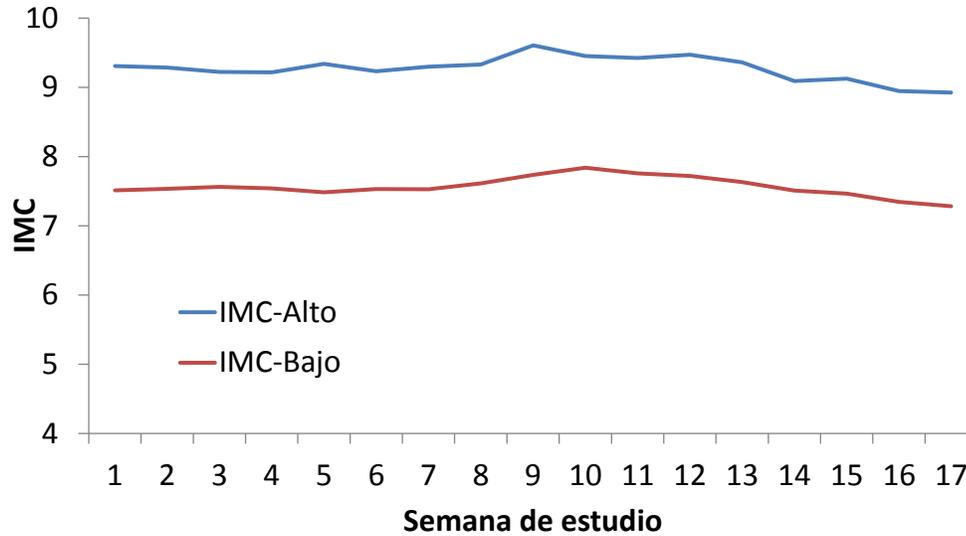


Figura 2. Promedios de índice de masa corporal (IMC) por semana de cabras criollas mantenidas en IMC alta y baja. En todos los periodos se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los dos niveles de IMC.

Índice de Masa Corporal

El índice de masa corporal fue mayor ($P < 0.0001$) en el grupo de IMC alto (9.3 ± 0.18) que en el de IMC bajo (7.6 ± 0.16), la cual se mantuvo a lo largo de todo el estudio (Figura 2). Dado que el IMC es reflejo del estado nutricional de la cabra (Tanaka *et al.*, 2002), las diferencias observadas en el IMC entre los dos grupos indica que las cabras se encontraban en un estado nutricional diferente a lo largo del estudio. Esto era condición indispensable para evaluar la hipótesis de que el estado nutricional subóptimo reduce la respuesta a la bioestimulación con machos sexualmente activos durante el periodo de anestro profundo. De este modo se pudo considerar que las diferencias obtenidas en las variables de respuesta reproductivas se debieron principalmente a los efectos de la condición nutricional entre tratamientos de IMC.

Comportamiento Reproductivo

Concentración de progesterona

Los análisis de progesterona (P_4) mostraron niveles basales (0.005 ng/ml^{-1}) en las muestras de todas las cabras de condición corporal alta en los primeros 14 días después

de la entrada del macho (figura 3), lo que indica que en ninguna cabra hubo actividad ovárica (ovulación) durante los primeros 14 días de contacto con el macho, confirmando así que se encontraban en anestro.

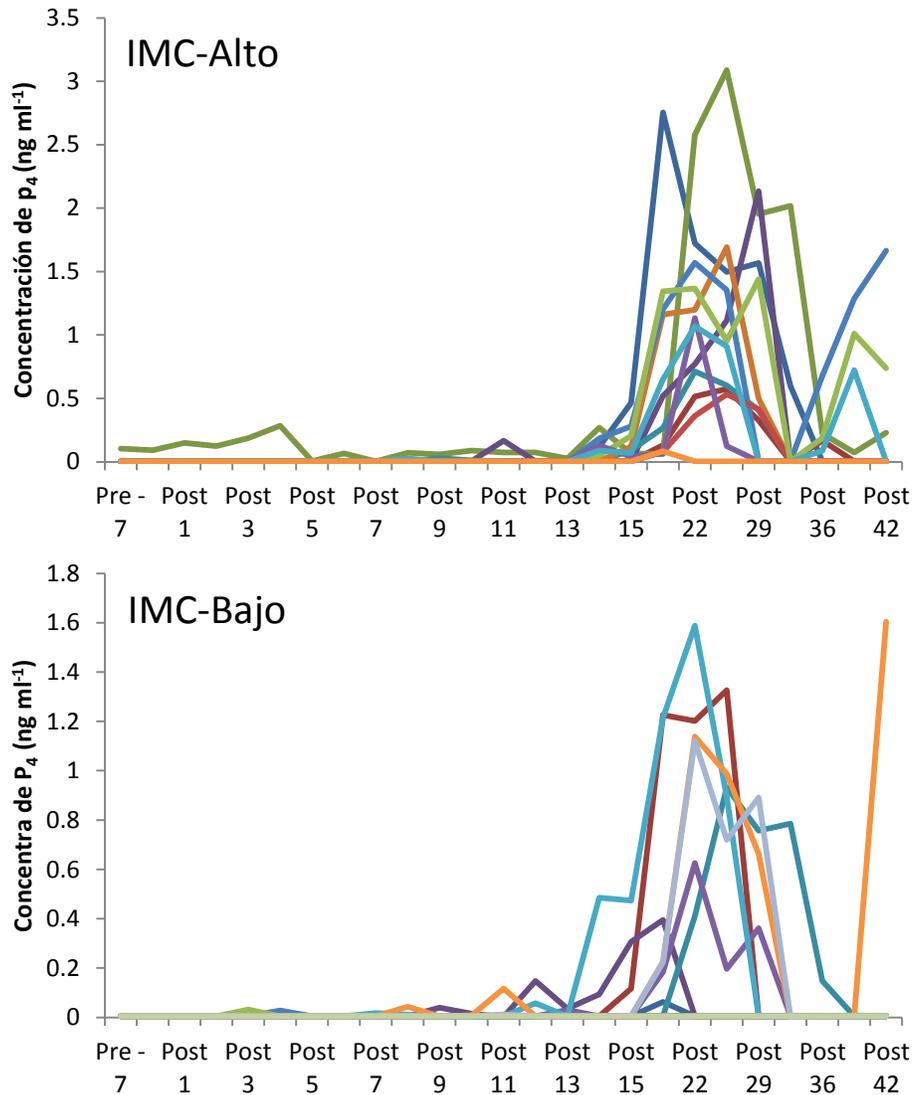


Figura 3. Concentraciones de progesterona en cabras con índice de masa corporal alta y baja, antes y después de exponerlas al macho el 22 de Mayo. Cada línea representa una cabra. El día uno corresponde a la entrada de los machos.

Los perfiles de concentración de progesterona muestran que la actividad ovulatoria comenzó en ambos grupos a los 13 días de la entrada de los machos, siendo muy similar en los dos niveles de IMC (Cuadro 1). El 58.3% y 33.3% de las cabras en IMC alto y

bajo respectivamente, respondieron al estímulo del macho ($P>0.05$), presentando su primera ovulación a los 13.7 ± 1.9 y 16.2 ± 2.3 días de la entrada de los machos ($P>0.05$). De igual manera el 16.7% y 6.7% ($P>0.05$) de las cabras en IMC alto y bajo presentaron su segunda ovulación a los 33.5 ± 2.6 y 38.0 ± 3.6 días de la entrada del macho ($P>0.05$).

Cuadro 1. Presentación de primera y segunda ovulación en cabras de 2 niveles de índice de masa corporal (IMC), expuestas a machos sexualmente activos el 22 de mayo.

Variable	Índice de masa corporal	
	Alto	Bajo
IMC inicial	9.3 ± 0.18	7.6 ± 0.16
Primera ovulación (%)	58.3 (7/12) ^a	33.3 (5/15) ^b
Intervalo a 1 ^a ovulación (días)	13.7 ± 1.9	16.2 ± 2.3
Segunda ovulación (%)	16.7 (2/12)	6.7 (1/15)
Intervalo a 2 ^a ovulación (días)	33.5 ± 2.6	38.0 ± 3.6

a,b Distintas literales en la misma línea difieren ($P<0.0001$)

Los resultados indican que en la etapa de anestro profundo el índice de masa corporal de los animales influyó de forma significativa en la bioestimulación con machos sexualmente activos, también se detectó un retraso de casi cinco días en la primera ovulación potencialmente fértil en aquellos animales con un índice de masa corporal baja.

El objetivo del presente estudio era evaluar si el IMC de las cabras de genotipo criollo afectaba de manera significativa la respuesta al estímulo del macho durante el periodo de anestro profundo, bajo el supuesto que el estado nutricional subóptimo profundiza el anestro, reduciendo la sensibilidad de las cabras a estímulos sociosexuales. Los resultados muestran que la respuesta al efecto macho fue distinto en las cabras con índice de masa corporal alta y baja, lo que sugiere que el estado nutricional afecta la sensibilidad de las cabras a tales estímulos.

Las diferencias entre los dos grupos de cabras son suficientes como para generar diferencias significativas en el estado metabólico de los animales, que pudieran reflejarse en una disminución sustancial de la actividad del eje hipotálamo-pituitaria-

gónadas. Algunas investigaciones habían observado que en estados de restricción alimenticia aguda las cabras podrían experimentar un estado de anestro nutricional (Maniet *et al.*, 1992), aunque otros autores no han podido corroborar estos resultados (Zarazaga *et al.*, 2005; Estrada *et al.*, 2009).

Por un lado, se ha determinado que las cabras que son sujetas a suplementación durante el periodo previo a la exposición a los machos presentan mejor comportamiento reproductivo, reflejado en mayor proporción de cabras que ovulan, mayores tasas de ovulación y mayores porcentajes de gestación (Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009). De igual forma se ha determinado que las cabras que se encuentran en mejor condición corporal responden mejor a la presencia de machos (Mellado *et al.*, 1994; Restall *et al.*, 1994; Urrutia *et al.*, 2003). En contraste, Rosales-Nieto *et al.*, (2011) encontraron que la respuesta al efecto macho es independiente del estado nutricional de la cabra.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio muestran que durante el periodo de anestro profundo las cabras responden al estímulo del macho de forma dependiente a su índice de masa corporal, iniciando su actividad ovulatoria a partir del día 13 de la introducción de los machos.

LITERATURA CITADA

- Belibasaki, S., Zygoyiannis D. Davies P., Doney J.M. 1993. Milk progesterone profiles during anoestrus through to pregnancy in greek dairy goats (*Capra prisca*): the effect of melatonin treatment and male introduction. *Anim. Prod.* 56: 333-339.
- Bertot, J., Marshall W., Garay M., Santiesteban D. 2007. Evaluación de la condición corporal en ovejas. Curso-Taller Internacional Producción Sostenible de Ovino Caprino. Universidad de Camagüey, Cuba.
- Castilla, S.L. Cravioto J. 1991. Estadística simplificada para la investigación en ciencias de la salud. Ed. Trillas. México. pp. 437.
- Castillo, C.M., Aparicio G.E., Urrutia M.J., García D.C. A. 1989. Caracterización de la caprinocultura en cinco ejidos del municipio de Venado, S.L.P. V Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Zacatecas, México. p. 28-31.
- Cervantes, J., Ducoing W.A., Flores F., Zarco Q.L. 1989. Inducción de actividad ovárica durante la época de anestro en cabras lecheras mediante el tratamiento con acetato de melengestrol (MGA) oral combinado con PMSG. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. D. F. México. p.165.
- Chemineau, P. 1992. Medio ambiente y reproducción animal. *Rev Mundial Zootecn. FAO*, 77: 2-14.
- Chemineau, P., Daveau A., Meurice F., Delgadillo J.A. 1992. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rumin. Res.* 8: pp. 299-312.
- Cushwa, W.T., Bradford G.E., Stabenfeldt G.H., Berger Y.M., Dally M.R. Ram influence on ovarian and sexual activity in anestrus ewes: effects of isolation of ewes from rams before joining and date of rams introduction. *J. Anim. Sci.* 1992;70:1195-1200.
- De Santiago-Miramontes, M.A., Malpaux B., Delgadillo J.A. 2009. Body condition is associated with a shorter breeding season and reduced ovulation rate in subtropical goats. *Animal Reproduction Science.* 114:175–182.
- Delgadillo, J.A., Fitz-Rodríguez G., Duarte G., Véliz F.G., Carrillo E., Flores J.A., Vielma J., Hernández H.F., Malpaux B. 2004. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod.Fertil. Dev.* 16: 1-8.
- Delgadillo, J.A., Flores J.A., Véliz F.G., Hernández H.F., Duarte G., Vielma J., Poindron P., Chemineau P., Malpaux B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *Journal of Animal Science.* 80:2780–2786.
- Duarte, G., Flores J.A., Malpaux B., Delgadillo J.A. 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Domestic Animal Endocrinology.* 35(4): 362-370.
- Dunn, T.G., Moss G.E. 1992. Effect of nutrient deficiencies and excesses on reproduction efficiency of livestock. *J. Anim. Sci.* 70: pp 1580-1593.

- Escobar, F.J. 2003. Estacionalidad Reproductiva en la Cabra, Jornadas de Investigación. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas. México.
- Esquivel, M.H., Torres A.F., Montes P.R., Centurion C.F., Cámara S.R. y Regalado P.T. 1992. Estacionalidad reproductiva de las cabras bajo condiciones del trópico subhúmedo. Reunion Nacional de Investigación Pecuaria. Chihuahua. México. p.246.
- Estrada-Cortés, A., Vera-Avila H., Urrutia-Morales J., Villagómez-Amezcuca E., Jiménez-Severiano H., Mejía-Guadarrama C.A., Rivera-Lozano M.T., Gámez-Vázquez H. 2009. Nutritional status influences reproductive seasonality in Creole goats: 1. Ovarian activity during seasonal reproductive transitions. *AnimReprodSci*. 116:282-290.
- Falcón, R.J.A., Salinas G.H., Ávila A.J.L., Flores R.R. T.1990. Los sistemas de producción caprina en Zacatecas. II. La presencia de aborto. VI Reunión Nacional sobre Caprinocultura, San Luis Potosí, México. p. 152.
- Fernández, A.D. 1993. Principios de fisiología reproductiva ovina. Agropecuaria Hemisferio Sur SRL. Universidad de la República. Uruguay. pp.247.
- Fitz-Rodríguez, G., Alvarado J.P., López J.C., Nava M.P., Flores J.A., Duarte G., Malpoux B., Delgadillo J.A. 2003. Los machos sexualmente activos estimulan la actividad sexual de las cabras explotadas en condiciones extensivas al someterlas al efecto macho. XVIII Reunión Nacional Sobre Caprinocultura, Puebla, Pue., Memorias: 67-69.
- Fitz-Rodríguez, G., De Santiago-Miramontes M.A., Scaramuzzi R.J., Malpoux B., Delgadillo J.A. 2009. Nutritional supplementation improves ovulation and pregnancy rates in female goats managed under natural grazing conditions and exposed to the male effect. *AnimReprodSci* 16:85-94
- Forcada, F., Abecia J.A., Sierra I. 1992. Seasonal changes in oestrus activity and ovulation rate in rasa aragonesa ewes maintained at two different body condition levels. *Small Ruminant Research* 8: pp. 313-324.
- Foster, D.L. 1994. Puberty in the sheep. *In*: editor. Knobil, J. D. Neil (eds.) *The Physiology of Reproduction*. Second edition. Raven Press, New York, N. Y. pp. 411-451.
- Galina, H., Ramírez M.A., Fuentes V. 1984. Manejo reproductivo de la cabra joven en dos etapas de actividad ovárica, inducción y sincronización del estro. Reunión de Investigación Pecuaria en México. p. 339.
- Gallegos, S., Pérez H., Albarran A. 1999. Neuroendocrinología del ciclo reproductivo de la oveja. I Curso Internacional de la Fisiología de la reproducción de los Rumiantes. Chapingo, Edo de México.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de köppen. Universidad Nacional Autónoma de México.

- Goodman, R.L. 1994. Neuroendocrine control of the ovine estrous cycle. *In*: E. Knobil, J. D. and Neil. (eds.) *The Physiology of Reproduction*. Second edition. Raven Press New York, N. Y. pp 659-709.
- Gunn, R.G., Doney J.M. 1979. Fertility in cheviot ewes. 1. The effect of body condition at mating on ovulation rate and early embryo mortality in North Country and South Country Cheviot ewes. *Animal Production* 29:11-16.
- Gutiérrez, A.J., Chavira O.L.F. 1997. Influencia del uso de grasa de sobrepeso y condición corporal al parto sobre la actividad ovárica estacional en cabras lecheras. *Memorias de la XII Reunión Nacional sobre Caprinocultura, Torreon Cohauila, México*. pp. 69-74.
- Honhold, N., Petit H., Halliwell R.W. 1991. A condition scoring scheme for the Small East African Goats in Zimbabwe. *Trop Anim Health Prod* (21):121-127.
- Hulet, C.V., Price D.A., Foot W.C. 1974. Effects of month and feed level on ovulation and lambing rates of panama ewes. *J. Anim. Sci.* 39: pp. 73-78.
- Karsch, F.J., Bittman E.L., Foster D.L., Goodman R.L., Legan S.J., Robinson J.E. 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent Prog. Horm. Res.*, 40:185-232.
- Lindsay, D.R. 1991. Reproduction in the sheep and goat. *In*: Cupps P. T. Editor. *Reproduction in Domestic Animals*. San Diego, Calif. Academic Press, Inc, pp. 491-517.
- López, T.Z., Mora P.M. 1990. Prácticas de producción para el mejoramiento de las explotaciones caprinas tradicionales. VI Reunión Nacional sobre Caprinocultura, San Luis Potosí, México. p. 167.
- Malpoux, B., Chemineau P., Pelletier J. 1993. Melatonin and reproduction in sheep and goats. *En Melatonin: biosynthesis, physiological effects and clinical applications*. H.S. Yu y R.I. Reiter, ed., CRC Press, Boca Raton Publ., 253-287.
- Malpoux, B., Delgadillo J.A., Chemineau P. 1997. Neuroendocrinología del fotoperiodo en el control de la actividad. Seminario Internacional: Tropicos Avanzados en Reproducción Animal. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Edo de México.
- Mani, A.U., McKelvey W.A.C., Watson E.D. 1992. The effects of low level of feeding on response to synchronization of estrus, ovulation rate and embryo loss in goats. *Theriogenology* 38:1013-1022.
- Martin, B.G., Rodger J., Blache D. 2004. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. *Reprod. Fertility and Dev.* 16: 491-501.
- Martin, G.B., Oldham C.M., Cognié Y., Pearce D.T. 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams. A review. *Livest. Prod. Sci.* 15: 219-247.
- Martínez, A., Mazarri M., Rodríguez J., Quintana H., Chico C. 1986. Suplementación energética y proteica pre-servicio en ovejas Westafrican. *Zootecnia Tropical*, 4: 19-28.

- Melendez, J.L., Sawant H.S., Fernandes F. C. R., Benz A. O. 1999. Statistical analysis of high-frequency decimetric type III bursts, *Solar Phys.*
- Mellado, M., Vera A., Loera H. 1994. Reproductive performance of crossbred goat in good or poor body condition exposed to bucks before breeding. *Small RuminRes* ;14:45-48.
- Meza-Herrera, C.A., Sanchez J.M., Chavez-Perches J.G., Salinas H., Mellado M. 2004. Protein supplementation, body condition and ovarian activity in goats. Preovulatory serum profile of insulin. *South African J. Anim. Sci.* 34(Suppl 1): 223-226.
- Meza-Herrera, C.A., Ross T., Hallford D., Hawkins D., Gonzalez-Bulnes A. 2007. Effects of body condition and protein supplementation on LH secretion and luteal function in sheep. *Reprod. Domestic Anim.* 42: 461-465.
- Meza-Herrera, C.A., Ross T., Hawkins D., Hallford D. 2006. Interactions between metabolic status, pre-breeding protein supplementation, uterine pH, and embryonic mortality in ewes: Preliminary observations. *Trop. Anim. Health Produc.* 38: 407-413.
- Meza-Herrera, C.A., Hallford D.M., Ortíz J.A., Cuevas R.A., Sánchez J.M., Salinas H, Mellado M., Gonzalez-Bulnes A. 2008. Body condition and protein supplementation positively affect periovulatory ovarian activity by non-LH mediated pathways in goats. *Anim. Reprod. Sci.* 106:412-420.
- Mohammed, W.A., Grossman M., Vatthauer J.L. 1984. Seasonal breeding in united states dairy goats. *J. DairySci.* 67: pp. 18-13.
- Monroy, A., Espinoza J.L., Cepeda R., Carrillo M. 1991. Estacionalidad de la actividad sexual de cabras cruzadas en el municipio de La Paz, Baja California Sur. VII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Monterrey Nuevo León, México. p.99.
- Montgomery, G.W., Scott I.C., Johnstone P.D. 1988. Seasonal changes in ovulation rates in coopworth ewes maintained at different liveweights. *Anim. Product. Sci.* 17: 197-205.
- N.R.C. 1981. Nutrient Requirements of Goats. Munber 15, National Academy Press Washinton, D.C.
- Nikkhah, A., Sadeghi H., Zare A., 1999. Effects of adition of different fats to flushing diet on reproduction in ewes. *J. Anim. Sci.*
- Ortavant, R., Loir M. 1980. The environment as a factor in reproduction in farm animals. *In: L. S. Verde y A. Fernández.* 1980. IV Conferencia Mundial de Producción Animal. Buenos Aires, Argentina. pp. 423-451.
- Pérez, B., Mateos E. 1996. Effect of photoperiod on semen production and quality in bucks of Verata and Malagueñabreeds. *SmallRuminantRes*, 22: 163-168.
- Restall, B.J., Restall H., Norton B.W. 1994. Effect of nutrition on sensitivity of female goats to the male effect. *ProcAustSocAnimProd.* 20:39.

- Rivas-Muñoz, R., Fitz-Rodríguez G., Poindron P., Malpaux B., Delgadillo J.A. 2007. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. *Journal of Animal Science*. 85:1257-1263.
- Rivera, L.M.T., Díaz G.M.O., Urrutia M.J.1., Vera A.H., Gámez V.H., Villagómez-Amezcuca M.E., Aréchiga F.C.F., Escobar M.F. 2011. Seasonal variation in ovulatory activity of Nubian, Alpine and Creole x Nubian does under tropical photoperiod (22° N). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14:973-980.
- Rodríguez, M.R. 2007. Suplementación pre-empadre y su efecto en la presentación y tiempo de respuesta del estro en ovejas Pelibuey. *Producción Ovina*. En: www.produccion-animal.com.ar
- Rosales-Nieto, A.C.A., Gamez-Vazquez H.G., Gudino-Reyes J., Reyes-Ramirez E.A., Eaton M., Stanko R.L., Meza-Herrera C.A., Gonzalez-Bulnes A. 2011. Nutritional and metabolic modulation of the male effect on the resumption of ovulatory activity in goats. *AnimReprodSci* .51:115-122.
- Rzedowski, C.G. 1965. *Acta científica potosina, notas sobre la flora y la vegetación del estado de San Luis Potosí*. U.A.S.L.P.
- Santiago-Moreno, J., González-Bulnes A., Gómez-Brunet A., Campo A., del Picazo R., López-Sebastian A. 2000. Nocturnal variation of prolactin secretion in the mouflon (*Ovisgmelinimusimon*) and domestic sheep (*Ovisaries*): Seasonal changes. *Anim. Reprod.Sc.i*, 64: 211- 219.
- SAS Institute Inc. 2000. *JMP Star Statistics*. Version 4.0.3 (Academic).
- Scaramuzzi, R.J., Campbell B., Downing J., Kendall N., Khalid M., Muñoz M., Somchit A. 2006. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reprod. Nutri. Dev*. 6: 339–354.
- Schillo, K.K., 1992. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J. Anim. Sci*. 70: pp. 1271-1282.
- Signoret, J.P., Fulkerson W.J., Lindsay D.R., 1982. Effectiveness of testosterone-treated wethers and ewes as teasers. *Appl. Anim. Ethol*. 9: 37-45.
- Speedy, A. 1986. *Producción Ovina*. Ed. CECSA.
- Suárez, M.E., De J., Ruiz Z.F., Aguirre V.L. 1990. Características de la producción caprina en comunidades ejidales al sur del municipio de Saltillo, Coah. VI Reunión Nacional Sobre Caprinocultura. San Luis Potosí, México. p. 128.
- Tanaka, T., 2002. Fasting- induced suppression of pulsatile luteinizing hormone secretion is related to body energy status in ovariectomized goats. *Animal Reprod. Sci*. 72, 185-196.
- Trejo, G.A., Trejo C.J.L., Reyes G.E., Soto G.R., Sanchez P.H., Benitez G.A. 1988. Comparación de varios tratamientos a base de gonadotropinas para inducir el estro en cabras lecheras inseminadas con semen congelado. Congreso Interamericano de Produccion Caprina. Torreon Coahuila, México. p.49.

- Trejo, G.A., Pérez R.Y. 1986. Actividad ovárica estacional durante dos años en cabras criollas sacrificadas. Reunion Nacional de Investigacion Pecuaria en México. D. F. México. p.174.
- Urrutia, M.J., Gámez V.H.G., Ramírez A.B.M. 2003. Influencia del pastoreo restringido en el efecto macho en cabras en baja condición corporal durante la estación de anestro. Técnica Pecuaria en México. 41: 251-260.
- Valdéz, O.E.J. Ríos Q.C. 1990. Tipificación de las unidades de producción caprina del sur de Coahuila. VI Reunión Nacional sobre Caprinocultura, San Luis Potosí, México. p. 132.
- Valencia, M.J., Zarco Q.L., Ducoing W.A., Murcia M.C., Navarro G.H., Martínez A.J., Anta J.E., Rivera R.J. 1988. Caracterización de la estación de anestro en cabras criollas y Granadinas mantenidas en un plano nutricional constante en el altiplano mexicano. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria en México. D. F. México. p.124.
- Vargas, L.S., Vázquez A.R., Mora P.M., Nava C.R. 1990. El sistema pastoril caprino de la ganadería familiar de un ejido del norte de México. VI Reunión Nacional Sobre Caprinocultura, San Luis Potosí, México.
- Véliz, F.G., Moreno S., Duarte G., Vielma J., Chemineau P., Poindron P., Malpoux B., Delgadillo., J.A. 2002. Male effect in seasonally anovulatory lactating goats depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous females. Animal Reproduction Science. 72:197–207.
- Walkden-Brown, S.W., Restall B.J., Henniawati R.D. 1993. The male effect in the Australian Cashmere goat. 1. Ovarian and behavioral response of seasonally anovulatory does following the introduction of bucks. Anim. Reprod. Sci. 32: 41-53.
- Zarazaga, L.A., Guzmán J.L., Domínguez C., Pérez M.C., Prieto R., 2005. Effect of plane of nutrition on seasonality of reproduction in Spanish Payoyoats. Anim. Reprod. Sci. 87: 253–257.