

# Influencia del nivel de la alimentación en la actividad reproductiva de cabras criollas durante la estación reproductiva

## The influence of feeding level on the reproductive activity of Mexican native goats during the reproductive season

César Augusto Rosales Nieto<sup>a</sup>, Jorge Urrutia Morales<sup>a</sup>, Héctor Gámez Vázquez<sup>a</sup>, Marta Olivia Díaz Gómez<sup>b</sup>, Berta Margarita Ramírez Andrade<sup>c</sup>

### RESUMEN

Para evaluar el efecto de la restricción nutricional moderada sobre la actividad reproductiva en cabras Criollas durante la estación reproductiva, se realizó el presente estudio en el Campo Experimental San Luis, México (22° 14' N), con 18 cabras, sometidas a dos niveles de alimentación: 100 y 75 % de los requerimientos de mantenimiento (T-100 y T-75). El periodo experimental y el control de la alimentación iniciaron el 5 de septiembre, determinando la presencia de estro y de ovulaciones en dos periodos de la estación reproductiva: 26 de septiembre al 17 de octubre y 7 al 28 de noviembre. La presentación de estro se determinó con una hembra androgenizada, y de ovulaciones a partir de las concentraciones de progesterona en plasma. El peso inicial fue de  $36.1 \pm 6.5$  y  $35.8 \pm 5.9$  kg y la condición corporal (CC) de  $3.1 \pm 0.7$  y  $3.0 \pm 0.6$  para T-100 y T-75, respectivamente. No se detectaron diferencias en los cambios de peso o CC ( $P > 0.05$ ). El porcentaje de cabras que mostraron estro y ovulación fue similar ( $P > 0.05$ ) en ambos tratamientos en los dos periodos de observación, sin embargo, hubo una tendencia ( $P = 0.142$ ) del grupo T-100 a presentar mayor porcentaje de cabras en estro durante el primer periodo (77.7 vs 44.4 %), mientras que en el segundo periodo dicho porcentaje fue igual en ambos tratamientos (88.8 %). Se concluye que la restricción del 25 % de los requerimientos nutricionales, afectó la función reproductiva de las cabras durante el periodo de transición, pero no durante la estación reproductiva.

**PALABRAS CLAVE:** Cabras criollas, Restricción alimenticia, Actividad reproductiva.

### ABSTRACT

A study was carried at the Campo Experimental San Luis, México (22° 14' N), in order to evaluate the effect of a moderate nutritional restriction on the reproductive activity of Mexican native (Creole) goats, during the reproductive season. Eighteen (18) goats were subjected to two different feeding levels: 100 or 75 % of their maintenance requirements (T-100 & T-75 respectively). The experimental period and the feeding control started on September 5. Both estrus and ovulation were determined in two different periods within the reproductive season: September 26 to October 17, and November 7 to 28. Estrus was determined using an androgenized female. Ovulation was determined using plasma progesterone concentrations. Body weights (BW) at start were  $36.1 \pm 6.5$ , and  $35.8 \pm 5.9$  kg, and body condition scores (BCSs) were  $3.1 \pm 0.7$ , and  $3.0 \pm 0.6$  for T-100 and T-75, respectively. No influence ( $P > 0.05$ ) existed on BW/BCS change. The percentage of goats showing estrus and ovulation was similar ( $P > 0.05$ ) in both treatment groups and during both observation periods. Even though, a trend existed ( $P = 0.142$ ) in T-100 to show a higher percentage of goats in estrus during the first period (77.7 vs 44.4 %), while in the second period percentage goats in estrous was the same in both treatments (88.8 %). It is concluded that a 25 % nutritional restriction affected the reproductive performance of goats during the transition period but not during the reproductive season.

**KEY WORDS:** Native (Creole) goats, Feed restriction, Reproductive activity.

Recibido el 24 de noviembre de 2003 y aceptado para su publicación el 2 de marzo de 2006.

<sup>a</sup> Campo Experimental San Luis, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Santos Degollado #1015 altos, colonia Cuauhtémoc, 78270, San Luis Potosí, S.L.P. Tel 01(444)8524303/16; jorurrmo@hotmail.com. Correspondencia al segundo autor.

<sup>b</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

<sup>c</sup> Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

En las condiciones semiáridas del norte de México, las cabras satisfacen sus necesidades nutritivas principalmente a través del consumo de la vegetación disponible, sin embargo, gran parte del año los forrajes no cuentan con los nutrientes suficientes para cubrir dichas necesidades<sup>(1)</sup>, y solamente en los meses de verano los animales consumen los nutrientes necesarios para poder cubrir o exceder sus requerimientos<sup>(2)</sup>. Cuando sus requerimientos básicos no logran ser cubiertos, comienzan a utilizar sus reservas corporales, con la consecuente pérdida de peso y condición corporal<sup>(3,4,5)</sup>, lo cual podría reflejarse en el rendimiento productivo y reproductivo.

La restricción alimenticia en los mamíferos puede afectar las regiones del hipotálamo que regulan la liberación y producción de hormonas de la glándula pituitaria involucradas en los procesos reproductivos<sup>(6)</sup>. 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 posparto prolongado<sup>(7)</sup> y, probablemente prolongación del anestro estacional en las especies con comportamiento reproductivo estacional<sup>(8)</sup>.

Forcada *et al*<sup>(8)</sup> 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 fotoperíodo es poco importante, como es el caso de los periodos de transición. En este sentido, la nutrición podría modular la respuesta al cambio del fotoperíodo, bloqueando el despliegue del potencial ovulatorio en ovejas en baja condición corporal<sup>(9,10)</sup>.

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 ovulaciones múltiples y menor proporción de hembras gestantes<sup>(11)</sup>. Por otra parte, en cabras Nubias, sometidas a restricción nutricional más severa (consumo de 60 y 80 % de

Under the semiarid conditions of Northern Mexico, goats fulfill their nutritional needs mainly by eating the available vegetation. Most of the year, however; forages do not have enough nutrients to fulfill such needs<sup>(1)</sup>, so that animals cover or exceed their nutritional requirements only during the summer months<sup>(2)</sup>. When basic requirements are not fulfilled, goats start to use body reserves, with the resulting body condition score (BCS)/body weight (BW) loss<sup>(3,4,5)</sup>. This might be reflected on goats' productive/reproductive performance.

In mammals, feed restriction can affect the hypothalamus regions regulating pituitary reproductive hormone production/release<sup>(6)</sup>. In domestic ruminants, dietary energy restriction results in delayed puberty, cyclicity disruption in sexually-mature females, extended postpartum anestrus<sup>(7)</sup> and probably, extended seasonal anestrus in species with seasonal reproductive behavior<sup>(8)</sup>.

Forcada *et al*<sup>(8)</sup> reported a clear effect of BCS over the anestrus season length in Aragonesa sheep showing two different BCSs. The main differences in estrus presentation between these groups were detected during the transition period, suggesting that feeding plays an important role on the seasonal activity, when the photoperiod (day length) had a minor impact, as it occurs during the transition period. In this sense, nutrition may modulate the response to a day length change by blocking the ovulation potential displayed by ewes with low BCSs<sup>(9,10)</sup>.

Extended, severe feed restriction has been scarcely evaluated in goats. In Saanen females, acute nutritional restriction (25 % of the requirement) has been followed by a decreased average ovulation rate, decreased number of multiple ovulations, and a smaller proportion of pregnant females<sup>(11)</sup>. On the other hand, in Nubia goats subjected to a more severe nutritional restriction (consuming 60 or 80 % of their nutritional requirements), no adverse effects on clinical ovarian activity were detected during the reproductive season<sup>(12)</sup>. This discrepancy is likely due to the adaptation developed by some breeds to adverse conditions. This is particularly interesting in those regions where breeding occurs under poor feeding conditions, with extremely limited possibilities to complement/supplement animal nutrition.

los requerimientos nutricionales), no se detectaron efectos adversos sobre la actividad cíclica ovárica durante la estación reproductiva<sup>(12)</sup>. 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.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la influencia de la restricción nutricional moderada, en la actividad reproductiva de cabras criollas de la región semiárida del norte de México, en dos periodos de la estación reproductiva.

El trabajo se realizó en el Campo Experimental San Luis, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (22° 14' 03" N, 100° 53' 11" de O y 1,835 msnm). El clima predominante es seco estepario frío (Bs Kw (wi))<sup>(13)</sup>. La temperatura media anual es de 17.6 °C y una mínima de 7.5 °C. La precipitación media anual es de 335 mm.

Se utilizaron 18 cabras criollas de tres años de edad, que se asignaron por peso a dos niveles de alimentación: T-100 y T-75 (100 y 75 % de los requerimientos de mantenimiento)<sup>(14)</sup>. El periodo experimental y control de los niveles de alimentación en los grupos experimentales comenzó el 5 de septiembre. Para establecer los niveles de alimentación, se formuló una dieta a base de rastrojo de sorgo (76.4 %), grano de sorgo (17 %), harina de soya (6 %), sales minerales y vitaminas (0.1 %) y sal común (0.5 %), conteniendo 7.79 % de proteína cruda (PC) y 1.99 Mcal de energía metabolizable (EM). Esta misma dieta se proporcionó a las cabras de los dos niveles de alimentación, ajustando las cantidades ofrecidas de manera individual, con base en el peso corporal, para proporcionar el 100 y 75 % de la PC y EM requeridas para mantenimiento<sup>(14)</sup>. Para conservar el nivel de alimentación en cada grupo experimental, la cantidad de alimento ofrecida se ajustó individualmente cada 21 días de acuerdo a los cambios de peso en caso de que estos se presentaran. Las dietas se ofrecieron de manera individual una vez al día, a las 1000. Para ello, las cabras fueron

The purpose of this research was to evaluate the influence of moderate nutritional restriction on the reproductive activity of Mexican native (i.e.: Creole) goats in the semiarid region of Northern Mexico during two periods within the reproductive season.

The study was performed in Campo Experimental San Luis, Mexico's National Institute of Forestry, Agricultural and Animal Research (*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias*), 22° 14' 03" N, 100° 53' 11" O and 1,835 m asl. A cold, dry, steppe-type weather prevails (Bs Kw (wi))<sup>(13)</sup>. Yearly mean temperature is 17.6 °C, with a minimum of 7.5 °C. Yearly mean rainfall rate is 335 mm.

Eighteen (18) native, 3-year-old goats from San Luis Potosí semiarid region were assigned by weight to two different feeding treatments: T-100 and T-75 (100 and 75% maintenance nutritional requirements<sup>(14)</sup>). The experimental period and the control of feeding levels in both groups started on September 5. In order to establish feeding levels, a diet containing sorghum stubble (76.4 %), sorghum grain (17 %), soybean flour (6 %), minerals/vitamins (0.1 %), and regular salt (0.5 %) was formulated. Feed contained 7.79 % crude protein (CP) and 1.99 Mcal metabolizable energy (ME). The same diet was given to both treatment groups, and the feed amounts offered were individually adjusted as per BW, in order to provide 100 and 75% maintenance CP/ME requirements<sup>(14)</sup>. In order to preserve the feeding level of each experimental group, feed amounts were individually adjusted every 21 d in agreement with BW changes, if any. Diets were individually given once per day (1000 h). For this purpose, goats were held in individual pens until total feed disappearance. Pen residence times did not exceed 2 and-a-half hours. Goats spent the rest of the day in a group pen with water and minerals *ad libitum*. At study start and every 21 d, after an 18-h fast, BW and BCS were determined using the scheme suggested by Honhold *et al*<sup>(15)</sup>, (1= extremely thin; 4= extremely good BCS).

Reproductive activity was determined in two 21-d periods. The first of these two periods started 21 d after starting feeding treatments. September 26 to October 17; and November 7 to 28. For this purpose, an androgenized goat<sup>(16)</sup> was mixed with the females

movilizadas a corraletas individuales en las que permanecieron hasta consumir la totalidad del alimento. El tiempo de permanencia en las corraletas no fue mayor de dos horas y media. El resto del día las cabras permanecieron en un corral común en el que se les proporcionó agua y sales minerales para su consumo a libertad. Al inició del estudio y cada 21 días, previo ayuno de alimento de 18 h, se determinó el peso y la condición corporal de acuerdo al esquema sugerido por Honhold *et al*<sup>(15)</sup>, que considera rangos de 1 para animales muy flacos y 4 para animales en muy buena condición.

La actividad reproductiva se determinó en dos períodos de 21 días cada uno, comenzando el primero después de 21 días de iniciados los tratamientos alimenticios: 26 septiembre al 17 octubre, y 7 al 28 de noviembre. Para ello se utilizó una cabra androgenizada<sup>(16)</sup>, la cual se introdujo con las hembras dos veces al día (0800 y 1500), permaneciendo durante el tiempo necesario para permitir que detectara a todas las cabras en estro y hasta que pasaran por lo menos 15 min sin detección. Las cabras que se detectaban en estro se separaban del rebaño para evitar la interferencia en la detección de otras cabras en estro. Además, se verificó la presencia de ovulación mediante la determinación de la concentración de progesterona (P<sub>4</sub>) en plasma sanguíneo. Para ello, cada 3 a 4 días se tomaron muestras de sangre de la yugular en tubos vacutainer de 5 ml con EDTA-K como anticoagulante. Inmediatamente después de tomada la muestra, se centrifugaron a 3,000 rpm durante 15 min y el plasma se congeló a -20 °C hasta su procesamiento.

La concentración de progesterona se realizó por radioinmunoensayo usando un estuche comercial (Coat a Count, Diagnostic Products Corporation). Se utilizaron muestras de cabra gestante y de macho entero como controles alto y bajo de referencia durante las pruebas. La sensibilidad de las pruebas fue de 0.05 ng/ml con coeficientes de variación intra- e inter-ensayo de 8.6 y 11.9 %, respectivamente.

La actividad reproductiva se determinó por la presencia de estro y por la verificación de ovulación. Se consideró que una cabra estaba en estro cuando permitía la monta en más de dos ocasiones seguidas dentro de una observación de campo. La presencia de ovulación

twice per day (0800 and 1500) for a length enough to detect all goats in estrus, until 15 min with no estrus detection. Goats detected in estrus were removed from the herd to prevent interference with estrus detection in the remaining goats. Ovulation was further verified by determining plasma progesterone (P<sub>4</sub>) concentrations. For this purpose, jugular blood samples were obtained in 5 ml Vacutainer tubes containing EDTA-K as an anticoagulant. Samples were immediately centrifuged at 3,000 rpm for 15 min and the plasma was frozen at -20 °C, until processed.

Progesterone concentrations were determined using a commercial radioimmunoassay kit (Coat a Count, Diagnostic Products Corporation). Pregnant goat and non castrated male blood samples were used as high and low reference controls, respectively. Test sensitivity was 0.05 ng/ml, with Intra-assay and inter-assay coefficients of variation of 8.6 and 11.9 %, respectively.

Reproductive activity was determined by both estrus detection and ovulation verification. A goat was considered in estrus if allowed to be mounted (i.e. standing estrus) in 2+ consecutive occasions during field observation. Ovulation was determined by measuring progesterone concentrations matching the presence of an active *corpus luteum* as an ovulation indicator. Ovulation was considered to have occurred when progesterone levels were  $\geq 1.0$  ng mL<sup>-1</sup> in at last two consecutive samples.

In order to figure out if the feeding level had an effect on BW, weight results were subjected to an analysis of variance using a time repeated measures model, including the feeding level as an effect among experimental units, and both time and interaction with this factor as effects within experimental units. BCSs were subjected to variance analysis for categorical data using the Catmod (SAS<sup>17</sup>) software. In order to determine the effect of feeding on ovarian activity, Fisher & Yeates'<sup>(18)</sup> exact test was used to compare the percentage of goats that were in estrus and that ovulated for each feeding level and within each time period, and to compare the percentage of goats in estrus and that ovulated in each time period within each feeding level.

At study start, BCSs were  $3.1 \pm 0.7$  and  $3.0 \pm 0.6$  in T-100 and T-75, and final BCSs were  $3.1 \pm 0.8$

se determinó con la medición de concentraciones de progesterona que indicaran la presencia de un cuerpo lúteo activo. Se consideró que una cabra ovuló cuando el nivel de progesterona fue  $\geq 1.0$  ng ml<sup>-1</sup> en por lo menos dos muestras consecutivas.

Para probar si el nivel de alimentación tuvo efecto sobre el peso de las cabras, los resultados de peso corporal se sometieron a análisis de varianza con un modelo de medidas repetidas en el tiempo, incluyendo el nivel de alimentación como efecto entre unidades experimentales, y el tiempo y la interacción con este factor como efectos dentro de unidades experimentales. Los valores de condición corporal se sometieron a un análisis de varianza para datos categóricos, utilizando el procedimiento Catmod del paquete SAS<sup>(17)</sup>. Para determinar el efecto de la alimentación en la actividad ovárica, se utilizó la prueba exacta de Fisher y Yeates<sup>(18)</sup> para comparar los porcentajes de cabras que presentaron estro y que ovularon en cada nivel de alimentación dentro de cada período, y para comparar los porcentajes de cabras que presentaron estro y que ovularon en cada periodo dentro de cada nivel de alimentación.

Al inicio del estudio la condición corporal de las cabras fue de  $3.1 \pm 0.7$  y  $3.0 \pm 0.6$  en T-100 y T-75, y al final fue de  $3.1 \pm 0.8$  y  $2.8 \pm 0.9$ , respectivamente. No se detectaron diferencias debidas a niveles de alimentación, al período o a

and  $2.8 \pm 0.9$ , respectively. No differences ( $P > 0.05$ ) attributable to feeding levels, time periods or interaction between the two factors were detected. BCSs were considered as good both at the start and at the end of this study.

At study start, BW was  $36.1 \pm 6.5$  and  $35.8 \pm 5.9$  kg in T-100 and T-75, respectively. No differences attributable to feeding levels, time periods, or feeding level:time period interaction were detected. During the first observation period (Table 1) a non-significant ( $P > 0.05$ ) BW increase was observed in both treatments, but later a moderate weight loss trend was reestablished.

With the exception of one goat (T-100), all goats detected in estrus further showed progesterone concentrations indicative of ovulation (Table 1). In the first observation period, a trend to improved estrus activity was observed in the feed-restricted group (T-75) as compared to the non-restricted group (T-100) ( $P = 0.142$ ). In the second observation period, the percent of goats in standing estrus was increased in both groups. The increase in goats in estrus/ovulation was higher in T-75 ( $P < 0.061$ ) than in T-100 ( $P = 0.398$ ).

This research shows that nutritional restriction did not affect ovarian activity of goats during the reproductive season, as previously reported<sup>(15)</sup>. The lower estrus/ovulation activity observed in feed-

Cuadro 1. Porcentaje de presentación de celos y ovulaciones en dos periodos de la estación reproductiva en cabras criollas mantenidas en dos niveles de alimentación

Table 1. Percent heat/ovulation during two time periods within the reproductive season in Mexican native goats subjected to two different feeding levels

	Period 1 (Sep 26 - Oct 17)		Period 2 (Nov 7 - 28)	
	T-100	T-75	T-100	T-75
Starting weight, kg	36.1±6.85	35.8±5.97	36.2±6.67	35.6±7.21
Final weight, kg	36.5±6.71	36.3±6.58	35.7±7.07	35.1±7.03
Estrus, %	77.7 (7/9) ab	44.4 (4/9) b	88.8 (8/9) a	88.8 (8/9) a
Ovulation, %	66.6 (6/9) ab	44.4 (4/9) b	88.8 (8/9) a	88.8 (8/9) a

The number of animals regarding total animals appears in parenthesis ( ).

T-100 = 100% maintenance requirements; T-75 = 75% maintenance requirements.

ab Values with a different superscript are different ( $P < 0.062$ ).

la interacción entre los dos factores ( $P > 0.05$ ). Los valores de condición mostrados por las cabras del presente experimento se consideraron como buenos, tanto al principio como al final del estudio.

El peso de las cabras al inicio del estudio fue de  $36.1 \pm 6.5$  y  $35.8 \pm 5.9$  kg en los tratamientos T-100 y el T-75, respectivamente. No se detectaron diferencias debidas a niveles de alimentación, al período o a la interacción entre los dos factores. Durante el primer periodo de observación (Cuadro 1), se observó un incremento no significativo de peso en los dos grupos de cabras ( $P > 0.05$ ), tras lo cual, se restableció la tendencia a perder peso, aunque de manera moderada.

A excepción de una cabra en el T-100, todas las cabras detectadas en estro mostraron posteriormente concentraciones de progesterona indicativas de que había ocurrido la ovulación (Cuadro 1). En el primer periodo de observación se observó una tendencia en el grupo con restricción alimenticia (T-75) a presentar un menor porcentaje de actividad estral comparado con el grupo no restringido T-100 ( $P = 0.142$ ). En el segundo periodo de observación, el porcentaje de cabras que mostraron estro se incrementó en ambos grupos. El incremento en el porcentaje de cabras en estro y que ovularon fue más notorio en las cabras del T-75 ( $P < 0.061$ ) que en las del T-100 ( $P = 0.398$ ).

El presente trabajo demuestra que la restricción nutricional no afectó la actividad ovárica de las cabras durante la estación reproductiva, como había sido observado anteriormente<sup>(15)</sup>. Sin embargo, la menor actividad estral y ovulatoria observada en las cabras restringidas, durante el primer periodo, sugiere que la nutrición podría ejercer alguna influencia en el reinicio de la actividad ovárica.

Se sabe que las cabras presentan una estación de anestro que abarca los meses de primavera<sup>(19)</sup>, condicionada principalmente por el fotoperíodo creciente<sup>(20,21)</sup>. Aunque algunos trabajos disponibles sobre estacionalidad reproductiva realizados en México sugieren que las cabras criollas presentan una estación de anestro de corta duración, durante marzo a mayo, reanudando su actividad estral entre junio y julio<sup>(22,23,24)</sup>, estudios más

restringidos durante el primer periodo, however, suggests that nutrition could exert some influence in the reestablishment of the ovarian activity.

Goats are known to have an anestrus season during the spring months<sup>(19)</sup>, that is mainly governed by the increasing day length<sup>(20,21)</sup>. Even though some reports on the reproductive seasonality in Mexico suggest that native goats show a short, March-May anestrus season, reinitiating estrus activity between June and July<sup>(22,23,24)</sup>, recent studies in the semiarid region of Northern Mexico have shown that estrus cycle reestablishment can be delayed until August-September<sup>(25,26)</sup>. The reason for these differences in the reestablishment of the ovarian activity has not been studied under subtropical photoperiod conditions, but the reestablishment of ovarian activity in goats is likely to be controlled by some other environmental factor, in addition to day length. In the first period of this study (September), only 61 % of goats showed estrus activity, suggesting that they were passing from the transition period to the reproductive season. This is consistent with the reestablishment of the reproductive activity previously reported in Mexico by some workers<sup>(25,26)</sup>.

In sheep, feeding has been reported to play an important role on the duration of the reproductive season<sup>(8,27)</sup>. It has been generally observed that BCS impacts both the initiation and completion of the reproductive season, with a clear trend to last longer in ewes with a good BCS<sup>(8)</sup>. Sheep breeds with discrete reproductive seasonality (i.e. Merino) seem to respond better to feed availability and improved BCS<sup>(28)</sup>. This effect could be more evident during the transition period<sup>(9)</sup>. In our study a trend ( $P = 0.142$ ) to improved ovarian activity during the transition to the reproductive season (first observation period) in feed-restricted goats (T-75) was noticed, in agreement with that observed with Payoya goats at a 37° N latitude, where goats with a better nutritional level started their reproductive season 12 d earlier than those with a low feeding level<sup>(29)</sup>. In contrast, during the reproductive season (second period), the ovarian activity was similar in both groups, confirming previous Mexican reports by Meléndez *et al*<sup>(12)</sup>, that feed restriction does not affect estrus activity in native goats during the reproductive season.

recientes realizados en la región semiárida del norte de México, han mostrado que el reinicio de los ciclos estrales puede ocurrir hasta agosto o septiembre<sup>(25,26)</sup>. La razón de estas diferencias en el reinicio de la actividad ovulatoria no ha sido estudiada en condiciones de fotoperíodo subtropical, pero es posible que la reanudación de la actividad ovárica de las cabras sea controlado, además del fotoperíodo, por algún otro factor del medio ambiente. En el primer periodo del presente estudio (septiembre), sólo el 61 % de las cabras mostraron actividad estral, lo cual sugiere que se encontraban en el periodo de transición a la estación reproductiva, situación que concuerda con el reinicio de la actividad reproductiva observada previamente en México por algunos autores<sup>(25,26)</sup>.

En ovinos se ha observado que la alimentación juega un papel importante en la duración de la estación reproductiva<sup>(8,27)</sup>. En general se ha observado que la condición corporal influye en el inicio y en la terminación de la estación reproductiva, con una clara tendencia a ser más larga en las ovejas en CC buena<sup>(8)</sup>. Parece ser que las razas ovinas que muestran estacionalidad reproductiva poco acentuada, como la Merino, tienden a responder mejor a la disponibilidad de alimento o a la mejora de la condición corporal<sup>(28)</sup>. Este efecto bien podría ser más notorio durante los periodos de transición<sup>(9)</sup>. En el presente estudio hubo una tendencia ( $P=0.142$ ) a ser menor la actividad ovárica durante la transición a la estación reproductiva (primer periodo de observación), en las cabras sometidas a restricción nutricional (T-75), lo cual concuerda con resultados observados en cabras Payoya a una latitud de 37° N, donde las cabras en mejor nivel nutricional mostraron una estación reproductiva que comenzó alrededor de 12 días antes que las mantenidas en nivel bajo de alimentación<sup>(29)</sup>. En contraste, en la estación reproductiva (segundo periodo), la actividad ovárica fue similar en los dos grupos, confirmando lo que previamente había sido observado en México por Meléndez *et al*<sup>(12)</sup>, de que la restricción nutricional no afecta la actividad estral de las cabras criollas durante la estación reproductiva.

Estos resultados, junto con la menor sensibilidad a la presencia del macho observada en cabras restringidas<sup>(30,31,32)</sup> sugiere el posible papel de la

These results, together with the lower sensitivity to the presence of the male observed in feed-restricted goats<sup>(30,31,32)</sup> suggests a potential role of feeding on the reestablishment of ovarian activity in the goat. In this sense, it has been proposed that females of ovine and caprine breeds with discrete seasonality could show an opportunistic behavior, where the nutritional status plays an important role as a signal to reestablish ovarian activity<sup>(28)</sup>.

It is concluded that a nutritional restriction 25 % underneath maintenance requirements affect the reproductive performance of goats only during the first observation period, which could well correspond to the transition period to the reproductive season. No effect of nutritional restriction over the percentage of goats in estrus/ovulation was observed later, during the reproductive season.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

The authors express their gratitude to Fundación Produce de San Luis Potosí, A.C., for their financial support in performing this research.

*End of english version*

---

alimentación en la reanudación de la actividad ovárica de esta especie. En este sentido, se ha propuesto que las hembras de razas ovinas y caprinas poco estacionales podrían mostrar un comportamiento oportunista, en el cual, el estado nutricional jugará un papel importante como señal para reiniciar la actividad ovárica<sup>(28)</sup>.

Se concluye que la restricción del 25 % de los requerimientos nutricionales de mantenimiento afectó la función reproductiva de las cabras, pero sólo durante el primer periodo de observación, que bien podría corresponder al periodo de transición a la estación reproductiva. Posteriormente, durante la estación reproductiva, no se observó efecto de la restricción nutricional sobre el porcentaje de cabras que mostraron estro o que ovularon.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Fundación Produce de San Luis Potosí, A.C., por el apoyo financiero para la ejecución de este trabajo.

## LITERATURA CITADA

- Mellado M, Foote RH, Rodríguez A, Zarate P. Botanical composition and nutrient content of diets selected by goats grazing on desert grassland in northern Mexico. *Small Rumin Res* 1991;6:141-150.
- Ramírez RG, Alonso DS, Hernández G, Ramírez B. Nutrient intake of range sheep on a buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) pasture. *Appl Anim Behav Sci* 1996;48:215-224.
- Ramírez-Pérez AH, Buntinx SE, Tapia-Rodríguez C, Rosiles R. Effect of breed and age on the voluntary intake and the micromineral status of non-pregnant sheep. 1. Estimation of voluntary intake. *Small Rumin Res* 2000;36:49-55.
- Gómez-Pastén M, Mora-Izaguirre O, Vera-Avila H, Meléndez-Soto RM, Shimada A. Fatty acid profiles in the adipose tissue of underfed goats. *Proc West Sec Am Soc Anim Sci* 2000;51:552-555.
- Birkelo C, Johnson D, Phetteplace H. Maintenance requirements of beef cattle as affected by season on different planes of nutrition. *J Anim Sci* 1991;69:1214-1222.
- Dunn TG, Moss GE. Effects of nutrient deficiencies and excess on reproductive efficiency of livestock. *J Anim Sci* 1992;70:1580-1593.
- Schillo KK. Effect of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J Anim Sci* 1992;70:1271-1283.
- Forcada F, Abecia JA, Sierra I. Seasonal changes in oestrus activity and ovulation rate in Rasa Aragonesa ewes maintained at two different body condition levels. *Small Rumin Res* 1992;8:313-324.
- Hulet CV, Price, DA Foot WC. Effects of month and feed level on ovulation and lambing rates of Panama ewes. *J Anim Sci* 1974;39(1):73-78.
- Gunn RG, Donney JM. Fertility in Cheviot ewes. I. The effect of body condition at mating on ovulation rate and early embryo mortality in north and south country Cheviot ewes. *Anim Prod* 1979;29:11-16.
- Mani AU, McKelvey WAC, Watson ED. The effects of low level of feeding on response to synchronization of estrus, ovulation rate and embryo loss in goats. *Theriogenology* 1992;38:1013-1022.
- Meléndez SRM, Gómez PM, Zapata SLE, Vera AHR. Actividad lutea en cabras Nubia mantenidas bajo condiciones de restricción nutricional durante la estación reproductiva [resumen]. Reunión de investigación pecuaria. Yucatán, México. 1999:10.
- García DME. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 3ª ed. México. Universidad Nacional Autónoma de México; 1981.
- N.R.C. Nutrient requirements of goats. Washington: National Academy Press; 1981.
- Honhold N, Petit H, Halliwell RW. A condition scoring scheme for the small East African goats in Zimbabwe. *Trop Anim Health Prod* 1991;21:121-127.
- Quintal FJA, Heredia AM, Rodríguez ROL. Conducta sexual de tipo macho en hembras Pelibuey tratadas con testosterona. *Téc Pecu Méx* 1986;50:106-114.
- SAS. 1997. SAS/STAT User's Guide (release 6.12). Cary NC. USA: Inst. Inc.
- Castilla SL, Cravioto J. Estadística simplificada para la investigación en ciencias de la salud. México: Ed. Trillas; 1991.
- Mohammad WA, Grossman M, Vatthauer JL. Seasonal breeding in United States dairy goats. *J Dairy Sci* 1984;67:1813.
- Chemineau P, Daveau A, Maurice F, Delgadillo JA. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rumin Res* 1992;8:299-312.
- Thiéry JC, Chemineau P, Hernandez X, Migaud M, Mapaux B. Neuroendocrine interactions and seasonality. *Dom Anim Endocrinol* 2002;23:87-100.
- Esquivel MH, Torres AF, Montes PR, Centurión CF, Cámara SR, Regalado PT. Estacionalidad reproductiva de las cabras bajo condiciones del trópico subhúmedo [resumen], Reunión nacional de investigación pecuaria. Chihuahua. México. 1992:246.
- Monroy A, Espinoza JL, Cepeda R, Carrillo M. Estacionalidad de la actividad sexual de cabras cruzadas en el municipio de La Paz, Baja California Sur [resumen]. Reunión nacional sobre caprinocultura. Monterrey Nuevo León, México. 1991:99.
- Valencia MJ, Zarco QL, Ducoing WA, Murcia MC, Navarro GH, Martínez AJ, Anta JE, Rivera RJ. Caracterización de la estación de anestro en cabras criollas y Granadinas mantenidas en un plano nutricional constante en el Altiplano Mexicano [resumen]. Reunión nacional de investigación pecuaria en México. D.F. México. 1988:124.
- Escobar FJ, Zarco QL, Valencia MJ. Efecto del fotoperiodo sobre la estacionalidad reproductiva de la cabra criolla en México. XXII Reunión anual Academia de Investigación en Biología de la Reproducción AC, Acapulco, Gro, 1997:247-257.
- Flores JA, Duarte G, Malpaux B, Delgadillo JA. Variaciones estacionales de la actividad reproductiva de las cabras criollas de la Región Lagunera. XI Reunión nacional sobre caprinocultura, Chapingo, México. 1996:48-52.
- Carrillo PG, Porras AA, Heredia AM, Velásquez MP, Vera AH. Efecto de la condición corporal en la actividad reproductiva de la oveja Pelibuey en el trópico XL [resumen]. Reunión nacional de investigación pecuaria, Mérida, Yuc. México. 2004:149.
- Hötzel MJ, Walkden-Brown SW, Fisher JS, Martin GB. Determinants for the annual patterns of reproduction in mature male Merino and Suffolk sheep: responses to a nutritional stimulus in the breeding and non-breeding seasons. *Reprod Fertil Dev* 2003;15:1-9.
- Zaragoza LA, Guzmán JL, Domínguez C, Pérez MC, Prieto R. Effect of plane of nutrition on seasonality of reproduction in Spanish Payota gotas. *Anim Reprod Sci* 2005;87:253-267.
- Restall BJ, Restall H, Norton BW. 1994. Effect of nutrition on sensitivity of female goats to the male effect. *Proc Aust Soc Anim Prod* 1994;20:39.
- Mellado M, Vera A, Loera H. Reproductive performance of crossbred goat in good or poor body condition exposed to bucks before breeding. *Small Rumin Res* 1994;14:45-48.
- Urrutia MJ, Gámez VH, Ramírez ABM. Influencia del pastoreo restringido en el efecto macho en cabras en baja condición corporal durante la estación de anestro *Téc Pecu Méx* 2003;41:251-260.