



LA SUBALIMENTACIÓN DE LAS CABRAS ALPINO-FRANCÉS NO DISMINUYE SUS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS PERO SÍ LA DINÁMICA DE CRECIMIENTO DE SUS CRÍAS

THE UNDERNOURISHMENT OF ALPINE-FRENCH GOATS DOES NOT DIMINISH REPRODUCTIVE OUTCOMES, BUT DOES AFFECT DYNAMICS OF OFFSPRING-GROWTH

Raymundo Rivas-Muñoz¹; Ma. de los Ángeles De Santiago-Miramontes²; Pedro Antonio Robles-Trillo²; Jesús Vásquez Arroyo²; Carlos Leyva²; Francisco Gerardo Véliz^{2*}

¹Instituto Tecnológico de Torreón, Carretera Torreón-San Pedro km 7.5, Torreón, Coahuila, MÉXICO.

²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, Torreón, Coahuila, MÉXICO. Correo-e: rivasm67@yahoo.com.mx y velizderas@yahoo.com (*Autor para correspondencia).

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar si la subalimentación disminuye la respuesta sexual de las hembras de la raza Alpino-Francés y caracterizar el tamaño de la camada y la dinámica de crecimiento al destete de sus crías. A partir del 1 de abril de 2007, un grupo de cabras (n=10) fue subalimentado con una dieta que les proporcionó el 70 % de sus necesidades de mantenimiento (T-70) en base a materia seca, mientras al otro grupo (n=10) se le proporcionó el 100 % de sus necesidades de mantenimiento (T-100). Para el 1 de octubre, el peso (42.4 ± 1.6) y la condición corporal (3.6 ± 0.1) del T-100 fue mayor con respecto al T-70 (28.7 ± 1.1 y 1.8 ± 0.2 , respectivamente; $P < 0.05$). El 9 de octubre, ambos grupos de hembras fueron puestos en contacto con un macho, el cual fue cambiado cada 12 h, los machos permanecieron en contacto con las hembras durante 16 días. El número de hembras en estro fue del 100 % en ambos grupos ($P > 0.05$). La mayoría de las hembras de ambos grupos parieron (100 y 90 %, T-100 y T-70, respectivamente; $P > 0.05$). Sin embargo, la prolificidad fue mayor en el grupo T-100 con respecto al grupo T-70 (1.8 ± 0.1 vs. 1.1 ± 0.1 , respectivamente; $P < 0.01$). Finalmente, el peso de las crías al nacer fue similar en ambos grupos (T100 y T70: 2.7 ± 0.1 vs 2.4 ± 0.2 ; $P > 0.05$), mientras que el peso al destete fue diferente (T100 y T70: 7.6 ± 0.4 vs 5.3 ± 0.8 ; $P < 0.05$). Los resultados anteriores sugieren que los parámetros reproductivos de las cabras de la raza Alpino-Francés subalimentadas, son similares a los que presentan las hembras bien alimentadas pero es diferente en el tamaño de la camada y la dinámica del crecimiento del nacimiento al destete de sus crías.

ABSTRACT

The aim of the present study was to determine whether undernourishment decreased the sexual response of Alpine-French goats, as well as to characterize both litter size and offspring-growth dynamics at weaning. Since April 1, 2007, a group of females (n = 10) received an experimental diet to provide 70 % of their maintenance requirements (T-70), while the other group (n = 10) received a diet to cover 100 % of their maintenance requirements (T-100). On October 1, both weight (42.4 ± 1.6 kg) and body condition (3.6 ± 0.1 units) of T-100 were higher ($P < 0.05$) in the T-100 as compared with the T-70 group (28.7 ± 1.1 and 1.8 ± 0.2). On October 9, both groups of females were exposed to one male, which was changed every 12 h. Males remained in contact with females during 16 d. The number of estrous females was 100 % in both groups ($P > 0.05$). Most of the females kidded in both groups (100 and 90 %, T-70 and T-100, respectively, $P > 0.05$). However, the prolificity was higher in the T-100 compared with the T-70 group (1.8 ± 0.1 vs. 1.1 ± 0.1 , respectively, $P < 0.01$). Body weight of offspring at birth was similar (2.7 ± 0.1 vs. 2.4 ± 0.2 , T-100 and T-70, respectively; $P > 0.05$). However, there was a time by group interaction ($P < 0.05$), final weight was also different (7.6 ± 0.4 vs. 6.1 ± 0.8 , T-100 and T-70, respectively; $P > 0.05$). These results suggest that, irrespective of nutritional level, reproductive outcomes of Alpine-French goats were similar. Nonetheless, both litter size and offspring growth dynamics at weaning favored the well-nourished female goats.

Recibido: 22 de septiembre, 2010
Aceptado: 26 de octubre, 2010
doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.09.082
www.chapingo.mex./revistas

PALABRAS CLAVE:
Cabras, subalimentación,
respuesta sexual.

KEY WORDS: goats,
undernourishment,
sexual activity

INTRODUCCIÓN

El nivel alimenticio de las cabras y ovejas puede modificar la actividad sexual (estral y ovulatoria) y su fertilidad (Martin *et al.*, 2004; Rivas-Muñoz *et al.*, 2010). Una severa subalimentación es uno de los principales factores que sugieren una baja en la fertilidad y pérdida embrionaria en las hembras. Los cambios en el estado nutricional en los rumiantes ocasionan variaciones en los niveles plasmáticos de las hormonas metabólicas (Meza-Herrera *et al.*, 2004, 2007, 2008; Gámez-Vázquez *et al.*, 2008). Por ejemplo, en las hembras la subalimentación disminuye los niveles séricos de glucosa, insulina, leptina o IGF-I, y probablemente otras hormonas metabólicas o reproductivas (Meza-Herrera *et al.*, 2004, 2010; Scaramuzzi *et al.*, 2006; Gámez-Vázquez *et al.*, 2008; Guerra-García *et al.*, 2009). Además, en las hembras subalimentadas con una pérdida de peso de alrededor del 12 % de su masa corporal, resulta en el retraso y supresión de los ciclos estrales, afecta la tasa de preñez y la prolificidad de las hembras (Kusina *et al.*, 2001). En las ovejas explotadas en pastoreo, suplementadas y en buena condición corporal, la fertilidad es más alta (80-94 %) con respecto a aquellas no suplementadas y en baja condición corporal (48-75 %; Ramón y Sanginés, 2002; Atti *et al.*, 2004). El intervalo entre la introducción de los machos a la presentación del estro es más larga en las cabras con baja condición corporal que en las hembras con buena condición corporal (Mellado *et al.*, 1994). Se ha reportado que las cabras con bajo peso corporal tienen menor respuesta sexual al efecto macho con respecto a las hembras con alto peso corporal al exponerlas a machos inducidos a una intensa actividad sexual durante la mitad del anestro (Véliz *et al.*, 2006; Rivas-Muñoz *et al.*, 2010). Por otra parte, la subalimentación afecta también el peso de la cría al nacer y su peso al destete. En efecto, cuando las hembras son subalimentadas producen crías menos pesadas (4.3 kg) al nacimiento que cuando las hembras son alimentadas adecuadamente (5.0 kg). Además, el peso también es menor a los 15 días (9.3 vs. 10.3 kg) y 30 (11.3 vs. 12.2 kg) días de edad (Demirel *et al.*, 2004). Por lo antes mencionado, la hipótesis del presente trabajo fue que en las cabras Alpino-Francés subalimentadas y empadradas durante la época reproductiva, se reduce la respuesta sexual (presencia de estros, gestaciones y prolificidad) disminuyendo la prolificidad y la dinámica de crecimiento de sus crías.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización, condiciones ambientales y animales

Este estudio se realizó de abril de 2007 a mayo de 2008, en el Instituto Tecnológico de Torreón, el cual se

INTRODUCTION

The feeding level of goats and sheep can modify their sexual activity (estrous and ovulatory) and fertility (Martin *et al.*, 2004; Rivas-Muñoz *et al.*, 2010). A severe undernourishment is one of the principal factors that suggests a drop in fertility and embryo loss in females. The changes in the nutritional state in ruminants cause variations in the plasmatic levels of the metabolic hormones (Meza-Herrera *et al.*, 2004, 2007, 2008; Gámez-Vázquez *et al.*, 2008). For example, the nutritional underfeeding decreases the serum levels of glucose, insulin, leptin or IGF-I, and probably other metabolic or reproductive hormones (Meza-Herrera *et al.*, 2004, 2010; Scaramuzzi *et al.*, 2006; Gámez-Vázquez *et al.*, 2008; Guerra-García *et al.*, 2009). Furthermore, in the underfed females with a weight loss of approximately 12 % of their body mass, there is a delay and suppression of the estrous cycles, affecting the pregnancy rate and prolificity of the females (Kusina *et al.*, 2001). In the ewes exploited under grazing, supplemented and in good body condition, fertility is highest (80-94 %) with respect to those that are unsupplemented and in poor body condition (48-75 %; Ramón and Sanginés, 2002; Atti *et al.*, 2004). The interval between the introduction of the males to the presentation of estrus is longer in the she-goats with low body condition than in the females with good body condition (Mellado *et al.*, 1994). It has been reported that the female goats with low body weight have a lower sexual response to the effect of the male with respect to the females with high body weight when exposed to the males induced to an intense sexual activity during the middle of anestrus (Véliz *et al.*, 2006; Rivas-Muñoz *et al.*, 2010). On the other hand, undernourishment also affects the weight of the offspring at birth and weaning weight. In fact, when the females are underfed, they produce offspring with lower weight (4.3 kg) at birth than when the females are fed adequately (5.0 kg). Furthermore, the weight also is less at 15 days (9.3 vs. 10.3 kg) and 30 (11.3 vs. 12.2 kg) days of age (Demirel *et al.*, 2004). Therefore, the hypothesis of the present study is that in the Alpine-French goats that are underfed and subjected to the male effect during the reproductive period, sexual response (estrus presence, gestations and prolificacy) is reduced, diminishing prolificity and the growth dynamic of the offspring.

MATERIALS AND METHODS

Location, environmental conditions and animals

This study was carried out from April of 2007 to May of 2008, in the Technological Institute of Torreón, which is located in the municipality of Torreón, in the Mexican semi-desert zone (Latitude 26°23' N and lon-

encuentra en el municipio de Torreón, ubicado en el semi-desierto mexicano (Latitud 26°23' N y longitud 104°47' W y 1,100 a 1,400 m de altura). Se utilizaron 20 cabras con una edad promedio de 1 año 8 meses, las cuales fueron divididas en dos grupos (n=10; c/uno). Los dos grupos de hembras fueron alojadas por separado en dos corrales de 5 x 5 m. A partir del 1 de abril del 2007, el grupo (T-70) fue alimentado con una mezcla de zacates nativos (*Bouteloua ramosa*, *Sorghum halepense*, *Chalochloa verticillata* y *Eleocharis atropurpurea*; 12.7 % de PC). El otro grupo de hembras (T-100) fue alimentado con una dieta de alta calidad, a base de heno de alfalfa *ad libitum* (17 % PC y 1.9 Mcal·kg⁻¹) y con 200 g de concentrado (14 % PC y 2.5 Mcal·kg⁻¹). En ambos grupos las hembras fueron alimentadas de manera individual. Para ambos grupos, las dietas mencionadas anteriormente fueron proporcionadas desde el inicio del trabajo (abril 2007) hasta el momento del destete de las crías. El agua y las sales minerales fueron proporcionadas a libre acceso.

Empadre

Una vez conformados los grupos experimentales en peso y condición corporal divergente, se realizó el empadre a partir del 9 de octubre. El grupo T-70 contaba con una condición corporal de 1.8 ± 0.2 , en comparación con el 3.6 ± 0.1 del grupo T-100 ($P < 0.05$). De igual manera, existió una marcada diferencia en el peso corporal para ambos grupos (T-70 = 28.7 ± 1.1 kg vs. T-100 = 42.4 ± 1.6 kg; $P < 0.05$), las hembras de ambos grupos fueron puestas en contacto con cuatro machos adultos de la misma raza durante 16 días, un macho a la vez por corral (Rivas-Muñoz *et al.*, 2007). Los machos fueron rotados en los dos grupos cada 12 h.

VARIABLES EVALUADAS

Condición y peso corporal de las cabras

La condición y peso corporal se determinó cada 14 días durante todo del estudio. La condición corporal (escala 1-4, muy flacas y muy gordas, respectivamente) se determinó mediante la técnica descrita por Walkden-Brown *et al.* (1997). El peso corporal se registró por las mañanas antes de proporcionarles el alimento.

Actividad estral

El estro fue detectado dos veces al día (mañana y tarde), durante todo el empadre. Las hembras que permanecían inmóviles a la monta del macho se consideraron en estro (Véliz *et al.*, 2009).

Diagnóstico de Preñez

La gestación fue determinada mediante ecografía transrectal a los 45 días después de la última monta registrada con un Classic Ultrasound Equipment con un transductor de 5.0 MHz (Evans *et al.*, 2000).

gitude 104°47' W and 1,100 to 1,400 altitude). Twenty female goats were used with an average age of one year eight months, which were divided into two groups (n = 10; c/one). The two groups of females were kept separately in two corrals of 5 x 5 m. Starting April 1 of 2007, the group (T-70) was fed with a mixture of native grasses (*Bouteloua ramosa*, *Sorghum halepense*, *Chalochloa verticillata* and *Eleocharis atropurpurea*; 12.7 % of PC). The other group of females (T-100) was fed a high quality diet, based on alfalfa hay *ad libitum* (17 % PC and 1.9 Mcal·kg⁻¹) and with 200 g of concentrate (14 % PC and 2.5 Mcal·kg⁻¹). In both groups the females were fed individually. For both groups, the abovementioned diets were provided from the start of the work (April, 2007) to the moment of weaning of the offspring. Water and mineral salts were provided freely.

Mating

Once the experimental groups had been conformed in weight and divergent body condition, mating was carried out starting on October 9. The group T-70 had a body condition of 1.8 ± 0.2 , with respect to 3.6 ± 0.1 of the group T-100 ($P < 0.05$). Similarly, there was a marked difference in body weight for both groups (T-70 = 28.7 ± 1.1 kg. vs. T-100 = 42.4 ± 1.6 kg; $P < 0.05$). The females of both groups were placed in contact with four adult males of the same race during 16 days, one male at a time per corral (Rivas-Muñoz *et al.*, 2007). The males were rotated in the two groups every 12 h.

Evaluated variables

Condition and body weight of the goats

The condition and body weight were determined every 14 days throughout the study. Body condition (scale 1-4, very thin and very fat, respectively) was determined through the technique described by Walkden-Brown *et al.* (1997). Body weight was registered in the mornings prior to feeding.

Estrous activity

Estrus was detected twice a day (morning and afternoon) throughout mating period. The females that remained immobile to the mounting of the male were considered to be in estrus (Véliz *et al.*, 2009).

Diagnosis of pregnancy

Gestation was determined by transrectal ecography 45 days after the last registered mount with a Classic Ultrasound Equipment with a transducer of 5.0 MHz (Evans *et al.*, 2000).

Offspring weight

Prolificity and offspring weight from birth to weaning were determined. Offspring weight was registered every seven days until day 30.

Prolificidad y peso de las crías

Se determinó la prolificidad y el peso del nacimiento al destete de las crías. El peso de las crías se registró cada siete días hasta el día 30.

Análisis estadísticos

Los datos individuales de condición y peso corporal, fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), con medidas repetidas a dos factores (tiempo del experimento y tratamiento). Se realizaron pruebas de t independientes para comparar las cantidades promedio en cada medida. Los porcentajes de hembras en estro y de gestación fueron sometidos a una Chi². Los datos de peso de las crías fueron sometidos a un ANOVA, con medidas repetidas a dos factores (Grupo * Tiempo). El peso de las crías y la prolificidad fueron analizados con una prueba de t student. El número de hembras que presentó más de dos crías fue comparado con una prueba de chi-cuadrada. Estos análisis se realizaron utilizando el programa estadístico de MYSYSTAT, versión 12 (SPSS, Evanson ILL).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A diferencia de otros trabajos donde se ha reportado que una subalimentación de las hembras resulta en el retraso y disminución de su respuesta sexual (Kusina *et al.*, 2001), en el presente trabajo no se presentó dicho fenómeno. En efecto, la mayoría de las hembras de ambos grupos respondió sexualmente a la introducción de los machos (Figura 1, Cuadro1; $P > 0.05$). Probablemente, la similitud en los parámetros reproductivos fueron debidos a que el efecto macho fue realizado en la estación reproductiva en la cual los machos muestran un alto comportamiento sexual (Carrillo *et al.*, 2010). Sin embargo, cuando se realiza el efecto macho durante el anestro estacional esta respuesta es menor (hembras en estro, hembras gestantes, hembras paridas y número de crías, etc.) en las hembras subalimentadas con respecto a las bien alimentadas, aun cuando estas hembras fueron expuestas a machos inducidos a una intensa actividad sexual (Rivas-Muñoz *et al.*, 2010). Por otra parte, se ha reportado que las hembras son más receptivas a los machos al inicio de la estación de reproducción (Walkden-Brown *et al.*, 1999), por lo que es probable que la alta respuesta sexual obtenida en este estudio se debiera a que las hembras estaban en un periodo de alta receptividad a los machos, ya que las hembras estaban iniciando su actividad sexual (Delgado *et al.*, 2008). Otra posibilidad que pudo influir en la alta respuesta de los parámetros reproductivos es que las hembras del grupo subalimentado tenían una condición corporal regular (1.8), mientras que cuando se han reportado diferencias, las hembras tienen una condición corporal muy baja (1.4 a 1.6), lo que afec-

Statistical analysis

The individual data of body condition and weight were subjected to an analysis of variance (ANOVA), with measurements repeated to two factors (time of the experiment and treatment), and independent t tests were carried out to compare the average amounts in each measurement. The percentages of females in estrus and gestation were submitted to an ANOVA, with measurements repeated to two factors (Group * Time). Offspring weight and prolificity were analyzed with a t student test. The number of females that presented more than two offspring was compared with a chi-squared test. These analyses were made using the statistical program of MYSYSTAT, version 12 (SPSS, Evanson, ILL).

RESULTS AND DISCUSSION

Contrary to other works where it has been reported that undernourishment of the females results in the delay and decrease of their sexual response (Kusina *et al.*, 2001), in the present work this phenomenon did not occur. In fact, most of the females of both groups responded sexually to the introduction of the males (Figure 1, Table 1; $P > 0.05$). Probably, the similarity in the reproductive parameters was due to the fact that the male effect was carried out in the reproductive season in which the males display a high sexual behavior (Carrillo *et al.*, 2010). However, when the male effect is made during the seasonal anestrus, this response is lower (female in estrus, gestating females, birthed females and number of offspring, etc.) in the undernourished females with respect to the well nourished ones, even when these females were exposed to males induced to an intense sexual activity (Rivas-Muñoz *et al.*, 2010). On

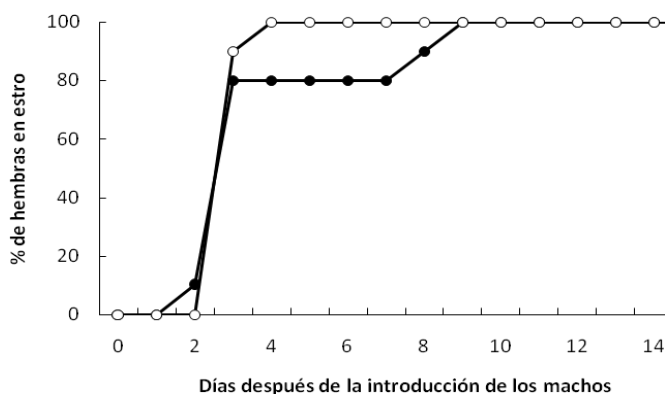


FIGURA 1. Porcentaje acumulado de hembras que presentaron actividad estral en cabras subalimentadas (T-70; círculos blancos) y bien alimentadas (T-100; círculos negros) después de ser expuestas a los machos cabríos ($P > 0.05$).

FIGURE 1. Accumulated percentage of females that presented estrous activity in undernourished (T-70; white circles) and well-nourished goats (T-100; black circles) after being exposed to bucks ($P > 0.05$).

CUADRO 1. Parámetros reproductivos de cabras Alpino-Francés bien alimentadas (T-100) y subalimentadas (T-70).

TABLE 1. Reproductive parameters of well-nourished (T-100) and undernourished (T-70) Alpine-French female goats.

Variables	Grupo T-70	Grupo T-100
Hembras en estro	100% (10/10)	100% (10/10)
Ciclos cortos	60% (6/10)	50% (5/10)
Hembras gestantes (45 días)	100% (10/10)	100% (10/10)
Hembras paridas	90% (9/10)	100% (10/10)

No se encontraron diferencias estadísticas significativa en ninguna variable ($P>0.05$).

No significant statistical differences were found in any variable ($P>0.05$).

ta su estado metabólico normal (Mellado *et al.*, 1994; Meza-Herrera *et al.*, 2004; De Santiago-Miramontes *et al.*, 2008; Guerra-García *et al.*, 2009; Rivas-Muñoz *et al.*, 2010). A lo largo del estudio se mantuvieron las diferencias entre los grupos de hembras en el peso y la condición corporal ($P<0.05$; Figura 2). Así pues, el grupo de hembras T-100 registró un peso y condición corporal mayor que las hembras del grupo T-70 durante todo el estudio (46.2 ± 1.2 y 3.3 ± 0.11 vs. 31.1 ± 0.3 kg y 1.8 ± 0.05 , respectivamente; $P<0.05$)

Por otra parte, las hembras que fueron sometidas a subalimentación, mostraron menor prolificidad que las hembras bien alimentadas. La prolificidad fue mayor en el grupo T-100 que en el grupo T-70 (1.8 ± 0.1 vs. 1.1 ± 0.1 crías, respectivamente, $P<0.01$). El 80 % de las hembras del grupo T-100 presentó partos dobles, mientras que solamente el 13 % de las hembras del T-70 presentó partos dobles ($P<0.01$). De manera similar, en ovejas de la raza Scottish Blackface, se encontró que las ovejas con alto consumo alimenticio produjeron un mayor número de crías (64 vs. 53) que las hembras con bajo consumo alimenticio (Dwyer *et al.*, 2003). Otra posibilidad es que las hembras subalimentadas tuvieran una menor tasa ovulatoria al momento del empadre. Lo anterior ha sido reportado en otros trabajos en donde las hembras ovinas o caprinas con una condición corporal baja, su tasa ovulatoria fue menor que en las hembras con alta condición corporal (Forcada *et al.*, 1992; Meza-Herrera *et al.*, 2004; Zarazaga *et al.*, 2005; De Santiago-Miramontes *et al.*, 2008; Guerra-García *et al.*, 2009). La subnutrición ocasiona un decremento en la secreción de GnRH del hipotálamo y en consecuencia la secreción de LH, la cual afecta la tasa ovulatoria (Imakawa *et al.*, 1987; Tanaka *et al.*, 2002).

La evolución del peso de las crías desde el nacimiento al destete se puede apreciar en la Figura 3. El peso corporal de las crías al nacimiento fue similar en ambos grupos (T100 y T70: 2.7 ± 0.1 vs 2.4 ± 0.2 ; $P>0.05$). Sin embargo, este fue estadísticamente diferente en el tiempo de estudio ($P<0.01$) y la interacción tiempo por grupo ($P<0.05$). Si se detectó una diferencia

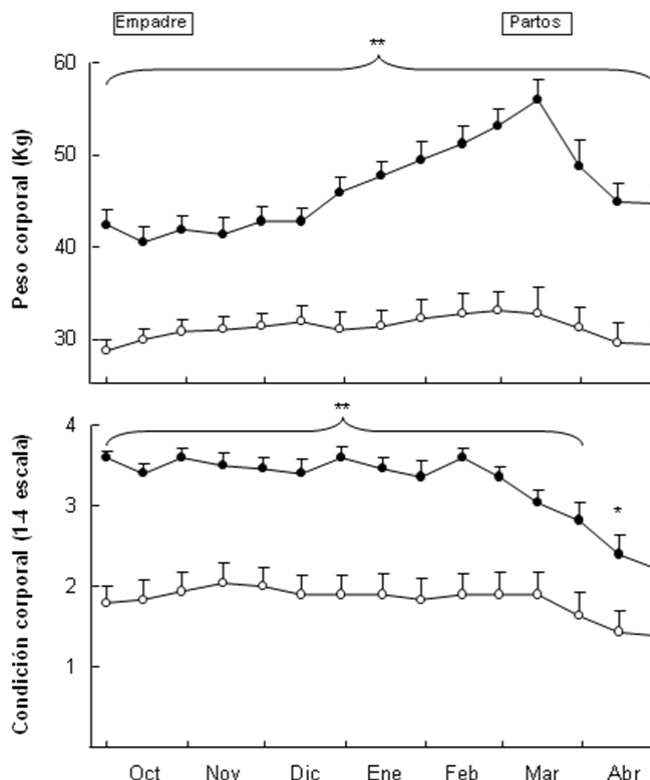


FIGURA 2. Evolución del peso y condición corporal de las hembras del grupo bien alimentado (T-100, círculos negros) y del grupo subalimentado (T-70, círculos blancos). * $P<0.05$ ** $P<0.01$. La condición corporal se determinó mediante la técnica descrita por Walkden-Brown *et al.* (1997; escala 1-4, muy flacas y muy gordas, respectivamente).

FIGURE 2. Evolution of body weight and condition of the females of the well-nourished group (T-100, black circles) and of the undernourished group (T-70, white circles). * $P<0.05$ ** $P<0.01$. Body condition was determined by means of the technique described by Walkden-Brown *et al.* (1997; scale 1-4, very thin and very fat, respectively).

the other hand, it has been reported that the females are more receptive to the males at the start of the reproductive season (Walkden-Brown *et al.*, 1999), thus it is likely that the high sexual response obtained in this study is due to the fact that the females were in a period of high receptivity to the males, as the females were initiating their sexual activity (Delgadillo *et al.*, 2008). Another possibility that could have influenced the high response of the reproductive parameters is that the females of the undernourished group had a regular body condition (1.8), whereas when differences have been reported, the females have a very low body condition (1.4 to 1.6), which affects their normal metabolic state (Mellado *et al.*, 1994; Meza-Herrera *et al.*, 2004; De Santiago-Miramontes *et al.*, 2008; Guerra-García *et al.*, 2009; Rivas-Muñoz *et al.*, 2010). Throughout the study the differences were maintained between the groups of females in weight and body condition ($P<0.05$; Figure 2). Therefore, the group of females T-100 registered a high

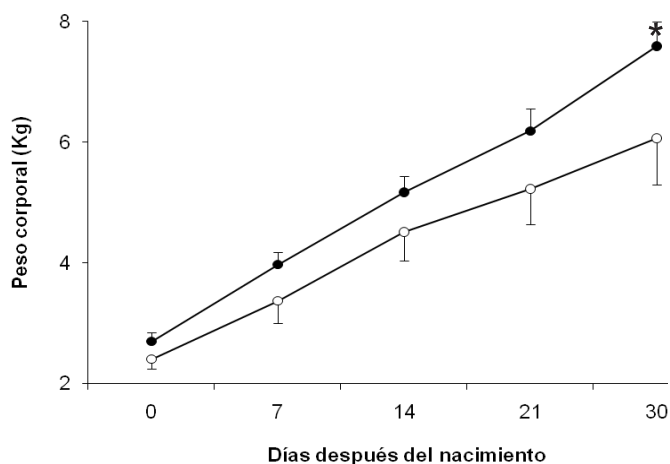


FIGURA 3. Dinámica de crecimiento del nacimiento al destete del grupo bien alimentado (T-100, círculos negros) y del grupo subalimentado (T-70, círculos blancos; * $P < 0.05$).

FIGURE 3. Growth dynamic from birth to weaning of the well-nourished group (T-100, black circles) and of the undernourished group (T-70, white circles; * $P < 0.05$).

estadística entre ambos grupos en el peso al destete (T100 y T70: 7.6 ± 0.4 vs 5.3 ± 0.8 ; $P < 0.05$). Martin *et al.* (2004) y Demirel *et al.* (2004) mencionan que las hembras subalimentadas tienen crías menos pesadas al nacimiento y al destete. Contrario a ello, en nuestro trabajo el peso al nacimiento de las crías fue similar en ambos grupos. Esto eventualmente se debió a que la mayoría de las hembras bien alimentadas tuvieron dos crías con respecto a las subalimentadas que tuvieron una cría. Efectivamente, se ha reportado que las crías cuando son de partos múltiples son menos pesadas que las que son de partos sencillos. Por otra parte, también se menciona que las hembras subalimentadas tienen una mayor producción de progesterona a partir de la segunda mitad de la gestación con respecto a las hembras bien alimentadas, la producción de estos altos niveles de progesterona puede explicar el porqué no se presentó una mayor cantidad de abortos en nuestro trabajo, además de como ya se mencionó las hembras de este grupo tuvieron solamente una cría, por lo que esto también facilita el que la gestación sea más fácil de mantener al tener menos requerimientos por parte de la cría (Dwyer *et al.*, 2003). Al caracterizar la ganancia de peso de las crías, se observó que el peso al destete de las crías del grupo T-100 fue mayor en 1.5 kg con respecto a las crías del grupo T-70, esto probablemente pudo deberse a que las cabras bien alimentadas produjeron mayor cantidad y calidad de leche, por lo cual las crías de las hembras bien alimentadas pudieron desarrollarse mejor (Tygesen *et al.*, 2008). Por otra parte, también se ha reportado que las crías de las hembras bien alimentadas o alimentadas con una complementación alimenticia, al momento del parto reconocen más rápido a su madre y

her body weight and condition than the females of group T-70 throughout the study (46.2 ± 1.2 and 3.3 ± 0.11 vs. 31.1 ± 0.3 kg and 1.8 ± 0.05 , respectively; $P < 0.05$).

On the other hand, the females that were subjected to undernourishment exhibited lower prolificity than the well nourished females. Prolificity was higher in group T-100 than in group T-70 (1.8 ± 0.1 vs. 1.1 ± 0.1 offspring, respectively, $P < 0.01$). 80 % of the females of group T-100 presented double births, whereas only 13 % of the females of group T-70 presented double births ($P < 0.01$). Similarly, in ewes of the race Scottish Blackface, it was found that females with high feed consumption produced a higher number of offspring (64 vs. 53) than those with low feed consumption (Dwyer *et al.*, 2003). Another possibility is that the undernourished females had a lower ovulatory rate at the moment of mating. The above has been reported in other works where the female sheep or goats with a low body condition presented a lower ovulatory rate than the females with high body condition (Forcada *et al.*, 1992; Meza-Herrera *et al.*, 2004; Zarazaga *et al.*, 2005; De Santiago-Miramontes *et al.*, 2008; Guerra-García *et al.*, 2009). Undernourishment causes a decrease in the secretion of GnRH of the hypothalamus and consequently the secretion of LH, which affects the ovulatory rate (Imakawa *et al.*, 1987; Tanaka *et al.*, 2002).

The evolution of the offspring weight from birth to weaning can be observed in Figure 3. The body weight of the offspring at birth was similar in both groups (T-100 and T-70: 2.7 ± 0.1 vs. 2.4 ± 0.2 ; $P > 0.05$). However, this was statistically different in the time of study ($P < 0.01$) and the interaction time per group ($P < 0.05$). If a statistical difference was detected between the two groups in weaning weight (T-100 and T-70: 7.6 ± 0.4 vs. 5.3 ± 0.8 ; $P < 0.05$). Martin *et al.* (2004) and Demirel *et al.* (2004) mention that the undernourished females have offspring with lower weight at birth and weaning. In contrast, in our study the birth weight of the offspring was similar in both groups. This eventually was due to the fact that the majority of the well nourished females have two offspring with respect to the undernourished ones which had one offspring. In fact, it has been reported that the offspring of multiple births present lower weight than those of single births. On the other hand, it is also mentioned that the undernourished females have a higher production of progesterone starting in the second half of gestation with respect to the well-nourished ones. The production of these high levels of progesterone can explain why there was not a higher number of abortions in our work, and as was previously mentioned, the females of this group had only one offspring, this facilitates the gestation to be more easily maintained as there are fewer requirements on the part of the offspring (Dwyer *et al.*, 2003). When characterizing the weight gain of the offspring, it

viceversa; con lo cual se establece más rápido y fuerte el vínculo madre-cría, lo que le da más ventajas a las crías de estas hembras al poder alimentarse más rápido y por lo tanto, consumir más leche al inicio de su vida y desarrollarse de mejor manera (Martin *et al.*, 2004).

CONCLUSIÓN

La subalimentación en las cabras de la raza Alpino-Francés empadradas en octubre, no modifica los parámetros reproductivos de las mismas, pero sí afecta de manera importante la prolificidad (tamaño de la camada) y la dinámica de crecimiento del nacimiento al destete de sus crías.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Tecnológico de Torreón por facilitar las instalaciones y los animales experimentales. Asimismo, se agradece al MVZ Víctor Manuel Marín Perales, al MC Manuel de Jesús Hernández Ávila y a Sr. Manuel Esquivel Rosas por su asistencia técnica.

LITERATURA CITADA

- ATTI, N.; BOCQUIER, F. F.; KHALDI, G. 2004. Performance of the fat-tailed Barbarine sheep in its environment: Adaptive capacity to alternation of underfeeding and re-feeding periods. A review. *Animal Research* 53: 165-176.
- CARRILLO, E.; MEZA-HERRERA, C. A.; VÉLIZ, F. G. 2010. Estacionalidad reproductiva de los machos cabríos de la raza Alpino-Francés adaptados al subtropical Mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 1(2): 169-178.
- DE SANTIAGO-MIRAMONTES, M. A.; RIVAS-MUÑOZ, R.; MUÑOZ-GUTIÉRREZ, M.; MALPAUX, B.; SCARAMUZZI, R. J.; DELGADILLO, J. A. 2008. The ovulation rate in anoestrous female goats managed under grazing conditions and exposed to the male effect is increased by nutritional supplementation. *Animal Reproduction Science* 105: 409-416.
- DELGADILLO, J. A.; VIELMA, J.; FLORES, J. A.; VÉLIZ, F. G.; DUARTE, G.; HERNÁNDEZ, H. 2008. La calidad del estímulo emitido por el macho determina la respuesta de las cabras sometidas al efecto macho. *Tropical Subtropical Agroecosystem* 9: 39-45.
- DEMIREL, M.; FARUK, O.; AYGÜN, T.; ERDOGAN, S.; BAKICI, Y.; YILMAS, A.; ÜLKER, H. 2004. Effects of different feeding levels during photoperiod on the reproductive performance of Norduz ewes and growth and survival rate of their lambs. *Journal of Biology Science* 4(3): 283-287.
- DWYER, C. M.; LAWRENCE, A. B.; BISHOP, S. C.; LEWIS, M. 2003. Ewe-lamb bonding behaviours at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. *British Journal of Nutrition* 89: 123-136.
- EVANS, A. C. O.; DUFFY, P.; HAYNES, N.; BOLAND, M. P. 2000. Waves of follicle development during the estrous

cycle was observed that weaning weight of the offspring of group T-100 was 1.5 kg higher than that of the offspring of group T-70. This probably could have been due to the fact that the well-nourished goats produced a higher amount and quality of milk, thus the offspring of the well-nourished females could develop better (Tygesen *et al.*, 2008). On the other hand, it has also been reported that the offspring of the females that are well nourished or fed with a feed complement are quicker to recognize their mother at birth and vice-versa. Thus, the mother-offspring bond is established faster and stronger, giving more advantages to the offspring of these females as they are able to feed more rapidly, and therefore, consume more milk at the start of their life and to have better development (Martin *et al.*, 2004).

CONCLUSION

The undernourishment in Alpine-French female goats mated in October did not modify their reproductive parameters, but it did have an important effect on prolificity (size of the birth) and the growth dynamic from birth to weaning of their offspring.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the Technological Institute of Torreón for facilitating the installations and experimental animals. In addition, we are grateful to MVZ Víctor Manuel Marín Perales, MC Manuel de Jesús Hernández Ávila and Manuel Esquivel Rosas for their technical assistance.

End of English Version

- cycle in sheep. *Theriogenology* 53: 699-715.
- 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: 313-324.
- GÁMEZ-VAZQUEZ, H. G.; ROSALES-NIETO, C. A.; BAÑUELOS-VALENZUELA, R.; URRUTIA-MORALES, J.; DÍAZ-GÓMEZ, M. O.; SILVA-RAMOS, J. M.; MEZA-HERRERA, C. A. 2008. Body condition score positively influence plasma leptin concentrations in criollo Criollo goats. *Journal of Animal Veterinary Advances* 7(10): 1237-1240.
- GUERRA-GARCÍA, M.; MEZA-HERRERA, C. A.; SÁNCHEZ-TORRES-ESQUEDA, M. T.; GALLEGOS-SÁNCHEZ, J.; TORRES-HERNÁNDEZ, G.; PRO-MARTÍNEZ, A. 2009. IGF-1 and ovarian activity of goats in divergent body condition and supplemented with non-degradable ruminal protein. *Agrociencia* 43(3): 241-247.
- IMAKAWA, K.; DAY, M. L.; SALESKY, D. D.; CLUTTER, A.; KITOK, R. J.; KINDER, J. E. 1987. Effects of 17 beta-

- estradiol and diets varying in energy on secretion of luteinizing hormone in beef heifers. *Journal of Animal Science* 64: 805-815.
- KUSINA, N. T.; CHINUWO, T.; HAMUDIKUWANDA, H.; NDLOVU, L. R.; MUZANENHAMO, S. 2001. Effect of different dietary energy level intakes on efficiency of estrus synchronization and fertility in Mashona goat does. *Small Ruminant Research* 39: 283-288.
- MARTIN, G. B.; RODGER, J.; BLACHE, D. 2004. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. *Reproduction Fertility Development* 16(4): 491-501.
- MELLADO, M.; VERA, A.; LOERA, H. 1994. Reproductive performance of crossbred goats in good or poor body condition exposed to bucks before breeding. *Small Ruminant Research* 14: 45-48.
- MEZA-HERRERA, C. A.; GONZÁLEZ-BULNES, A.; KRIDL, R.; MELLADO, M.; ARECHIGA-FLORES, C. F.; SALINAS, H.; LUGINBHUL, J. M. 2010. Neuroendocrine, metabolic and genomic cues signaling the onset of puberty in females. *Reproduction Domestic Animal* [in press].
- MEZA-HERRERA, C. A.; HALLFORD, D. M.; ORTIZ, J. A.; CUEVAS, R. A.; SÁNCHEZ, J. M.; SALINAS, H.; MELLADO, M.; GONZÁLEZ-BULNES, A. 2008. Body condition and protein supplementation positively affect periovulatory ovarian activity by non-LH mediated pathways in goats. *Animal Reproduction Science* 106: 412-420.
- MEZA-HERRERA, C. A.; ROSS, T.; HALLFORD, D. M.; HAWKINS, D.; GONZÁLEZ-BULNES, A. 2007. Effects of body condition and protein supplementation on LH secretion and luteal function in sheep. *Reproduction Domestic Animal* 42(5): 461-465.
- 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 Africa Journal Animal Science* 34(Suppl 1): 223-226.
- RAMÓN, J. P.; SANGINÉS, J. R. 2002. Respuesta al efecto macho de primas Pelibuey en condiciones de pastoreo y suplementación en trópico. *Técnica Pecuaria México* 40(3): 309-317.
- RIVAS-MUÑOZ, R.; CARRILLO, E.; RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, R.; LEYVA, C.; MELLADO, M.; VÉLIZ, F. G. 2010. Effect of body condition score of does and use of bucks subjected to added artificial light on estrus response of Alpine goats. *Tropical Animal Health Production* 42: 1285-1289.
- 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.
- SCARAMUZZI, R. J.; CAMPBELL, B. K.; DOWNING, J. A.; KENDALL, N. R.; KHALID, M.; MUÑOZ-GUTIÉRREZ, 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. *Reproduction Nutrition Development* 6: 339-354.
- TANAKA, T.; AKABOSHI N.; INOUE, Y.; KAMOMAE, H.; KANEDA, Y. 2002. Fasting-induced suppression of pulsatile luteinizing hormone secretion is related to body energy status in ovariectomized goats. *Animal Reproduction Science* 72: 185-196.
- TYGESEN, M. P.; NIELSEN, M. O.; NORGARD, P.; RANVING, H.; HARRISON, A. P.; TAUSON, A. H. 2008. Late gestational nutrient restriction: effects on ewes' metabolic and homeorhetic adaptation, consequences for lamb birth weight and lactational performance. *Archives of Animal Nutrition* 62(1): 44-59.
- VÉLIZ, F. G.; MEZA-HERRERA, C. A.; DE SANTIAGO-MIRAMONTES, M. A.; ARELLANO-RODRÍGUEZ, G.; LEYVA, C.; RIVAS-MUÑOZ, R.; MELLADO, M. 2009. Effect of parity and progesterone priming on induction of reproductive function in Saanen goats by buck exposure. *Livestock Science* 125: 261-265.
- VÉLIZ, F. G.; POINDRON, P.; MALPAUX, B.; DELGADILLO, J. A. 2006. Positive correlation between the live weight of anestrus goats and their response to the male effect with sexually active bucks. *Reproduction Nutrition Development* 6: 1-6.
- WALKDEN-BROWN, S. W.; MARTIN, G. B.; RESTALL, B. J. 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *Journal of Reproduction Fertility Supplement* 52: 243-257.
- WALKDEN-BROWN, S. W.; RESTALL, B. J.; SCARAMUZZI, R. J.; MARTIN, G. B.; BLACKBERRY, M. A. 1997. Seasonality in male Australian cashmere goats: Long term effects of castration and testosterone or oestradiol treatment on changes in LH, FSH, and prolactin concentrations, and body growth. *Small Ruminant Research* 26: 239-252.
- 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 Payoya goats. *Animal Reproduction Science* 87: 253-267.