

LA ÉPOCA DE EMPADRE Y SU RELACIÓN CON LA PROLIFICIDAD EN CABRAS BOER Y BOER x NUBIA EN EL ALTIPLANO MEXICANO

BREEDING SEASON AND ITS RELATIONSHIP WITH PROLIFICACY IN BOERxBOER AND BOERxNUBIA GOATS IN THE HIGHLANDS OF MEXICO

C. A. Meza Herrera¹, W. R. Jiménez Galindo¹, A. Gómez González², F. Ruiz Zárata³

¹Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. México

²Centro de Mejoramiento Genético Caprino de San Luis Potosí, SLP. Méx.

³Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. Méx.

RESUMEN. El estudio evaluó la distribución de la época de empadre (EE) durante las estaciones del año [Primavera (PR), Verano (VR), Otoño (OT) e Invierno (IN)], en los genotipos (GG) Boer (B), Boer x Nubia (1/2B), 3/4 Boer (3/4B) y 7/8 Boer (7/8B) y su posible relación con la prolificidad mostrada por dichos grupos genéticos al momento del parto. Los registros de las fechas de empadre (n=1,875) fueron colectados durante 1994-1996 y 1998-2000, en un rebaño mantenido bajo condiciones estabuladas en el altiplano mexicano (22° LN, 100° LO, 1,835 msnm), con promedios de precipitación y temperatura anuales de 271 mm y 17°C, respectivamente. La prolificidad (PRO) se definió como el promedio de crías nacidas por hembra parida y su ANOVA consideró los cuatro grupos genéticos, las cuatro épocas de empadre y su interacción. La PRO (2.02 crías) difirió (P<0.001) tanto entre genotipos como entre épocas; durante el empadre-IN los grupos 7/8 Boer, 3/4 Boer y 1/2 Boer mostraron la mayor PRO (2.37 crías por parto) con respecto al grupo Boer (2.0 crías por parto). En contraste, los mas bajos valores promedio de PRO fueron observados durante el empadre-OT en los grupos genéticos 1/2 Boer, 3/4 Boer y Boer (1.77 crías por parto), mientras que el grupo 7/8 Boer, logró el mas alto valor promedio (2.23 crías por parto) durante el empadre-OT. Durante los empadres de PR y VR se observaron valores intermedios de PRO (2.06 crías por parto) en los diferentes grupos raciales en estudio. En general, el empadre-IN generó la mayor PRO (P<0.05), seguida de las épocas PR y VR, observándose la más baja PRO en las cabras empadradas en Otoño. Se sugiere realizar análisis entre grupos genéticos considerando otros factores que puedan afectar la prolificidad como el peso vivo y la condición corporal de la cabras entre estaciones de empadre y dentro grupo genético.

Palabras clave: Cabras, Boer, Nubias, Retrocruzas, Estacionalidad reproductiva.

SUMMARY. The study evaluated the breeding season (BS) distribution during the four seasons of the year [Spring (SP), Summer (SM), Fall (FA) and Winter (WT)], in the genotypes Boer (B), Boer x Nubian (1/2B), 3/4 Boer (3/4B) and 7/8 Boer (7/8B), and their possible relationship with the prolificacy depicted for these genotypes at kidding. The breeding season date records (n=1,875) were collected during 1994-1996 and 1998-2000, in a herd kept under intensive stall-fed conditions in Mexican highland (22° NL, 100° WL, 1,835 m), with annual precipitation and temperature averages of 271 mm and 17°C, respectively). Prolificacy (PRO) was defined as the average of kids born per goat at kidding and the ANOVA considered the four genotypes, the four seasons of the year as well as their interaction. PRO (2.02 kids) differed (P<0.001) among genotypes and seasons; during the winter breeding the genotypes 7/8 Boer, 3/4 Boer and 1/2 Boer depicted the largest PRO (2.37 kids) with respect to the Boer group (2.0 kids). In contrast, the lowest average values for PRO were observed during the Fall breeding in the 1/2 Boer, 3/4 Boer and Boer genotypes (1.77 kids) while the 7/8 Boer group depicted the largest average value (2.23 kids) during the fall breeding. During the spring and summer breedings there were observed intermediate PRO averages (2.06 kids) among genotypes. In general, the winter breeding generated the highest PRO (P<0.05), followed by the spring and summer breedings with the lowest PRO in those goats breed during fall. It is suggested recommended to perform analyses among genetic groups considering other factors that may affect prolificacy such as body weight and body condition of does across the year and within and between genetic groups.

Key words: Goats, Boer, Nubian, Back-crosses, Reproductive seasonality.

INTRODUCCIÓN

La producción caprina ha sido reconocida como una importante fuente alimentos de alta calidad biológica dado que la cabra puede convertir la materia seca

consumida a producto generado en una forma tan eficiente como otras especies de rumiantes (Amoah *et al.*, 1996). Al respecto, los trabajos pioneros de Spedding (1969) demostraron que con un consumo de materia seca orgánica de 100 kg, mientras que la cabra

produce 185 kg leche, la vaca genera 165 kg de leche en un ambiente templado.

Adicionalmente a la leche, las cabras generan una variedad de productos que incluyen carne, pieles y fibras como el mohair y el cashmere. El impacto potencial que la generación de productos caprinos puede ejercer en países como México, que muestran un alto inventario de cabras en el Continente Americano, puede redimensionarse al observar el marcado incremento en las importaciones anuales de queso de leche de cabra tipo gourmet por parte de los Estados Unidos provenientes de la Unión Europea. En efecto, durante el período 1995 el valor económico de dichas importaciones fue del orden de los 3 millones de dólares (Amoah *et al.*, 1996).

Para que un sistema de producción caprino esté en posibilidad de generar en forma continua los productos que oferta a través del tiempo, la eficiencia de la actividad reproductiva debe considerar un equilibrio entre el animal y su ambiente. Al respecto se ha reportado que la continuidad en la actividad reproductiva de la cabra se ve afectada por el grupo genético, ya que existe una enorme variabilidad entre las diferentes razas caprinas con respecto al tiempo que muestran actividad sexual a través del año (Romero, 2003). En efecto, mientras ciertos grupos raciales muestran una actividad reproductiva durante todo el año, en otras razas dicha actividad puede verse restringida a una determinada época del año, situación por la cual las cabras tienden a clasificarse, en términos generales, como poliéstricas estacionales (Scaramuzzi y Radford, 1983).

En México, al evaluar el comportamiento reproductivo de cabras Boer y sus cruza con Nubia considerando la distribución de empadres a través del año, se observó que conforme se incrementaba el nivel de encaste hacia Boer, ocurría una reducción en el número de días que la hembra mostraba actividad reproductiva y aceptaba al macho, sugiriendo una mayor estacionalidad reproductiva conforme se incrementaba el porcentaje de genes Boer (Romero, 2003). En el mismo sentido, en esa misma población, Torres (2003) reportó que el mayor número de crías nacidas por hembra parida favorecieron ($P < 0.05$) al grupo genético $\frac{1}{2}$ Boer (2.09), existiendo una diferencia con respecto a los grupos Boer y $\frac{3}{4}$ Boer (2.06), observándose una depresión en el TC conforme se incrementaba el flujo de genes Boer hacia Nubia, ya que el grupo $\frac{7}{8}$ Boer presentó el menor promedio (1.69) para dicha variable. Dichos estudios confirman el importante efecto que tanto el genotipo como la época del año ejercen sobre el comportamiento reproductivo en caprinos.

De acuerdo a Waldron y Thomas (1992), paralelo al efecto del grupo racial y el ambiente, la producción animal está estrechamente modulada por la eficiencia reproductiva de la hembra y la tasa de crecimiento de sus crías, concluyendo que los incrementos en la eficiencia reproductiva, particularmente el tamaño de camada, afectan significativamente la eficiencia global, tanto biológica como económica, de cualquier sistema de producción animal. El tamaño de camada o prolificidad observada en un grupo de hembras, es el resultado de una compleja interacción entre diferentes componentes expresados tanto por el embrión como por la madre (Holt *et al.*, 2004). Según Montgomery *et al.* (2001), la tasa ovulatoria define el límite superior de la prolificidad que una hembra puede alcanzar, observándose que en humanos y algunos rumiantes sea común la liberación de un solo ovocito en cada ovulación, mientras que en otras especies como el género *Capra*, es común observar la liberación de un mayor número de ovocitos.

Por lo anterior, un incremento en la tasa ovulatoria aumenta la posibilidad de producir un mayor número de crías, y generar en consecuencia un mayor número de crías y(o) kilogramos destetados por hembra parida. Lo anterior permitiría incrementos paralelos no solo en el retorno biológico y económico del productor sino además con gastos adicionales mínimos (Rao y Notter, 2000; Linville *et al.*, 2001).

El objetivo del presente estudio fue evaluar la actividad reproductiva en cabras Boer y sus retrocruzas ($\frac{1}{2}$ Boer, $\frac{3}{4}$ Boer, $\frac{7}{8}$ Boer) considerando la prolificidad o número de crías nacidas por hembra parida observada en las diferentes épocas de empadre (primavera, verano, otoño, invierno) en el Altiplano Mexicano. Lo anterior, con objeto de tener un indicador indirecto del grado de la actividad ovárica mostrada por dichos genotipos a través del año, con la finalidad de tomar decisiones estratégicas del manejo reproductivo de los diferentes grupos raciales de forma tal que optimice el proceso productivo y favorezca el desarrollo de la industria caprina

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área del estudio

El presente estudio se realizó en el Centro de Mejoramiento Genético Caprino, el cual depende del gobierno del Estado de San Luis Potosí, ubicado en el municipio de Soledad Graciano Sánchez, en el km 8.5 de la carretera San Luis Potosí - Matehuala. El Centro se localiza entre las coordenadas geográficas $22^{\circ} 12' LN$ y $100^{\circ} 55' LO$, a una altitud de 1835 m.s.n.m., con una precipitación media anual de 271 mm y una temperatura media de $17^{\circ} C$ (Correa, 1999). Haciendo

uso de las instalaciones del Instituto Nacional de Ovinos y Lanos de la SAGAR, el Centro inicio sus actividades en 1993, con la importación de 10 sementales Boer de Nueva Zelanda y un lote de 10 hembras Boer importados de Texas. Las autoridades del Centro consideraron la selección de ésta raza tomando en cuenta su elevada tasa de crecimiento, deposición de grasa en el cuerpo, su adaptabilidad a diferentes medios ambientes, así como su capacidad de desarrollo en climas adversos y mayor rendimiento en la canal con respecto a otras razas caprinas (Romero, 2003).

El Centro también incluyó como parte del rebaño base o elite a 230 hembras de raza Nubia con registro genealógico, con objeto de producir pie de cría de raza Boer así como la cruce de Boer x Nubia con diferentes niveles de encaste. El objetivo del Centro es ofrecer a los caprinocultores ejemplares con buenas características productivas, para los programas de mejoramiento genético en el Estado de San Luis Potosí en lo particular, así como para el Altiplano Mexicano en lo general. Para este estudio se utilizó información generada en este Centro la cual incluyó las variables día de parto (DP), mes de parto (MP), año de parto (AP), Grupo Genético (Boer, $\frac{1}{2}$ Boer, $\frac{3}{4}$ Boer y $\frac{7}{8}$ Boer), colectados durante 1994-1996 y 1998-2000 (Romero, 2003).

Condiciones de alojamiento y manejo general del rebaño

Los animales fueron alojados en corrales de acuerdo a su estado fisiológico, sexo y raza (o nivel de encaste), los corrales contaban con una parte de piso de tierra y con otra parte de cemento. Al nacimiento, a cada cabrito se le cortó y desinfectó el cordón umbilical con una solución yodada; los cabritos tuvieron acceso a calostro directamente de la madre, a los 15 días de nacidos fueron vacunados contra clostridiasis y pasterelosis, se les aplicaron las vitaminas A, D, y E, selenio y fueron desparasitados interna y externamente (Romero, 2003).

Alimentación de los animales

Las cabras fueron alimentadas con alfalfa achicalada, y en periodos críticos como: pre-parto y lactancia recibieron un suplemento alimenticio. Un mes antes del empadre las hembras y los sementales fueron alimentados con 2.1 kg de alfalfa y 0.25 kg de sorgo molido por animal, esta dieta se les ofreció hasta tres meses después del empadre. En la etapa pre-parto las hembras fueron alimentadas con la misma cantidad de alfalfa además de 0.25 kg de alimento concentrado lechero (16 % PC), y en la etapa de lactancia las hembras fueron alimentadas con 2.25 kg de alfalfa achicalada y 1.0 kg de alimento concentrado lechero (16% PC) por cabra por día (Romero, 2003).

Toma de registros de producción

Al nacimiento, todos los cabritos fueron identificados con una argolla, se registro la fecha de nacimiento, identificación de la madre y el padre (número y grupo genético) y sexo de la cría. Al mes de edad, los cabritos fueron identificados con un tatuaje permanente, para que perdurara durante toda su vida productiva. De los registros obtenidos en los periodos 1994-1996 y 1998-2000, se ordenaron y se seleccionaron las variables de interés, colectando la siguiente información: identificación de la cría, sexo de la cría, fecha de nacimiento, raza, nivel de encaste, raza del padre, raza de la madre e identificación del padre y la madre (Romero, 2003).

Manejo de la información recolectada

Se eliminaron en una primera etapa los registros con información incompleta y poco confiable que pudieran dar un resultado falso en los análisis de los datos. No se consideraron los registros del año 1997 ya que al reunir la información se observó que existían muchos registros incompletos. Los meses de empadre se calcularon de acuerdo al mes de parto de la cabra, en el mismo sentido los meses del año fueron agrupados de acuerdo a la estación del año. De acuerdo a los registros obtenidos en los años 1994, 1995, 1996, 1998, 1999 y 2000 para los cuatro genotipos, se contó con un número de observaciones de $\frac{1}{2}$ Boer, $n=407$, $\frac{3}{4}$ Boer, $n=435$, $\frac{7}{8}$ Boer, $n=183$ y Boer, $n=60$, para un total de 1085 registros completos (Romero, 2003).

Análisis estadístico

La prolificidad fue definida como el promedio de crías nacidas por hembra parida y fue evaluada mediante un análisis de varianza para datos desbalanceados (PROC-GLM) dentro de un diseño experimental completamente al azar con un número variable de observaciones considerando cuatro grupos genéticos, cuatro épocas de empadre, y la interacción del grupo genético con la época de empadre (Snedecor y Cochran, 1967; Littell *et al.*, 1991). El modelo estadístico utilizado para el análisis de la prolificidad considerando cuatro grupos genéticos, cuatro épocas de empadre, y la interacción del grupo genético con la época de empadre. En caso de ser necesario, la separación de medias consideró la opción PDIFF para probar sus diferencias dentro de la opción LSMEANS del PROC GLM del SAS (Littell *et al.*, 1991). Los valores reportados son las medias de mínimos cuadrados \pm el error estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La hipótesis de trabajo de la presente investigación consideró que la eficiencia reproductiva medida como el número de crías nacidas por cabra parida de los

grupos genéticos $\frac{1}{2}$ Boer, $\frac{3}{4}$ Boer, $\frac{7}{8}$ Boer y Boer difería durante el año al considerar las diferentes épocas de empadre (Primavera, Verano, Otoño e Invierno), ya que al menos un grupo genético muestra una mayor prolificidad con respecto a los otros grupos genéticos en al menos una época de empadre. Debido a que la prolificidad de la población en estudio difirió ($P < 0.05$) en los grupos genéticos en estudio al ser empadradas en las diferentes épocas del año (Primavera, Verano, Otoño e Invierno), se acepta la hipótesis planteada al inicio del presente estudio. La eficiencia reproductiva promedio medida como el número de crías nacidas por cabra parida en la población en estudio generó un tamaño de camada promedio de 2.02 crías, con rangos de 1.56 a 2.50 crías (Cuadro 1).

Durante el empadre de Invierno los grupos $\frac{7}{8}$ Boer, $\frac{3}{4}$ Boer y $\frac{1}{2}$ Boer mostraron la mayor prolificidad (2.37 crías por parto) con respecto al grupo Boer (2.0 crías por parto). En contraste, los mas bajos valores promedio de prolificidad fueron observados durante el empadre de Otoño en los grupos genéticos $\frac{1}{2}$ Boer, $\frac{3}{4}$ Boer y Boer (1.77 crías por parto), mientras que el grupo $\frac{7}{8}$ Boer, logró el mas alto valor promedio (2.23 crías por parto) durante el empadre de otoño. Durante los empadres de Primavera y Verano se observaron valores intermedios de prolificidad (2.06 crías por parto) en los diferentes grupos raciales en estudio (Cuadro 1).

Mientras que la mas baja prolificidad promedio fue observada en el grupo $\frac{1}{2}$ Boer durante el empadre de Otoño, el más alto valor de prolificidad fue observado en el grupo $\frac{7}{8}$ Boer durante el empadre de Invierno. En general, la época de empadre realizada en invierno generó la mayor prolificidad ($P < 0.05$), seguida de las épocas Primavera y Verano, observándose la más baja

prolificidad en las cabras empadradas en Otoño. La prolificidad potencial de cualquier grupo genético está dada por el desarrollo folicular, la reducción en el nivel de atresia y la tasa ovulatoria (Holt et al., 2004). En el presente estudio los mayores valores de prolificidad fueron observados en el grupo $\frac{7}{8}$ Boer durante el empadre de invierno, con un incremento 62.4% con respecto al grupo $\frac{1}{2}$ Boer el cual durante el empadre de otoño obtuvo el mas bajo nivel de prolificidad (1.56 crías). La existencia de variabilidad genética encuentra su respuesta en los efectos de la selección natural en el pasado, en la migración, las mutaciones y la deriva genética. Es por esto que ciertas características productivas o reproductivas en ciertos grupos genéticos son más dependientes de las condiciones ambientales (v.g. época de empadre) para lograr su óptima expresión fenotípica, mientras que en otras se nota un alto determinismo genético para lograr dicha expresión (Pirchner, 1969; Falconer, 1981).

El hecho de que el grupo $\frac{7}{8}$ Boer haya obtenido el tamaño de camada más altos sugiere un posible efecto de heterosis o vigor híbrido, el cual hace a los animales cruzados más productivos que sus progenitores, aunque los padres sean del tipo similar. En este caso, las crías pudieron aprovechar las características de la hembra Nubia que esta más adaptada a estos ambientes para manifestar un mejor comportamiento como sucedió en el presente estudio. Mientras Masón (1988) indicó que la tasa de ovulación para las cabras Boer se extiende a partir de 1 a 4 óvulos/hembra con un promedio de 1.7, Amoah *et al.*, (1996) reportó para la mayoría de las razas europeas incluyendo la Anglo Nubia, Alpina, Saanen, Toggenburg así como la Alpina Americana y la Pigmea valores promedio de prolificidad de 1.81 crías por parto, con la raza Pigmea mostrando

Cuadro 1. Medias mínimo cuadráticas \pm error estándar, ($n=1,085$, $CV=14.6$, $R^2=31.2$) del número de crías nacidas por hembra parida (prolificidad) de acuerdo a la interacción del grupo genético por la época de empadre en cabras Boer y Boer x Nubia en un sistema estabulado del Altiplano Mexicano (22° LN)

Grupo Racial	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	E.E. ¹
Boer	2.36 ^{a,b}	2.26 ^{a,b,c}	1.88 ^{d,c}	2.00 ^{d,c}	0.23
1/2 Boer 1/2 Nubia	1.85 ^{d,c}	1.85 ^{d,c}	1.56 ^d	2.20 ^{a,b,c}	0.06
3/4 Boer 1/4 Nubia	2.07 ^{a,b,c}	2.21 ^{a,b,c}	1.88 ^{d,c}	2.42 ^{a,b}	0.08
7/8 Boer 1/8 Nubia	----	1.84 ^{c,d}	2.23 ^{a,b,c}	2.50 ^a	0.09
E.E. ¹	0.14	0.05	0.11	0.19	

^{a,b,c} Valores con diferente literal, difieren ($P < 0.05$)

¹ EE, se muestra el error estándar de las medias de mínimos cuadrados más conservador

CV = Coeficiente de Variación

R^2 = Coeficiente de Determinación

el valor mas alto con 2.79. El mismo autor mencionó que el peso vivo mostró una influencia significativa sobre el tamaño de camada, por lo que la habilidad de incrementar el peso vivo o la condición corporal de la cabra antes del empadre incrementa la tasa ovulatoria y la prolificidad del rebaño. Lo anterior hace del “flushing” un componente real dentro del esquema de prácticas de manejo apropiadas en el rebaño caprino.

El clásico control endócrino de la función ovárica por FSH y LH es solo una parte de una compleja red reguladora que interacciona con otros sistemas célula-célula en los diferentes tejidos del folículo (Eppig, 2001; Montgomery *et al.*, 2001). Mientras se ha reconocido la importante función que las acciones tanto autocrinas, paracrinas y yuxtacrinas ejercen durante las diferentes etapas de la foliculogénesis y el desarrollo folicular, un creciente número de genes involucrados en el control de la ruta que controla la tasa ovulatoria ha sido también reconocida (Linville *et al.*, 2001; Montgomery *et al.*, 2001).

Existen genes cuya señal es activada a lo largo de la ruta del desarrollo folicular y que actúan una vez que los folículos han abandonado el estado del folículo primordial y que pueden continuar su señal aún hasta momentos previos al pico preovulatorio de LH. La acción de dichos genes puede iniciar su efecto en las diferentes etapas del desarrollo folicular incluyendo las fases tipo 1 primordial, tipo 1 transitorio, tipo 2 primario, tipo 3 preantral pequeño, tipo 4 preantral grande, tipo 5 antral temprano, y folículo preovulatorio astral grande (Montgomery *et al.*, 2001).

Algunos de los genes reconocidos incluyen a GDF9 (Growth differentiation factor 9), KITLG (KIT ligand), BMP15 (Bone morphogenic protein 15), IGFBP (Insulin-like growth factor binding protein). En general, los genes que influyen la expresión de la tasa ovulatoria, límite superior de la prolificidad, actúan principalmente a nivel ovárico, tanto en el desarrollo folicular en las etapas prepuberales, puberales y adultas (Linville *et al.*, 2001; Montgomery *et al.*, 2001).

CONCLUSIONES

La eficiencia reproductiva promedio medida como el número de crías nacidas por cabra parida en la población en estudio generó un tamaño de camada promedio de 2.02 crías, con rangos de 1.56 a 2.50 crías. La prolificidad de la población en estudio difirió ($P < 0.05$) en los grupos genéticos $\frac{1}{2}$ Boer, $\frac{3}{4}$ Boer, $\frac{7}{8}$ Boer y Boer al ser empadradas en las diferentes épocas del año (Primavera, Verano, Otoño e Invierno). Durante el empadre de Invierno los grupos $\frac{7}{8}$ Boer, $\frac{3}{4}$ Boer y $\frac{1}{2}$

Boer mostraron la mayor prolificidad (2.37 crías por parto) con respecto al grupo Boer (2.0 crías por parto). En contraste, los mas bajos valores promedio de prolificidad fueron observados durante el empadre de Otoño en los grupos genéticos $\frac{1}{2}$ Boer, $\frac{3}{4}$ Boer y Boer (1.77 crías por parto), mientras que el grupo $\frac{7}{8}$ Boer, logró el mas alto valor promedio (2.23 crías por parto) durante el empadre de otoño. Durante los empadres de Primavera y Verano se observaron valores intermedios de prolificidad (2.06 crías por parto) en los diferentes grupos raciales en estudio. Mientras que la mas baja prolificidad promedio fue observada en el grupo $\frac{1}{2}$ Boer durante el empadre de Otoño, el más alto valor de prolificidad fue observado en el grupo $\frac{7}{8}$ Boer durante el empadre de Invierno. En general, la época de empadre realizada en invierno generó la mayor prolificidad ($P < 0.05$), seguida de las épocas Primavera y Verano, observándose la más baja prolificidad en las cabras empadradas en Otoño.

LITERATURA CITADA

- Amoah, E. A., Gelaye, S., Guthrie, P., and Rexroad, C.E. 1996. Breeding season and Aspects of Reproduction of Female Goats. *Journal of Animal Science*, 74:723-728.
- Correa, C.M.C. 1999. Duración del ciclo estral y efecto macho en cabras Boer x Nubia. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía. UASLP. San Luis Potosí. México. 32 p.
- Eppig J.J. 2001. Oocyte control of ovarian follicular development and function in mammals. *Reproduction*. 122:829-838.
- Falconer, D.S. 1981. Introduction to quantitative genetics. 2nd. Edition. Loghan, Inc. New York, USA.
- Holt, M., Vangen, O., and Farstad, W. 2004. Components of litter size in mice after 110 generations of selection. *Reproduction*. 127:587-592.
- Linville, R.C., Pomp, D., Johanson, R.K., and Rothschild, M.F. 2001. Candidate gene análisis for loci affecting litter size and ovulation rate in swine. *J. Anim. Sci.*, 79:60-67.
- Littel, R.C., P. Spector., R.J. Freund, 1991. SAS System for linear models. Third Edition. Cary, NC. SAS Institute Inc. 329 p.
- Mason, I.L. 1988. Diccionario del mundo de razas de Ganado. Tercera Edición. CAB-International. 348 p.
- Montgomery, G.W., Galloway, S.M., Davis, G.H., and McNatty, K.P. 2001. Genes controlling ovulation rate in sheep. *Reproduction*, 121:843-852.
- Pirchner, F. 1969. Population genetics in animal breeding. W.H. Freeman and Co. USA.
- S., and Notter. D.R. 2000. Genetic analysis of litter size in Targhee, Suffolk, and Polypay sheep. *J. Anim. Sci.* 78:2113-2120.
- Romero, V.C. 2003. Distribución de empadres en cabras Boer y Boer x Nubia en el Altiplano Mexicano. Tesis Licenciatura. URUZA-UACH. Bermejillo, Durango. 40 p.

- Scaramuzzi, R.J. and Radford, H.M. 1983. Factors regulating ovulation rate in the ewe. *J. Reprod. Fertil.* 69:353-367.
- Snedecor, G.W. and Cochran, W.G. 1967. *Statistical Methods*. 6th edition. The Iowa State University Press, Ames, USA.
- Torres, R. O. 2003. Comportamiento del tamaño de camada en cabras Boer y Boer x Nubia en el Altipiano Mexicano. Tesis de licenciatura, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas – Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Durango. 45 p.
- Waldron, D.F., and Thomas, D.L. 1992. Increased litter size in Rambouillet sheep. I. Estimation of genetic parameters. *J. Anim. Sci.* 70:3333-3344.