

ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA EN OVEJAS DE CINCO RAZAS EN EL ALTIPLANO CENTRAL MEXICANO a

José de Lucas Tron b
Everardo González Padilla c
Leonel Martínez Rojas c

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar la estacionalidad reproductiva, en ovejas de cinco razas en el altiplano central mexicano, latitud 19° 17' norte, 2600 msnm, clima templado. Se utilizaron ovejas adultas de las razas: Romney Marsh (RM; n=24), Corriedale (C; n=21), Rambouillet (R; n=22), Suffolk (S; n=20) y Criollas (Cr; n=28). Se observó para detección diariamente de 07:00 a 08:00 h y de 17:00 a 18:00 h. Se consideró 18:00 h. el cese de actividad, cuando no se presentaron celos después de dos ciclos estrales esperados. Las variables estudiadas fueron el inicio, la duración y el final de la estación de presentación de celos, el número y la duración de los ciclos estrales por estación. Se hizo análisis de varianza y la prueba de Tuckey para comparación de medias. Las RM, C y S mostraron un comportamiento reproductivo estacional bien definido, las R y Cr tendieron a presentar estacionalidad pero se encontraron animales en celo a lo largo del año. En R y Cr, la estación de celos inició el 1 y 11 de julio, respectivamente difiriendo ($p < 0.05$) de RM (agosto 6), C (agosto 8) y S (septiembre 14). La duración en días de la estación de apareamiento fue para R de 209.8 ± 45.8 y Cr 205.6 ± 53.2 , difiriendo ($p < 0.05$) de RM (148.0 ± 36.5) C (131.5 ± 27.0) y S (123.5 ± 43.8). La fecha promedio de finalización fue: Cr febrero 16, difiriendo ($p < 0.05$) de R (enero 26) y S (enero 21), que a su vez difirieron ($p < 0.05$) de C (diciembre 19). La RM (enero 2) fue similar a C y S. El número de estros promedio fue de 11.5 y 13.0 para R y Cr, difiriendo ($p < 0.05$) de RM (8.7), C (8.1) y S (8.1). Los resultados indican un comportamiento reproductivo para RM, C, y S estacional, no tan marcado en Cr y R. La duración del ciclo estral fue de alrededor de 17 días, para Cr, R, RM, y C, y de 16 para S, difiriendo en el verano y otoño ($p < 0.05$) de las otras razas, pero no en invierno ($p > 0.05$).

PALABRAS CLAVE: Ovinos, Ovejas, Razas, Estacionalidad reproductiva, Estro, Ciclo estral.

Téc. Pecu. Méx. Vol 35. No. 1 (1997)

INTRODUCCION

La mayoría de las razas ovinas originarias de zonas templadas presentan un comportamiento reproductivo estacional; es decir, manifiestan un período de actividad sexual caracterizado por la presencia de ciclos estrales consecutivos, y otro con ausencia de los mismos. Se acepta que estos dos periodos están regulados básicamente por la variación del fotoperíodo a lo largo del año (1, 2, 3), aunque existe evidencia de otro tipo de control interno o biorritmo anual o circanual (4). La manifestación de los estros se da a medida que se acortan los días, para suspenderse cuando estos se alargan, por lo cual las estaciones de mayor actividad reproductiva corresponden al otoño e invierno,

independientemente del hemisferio. La duración de cada uno de estos dos periodos varía entre razas, guardando en general una estrecha relación con su origen, de tal forma que mientras este es más septentrional presentan menos ciclos estrales y viceversa (2). Conocer la estacionalidad de la actividad reproductiva, es importante cuando las razas son trasladadas desde sus latitudes de origen. Se han observado algunos efectos principales. El primero y más drástico, es la alteración total del comportamiento reproductivo cuando los animales tienen una gran dependencia del fotoperíodo. Beaty y Williams (6,7), observaron que en algunas razas de ovejas que fueron trasladadas de la Gran Bretaña (latitudes superiores a los 40°) a Colombia (latitud 1° N), se afectaba en tal forma su comportamiento que eran incapaces de mantener una tasa reproductiva que les permitiera su reposición; por lo cual, tendieron a desaparecer. Los

- a Recibido para su publicación el 1° de septiembre de 1996.
b Coordinación General de Posgrado. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la Universidad Nacional Autónoma de México, A.P. 222, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54700.
c Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias de la SAGAR.

otros efectos observados, incluyen una adaptación a los nuevos ambientes lumínicos cuando no es tan marcada la dependencia del fotoperíodo; por ejemplo, en una experiencia con ovejas de la raza Rambouillet que fueron llevadas de una latitud alta a una baja y viceversa, se encontró que en las trasladadas a la latitud baja, se presentaba un recorrimiento de la época de apareamiento, es decir que tendían a iniciar y terminar antes ésta época que las ubicadas en la latitud alta. También se observó que la proporción de animales en anestro disminuía en la latitud baja (8). Estudios en Nueva Zelandia con ovejas Romney Marsh, indican resultados similares al estudio previo (9).

Las principales razas de ovinos que pueblan el altiplano central mexicano son originarias de latitudes septentrionales, por lo cual es necesario establecer cual es su comportamiento reproductivo y si presentan cambios significativos con respecto al observado en las latitudes de donde provienen.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se desarrolló en el Centro Experimental Pecuuario del Estado de México del INIFAP, ubicado a 10 km de la Ciudad de Toluca, latitud 19° 17'norte, 99° 30' de longitud oeste y 2600 msnm. El clima es templado con temperaturas promedio de 10.4C, se presentan heladas en los meses más fríos. Las lluvias se inician en abril-mayo y terminan generalmente en octubre; hay precipitaciones ocasionales en enero. La variación del fotoperíodo para esta latitud es de aproximadamente 2h 20'.

Se utilizaron ovejas adultas (4 a 8 dientes) con más de un parto, elegidas al azar de las siguientes razas: (24) Romney Marsh, (21) Corriedale, (22) Rambouillet, (20) Suffolk y (28) Criollas.

El número variable de observaciones obedeció a que antes de iniciar el trabajo se dió un período de adaptación, que permitió

eliminar aquellos animales no saludables. Las ovejas se mantuvieron en un solo grupo, confinadas en un corral con una disponibilidad de espacio de aproximadamente 4 m²/animal. Se les proporcionó una dieta de mantenimiento homogénea a través de año, basada en un suplemento con 12% de proteína y henos de avena u otros, así como agua y sales minerales *ad libitum*, que permitieron mantener el peso corporal. Todas las ovejas se desparasitaron bimestralmente, se trasquilaron, bañaron y recortaron pezuñas. Para determinar el inicio, duración y finalización de la estación de cría o época de apareamiento, se emplearon de tres a cinco machos con el pene desviado, que fueron introducidos diariamente en la mañana de 07:00 a 08:00 h y en la tarde de las 17:00 a las 18:00 h, registrando las fechas de presentación de estros (1° de enero = 1, 31 de diciembre = 365). En los meses de menor actividad, se utilizaron dos ovejas ovariectomizadas y estrogenizadas para que la ausencia de signos de estro no se debiera a una reducción en la actividad de monta de los carneros. Se estableció como criterio para el cese de actividad, la ausencia de celos en dos ciclos consecutivos esperados. En el caso de las razas en que al menos una oveja mostró celo en cada mes, la fecha promedio de inicio se tomó de las hembras que suspendieron por más de dos ciclos estrales la presentación de celos. La duración del ciclo estral se estableció considerando el intervalo entre un estro (día cero) y otro.

Se utilizó un diseño completamente al azar con 5 tratamientos (5 razas) y repeticiones de acuerdo al número de animales especificado previamente; las variables se sometieron a un análisis de varianza y las diferencias entre medias a la prueba de Tukey. La distribución de estros a lo largo del año se agrupó por raza y por mes en forma porcentual.

RESULTADOS

Los resultados indican que las ovejas de las razas Romney Marsh, Corriedale y Suffolk, mostraron un comportamiento reproductivo estacional bastante definido, con un período de actividad sexual de cuatro a cinco meses y uno de anestro en los restantes. Mientras que las ovejas de la raza Rambouillet y Criolla manifestaron un comportamiento de apareamiento prácticamente continuo a lo largo del año, con solo algunos animales presentando anestro.

La distribución en porcentaje de ovejas detectadas en estro por mes y raza se muestra en la Gráfica 1. Los meses de mayor actividad correspondieron a los de otoño y principios del invierno. Se puede apreciar que las razas Corriedale y Suffolk presentaron períodos de actividad estral con 80% o más de los animales en estro durante cuatro meses, mientras que para la Romney Marsh fueron en cinco, y en siete para las Criolla y Rambouillet. La menor actividad correspondió al fin del invierno y la primavera. No se detectaron estros durante cinco meses en las razas Romney Marsh, Corriedale y Suffolk.

Con relación a la fecha promedio de la primera detección de estro, en el Cuadro 1 se observa que las ovejas de las razas

Rambouillet y Criolla iniciaron antes que las otras tres razas ($p < 0.05$) y entre estas correspondió a la Suffolk ser la más tardía ($p < 0.05$). El Cuadro 1, también presenta la amplitud de los períodos entre la primera y última oveja detectada en estro, siendo estos muy amplios, destacando la actividad continua de las ovejas Rambouillet y Criollas. El Cuadro 2, muestra las fechas de finalización de la actividad estral, donde se observa que las ovejas Criollas que presentaron un patrón de comportamiento estacional terminaron su época de apareamiento más tarde, siendo estas diferentes de todas las demás razas ($p < 0.05$). Le siguieron la Rambouillet y la Suffolk, que fueron similares entre sí ($p > 0.05$). La Corriedale terminó antes que las tres razas anteriores ($p < 0.05$), siendo sólo similar a la Romney Marsh, que presentó una fecha intermedia de terminación, similar a la Suffolk.

El Cuadro 3 muestra la duración de la estación de apareamiento para las cinco razas. En el caso de las ovejas de las razas Criolla y Rambouillet, se incluyeron solo aquellas que no presentaron estro en el período correspondiente a dos ciclos consecutivos esperados. Se observa que ambas razas mostraron una actividad

CUADRO 1. FECHA DE LA PRIMERA DETECCION DE ESTRO EN OVEJAS DE CINCO RAZAS BAJO CONDICIONES AMBIENTALES DEL ALTIPLANO CENTRAL MEXICANO*

RAZA	N	FECHA PROMEDIO C.V. 1er. ESTRO	PERIODO
RAMBOUILLET	22	1/ JULIO a 11.1	TODO EL AÑO
CRIOLLA	28	11/ JULIO a 13.4	TODO EL AÑO
ROMNEY M	24	6/ AGOSTO b 10.7	6 JUL-27 OCT.
CORRIEDALE	21	8/ AGOSTO b 7.0	15 JUL-12 SEP.
SUFFOLK	20	14/ SEP. c 14.9	1 AGO-12 NOV.

a, b y c: literales distintas indican diferencias estadísticas ($p < 0.05$).

C.V. Coeficiente de variación estimado de la desviación estandar del día de la primera detección del estro.

* 1º enero = 1; 31 de diciembre = 365.

CUADRO 2. FECHAS DE TERMINACION DE LA PRESENTACION DE ESTROS EN OVEJAS DE CINCO RAZAS BAJO CONDICIONES AMBIENTALES DEL ALTIPLANO CENTRAL MEXICANO*.

RAZA	N	FECHA ULTIMO PROMEDIO ESTRO	C.V.	PERIODO
RAMBOUILLET	22	26/ ENERO b	10.7	TODO EL AÑO
CRIOLLA	28	16/FEBRERO a**	10.4	TODO EL AÑO
ROMNEY	24	2/ ENERO cd	5.3	5 OCT - 26 ENE.
CORRIEDALE	21	19/ DIC. d**	7.1	8 OCT - 17 ENE.
SUFFOLK	20	21/ ENERO bc	3.6	24 DIC -18 FEB.

a,b,c y d: literales distintas indican diferencias estadísticas ($p < 0.05$).

** indica diferencia estadística a $p < 0.01$.

C.V. = Coeficiente de variación

*1º enero = 1; 31 de diciembre = 365.

reproductiva más prolongada que las otras tres razas ($p < 0.05$), mismas que fueron similares entre sí ($p > 0.05$).

El número de ciclos estrales por estación se presenta en el Cuadro 4. Las razas Rambouillet y Criolla, fueron las que más ciclos estrales tuvieron en el verano, manifestando con esto que prácticamente se encontraban en la estación de apareamiento, mientras que la Romney con 3, la Corriedale con 2.7 y la Suffolk con 1.3 ciclos estrales, apenas habían iniciado su actividad reproductiva. Para el otoño, todas las razas presentaron más de cuatro estros, lo que denotaría la plenitud de la estación de apareamiento. Durante el invierno se

aprecia una disminución en la actividad reproductiva sobre todo en las razas Corriedale y Romney Marsh.

El Cuadro 5, muestra la duración del ciclo estral por raza y estación del año. Se observa que en la primavera no hubo diferencias entre Rambouillet y Criolla ($p > 0.05$). En el verano estas dos razas tuvieron ciclos significativamente más largos que la Suffolk ($p < 0.05$), mientras que la Corriedale y la Romney fueron intermedias. En el otoño, cuando se alcanza la plenitud de la actividad reproductiva, sólo la raza Suffolk mostró los ciclos más cortos, siendo diferente de todas las demás ($p < 0.05$). En el invierno, no se encontraron diferencias entre ninguna de las razas.

CUADRO 3. DURACION PROMEDIO DE LA ESTACION DE APAREAMIENTO EN OVEJAS DE CINCO RAZAS A LO LARGO DEL AÑO BAJO CONDICIONES AMBIENTALES DEL ALTIPLANO CENTRAL MEXICANO.

RAZA	N	DIAS	E.E.
RAMBOUILLET	21	209.8 a	10.0
CRIOLLA	26	205.6 a	10.4
ROMNEY M	24	148.0 b	7.4
CORRIEDALE	21	131.5 b	5.9
SUFFOLK	20	123.5 b	9.8

a, b: literales distintas indican diferencias estadísticas ($p < 0.05$.)

E.E. = Error estándar

CUADRO 4. NUMERO PROMEDIO DE ESTROS (\pm EE) OBSERVADOS EN CADA ESTACION EN OVEJAS DE CINCO RAZAS, A LO LARGO DEL AÑO, BAJO CONDICIONES AMBIENTALES DEL ALTIPLANO CENTRAL MEXICANO

R A Z A					
ESTACION	RAMB.	CRIOLLA	ROMNEY M	CORRIEDALE	SUFFOLK
PRIMAVERA	0.4 \pm 0.15	0.6 \pm 0.13	0	0	0
VERANO	4.1 \pm 0.26 ^a	4.3 \pm 0.23 ^a	3.0 \pm 0.25 ^b	2.7 \pm 0.27 ^{bc}	1.3 \pm 0.23 ^c
OTOÑO	4.4 \pm 0.24 ^a	4.8 \pm 0.21 ^a	4.6 \pm 0.22 ^a	4.5 \pm 0.25 ^a	4.6 \pm 0.25 ^a
INVIERNO	2.5 \pm 0.24 ^a	3.2 \pm 0.21 ^a	1.0 \pm 0.22 ^c	0.9 \pm 0.24 ^c	2.1 \pm 0.25 ^b
TOTAL*	11.5	13.0	8.7	8.1	8.1

a,b,c = literales distintas en cada hilera indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

EE Error estándar.

* Cantidades redondeadas

DISCUSION

Los resultados muestran un comportamiento reproductivo estacional, caracterizado por la presencia de un periodo de actividad sexual, manifestado por la presencia de estros y uno de anestro, particularmente en las razas Corriedale, Suffolk y Romney Marsh, mientras que en las Rambouillet y Criolla, la estacionalidad es menos marcada. El comportamiento observado, indica que se mantiene la estacionalidad reproductiva que se presenta en las ovejas en sus latitudes de origen; sin embargo, la principal diferencia estriba en las fechas de inicio y finalización

de la época de apareamiento, ya que se encuentran recorridas, es decir, que inicia y termina antes. Se ha observado un efecto similar en ovejas de raza Rambouillet que fueron trasladadas de una latitud alta a una baja (8). También en ovejas de la raza Romney Marsh, se ha encontrado un adelanto de la estación de apareamiento de dos a tres semanas, cuando las ovejas se mueven a latitudes más bajas (9). La raza Suffolk, fue la que mantuvo un comportamiento más parecido a lo que ocurre en latitudes altas. Un estudio que

CUADRO 5. DURACION DEL CICLO ESTRAL (\pm EE) DE ACUERDO A LA ESTACION DEL AÑO, DIAS.

R A Z A					
ESTACION	RAMB.	CRIOLLA	ROMNEY M	CORRIEDALE	SUFFOLK
PRIMAVERA	17.5 \pm 0.20	17.8 \pm 0.25	0	0	0
VERANO	17.4 \pm 0.29 ^a	17.5 \pm 0.29 ^a	16.8 \pm 0.24 ^{ab}	17.6 \pm 0.29 ^{ab}	16.0 \pm 0.32 ^b
OTOÑO	17.5 \pm 0.25 ^a	17.7 \pm 0.25 ^a	17.2 \pm 0.21 ^a	17.3 \pm 0.25 ^a	16.4 \pm 0.27 ^b
INVIERNO	17.1 \pm 0.30	17.5 \pm 0.30	17.3 \pm 0.25	17.0 \pm 0.30	16.6 \pm 0.32

a,b literales distintas en la misma columna indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

EE= Error estándar

abarcó 8 años con esta raza, mostró que la estación de apareamiento se iniciaba en promedio el 3 de septiembre y terminaba el 15 de febrero (4), lo que es parecido a lo aquí encontrado; sin embargo, esta raza ha mostrado características de comportamiento *sui generis*, como es la regulación anual de la actividad reproductiva independiente del fotoperíodo (4).

Se puede establecer que existe similitud en algunos aspectos del comportamiento reproductivo de las razas estudiadas, con la información generada en latitudes más septentrionales o meridionales. Destaca el hecho, de que independientemente de la raza, el otoño se presenta como la estación de mayor actividad (1, 2, 3, 10, 11). Este comportamiento es similar a lo registrado en otros países de latitudes más altas (2, 9) y, en México, en otras razas, tanto en estudios de campo (12), como de la actividad ovárica evaluada a nivel de rastro (13, 14). Se ha encontrado que la duración del ciclo estral es similar a lo descrito para algunas de estas razas en latitudes más altas (2, 15, 8, 16), incluso en la Suffolk que presentó ciclos estrales que no llegaron a los 17 días (17). Los resultados también muestran que las ovejas de las razas Criolla y Rambouillet, tienen una actividad reproductiva más prolongada, indicando con ello un comportamiento de anestro más corto o menos manifiesto que en las otras tres razas. Este tipo de actividad sexual, permite que otros factores estimulatorios de la misma, como es el efecto macho, se manifiesten más fácilmente. Esto explicaría la alta tasa de fertilidad encontrada por Urrutia (18), en un empadre realizado en mayo con ovejas del rebaño Rambouillet de donde se extrajeron las de este trabajo.

El presente estudio contribuye al conocimiento de la actividad reproductiva estacional de razas cuyo origen es el de latitudes altas (superiores a los 30°) y que están o han sido explotadas en el país, en especial en el altiplano central, alrededor de

la latitud 19°. Destacan algunos aspectos como el que la estación de apareamiento esté recorrida con respecto a latitudes altas; también que corresponde al otoño el momento en que se alcanza la plenitud de la misma y por último, que la amplitud de la estación es parecida a lo señalado en sus latitudes de origen.

REPRODUCTIVE SEASONALITY IN EWES OF FIVE BREEDS IN THE CENTRAL PLATEAU OF MEXICO

SUMMARY:

To determine seasonality of breeding of adult ewes at the Mexican central plateau: Rommey Marsh (RM, n=24); Corriedale (C n= 21); Rambouillet (R, n=22); Suffolk (S, n= 20) and Criollo (Cr, n=28), were checked for heat presentation year around, twice daily; 7:00 to 8:00 and 17:00 to 18:00 H with the aid of three to five rams with surgical deviation of the prepuce and penis. All ewes were kept in open pens and fed the same maintenance ration during the study. The location was near Toluca at 19°17' N latitude and 2600 m above sea level. Dates of estrus were used to calculate the beginning and end of the breeding season (Jan. 1st. = day 1st.; Dec. 31= day 365 th.). A ewe was considered in anestrus when she did not show signs of estrus for 32 d. In breeds where at least one ewe showed estrus during a month, beginning and end of breeding was estimated only from ewes in anestrus. The average starting dates were: R, July 1; Cr, July 11; RM, August 6; C August 8 and, S, September 14. R and Cr were similar between them but differed ($p < 0.05$) from all other breeds. The average finishing dates were: C, December 19; RM, January 2; S, January 21; R, January 26 and Cr, February 16. Differences were significant ($p < 0.05$) between Cr and the rest. C was different from R and S ($p < 0.05$), while RM was similar to C and S. Therefore, the breeding season was longer ($p < 0.05$) in R (209.8 ± 10.0 d) and Cr (205.6 ± 10.4 d) than in RM (148 ± 7.4 d), C (131.5 ± 5.9 d) and S (123.5 ± 9.8 d). During the year at least one ewe of Cr and R were detected in estrus every month. Estrous cycle length was shorter in S than in R and Cr during Summer and Fall ($p < 0.05$). Cr (13) and R (11.5) showed more heats than RM (8.7), C (8.1) and S (8.1) during the breeding season ($p < 0.05$). Breeding season starts and ends earlier than reported for the same breeds at higher latitudes. RM, C and S present shorter breeding seasons than R y Cr.

KEY WORDS: Sheep, Ewes, Reproductive seasonality, Estrus, Estrous cycle.

REFERENCIAS

1. Yeates N T M. The breeding season of the sheep with particular reference to its modification by artificial means 19 using light. J. Agr. Sc. 1949; 39: 1-42.
2. Hafez E S E. Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. Part I. The breeding season in different environments. Part II. The breeding season in one locality. J. Agr. Sci. 1952; 42: 232-265.
3. Ortavant R, Mauléon P, Thibault C. Photoperiodic control of gonadal and hypophyseal activity in domestic mammals. Annls. N.Y. Acad. Sc. 1964; 117: 157-193.

4. Robinson J E, Karsch F J. Timing the breeding season of the 25 ewe: what is the role of day length. *Rep. Nut. Develop.* 1988; 28 (2b) 365-374.
5. Owen J B. *Sheep production.* Baillere Tindall. London. 1976.
6. Beaty T, Williams H LL. The reproductive performance of British breeds of sheep in an equatorial environment. Mountain breeds. *Br. Vet. J.* 1971a; 127:1-9.
7. Beaty T, Williams H LL. The reproductive performance of British breeds of sheep in an equatorial environment. Lowland breeds. *Br. Vet. J.* 1971b; 127: 10-19
8. Hulet C V, Shelton M, Gallagher J R, Price D A. Effects of origin on reproductive phenomena in Rambouillet ewes. I. Breeding season and ovulation. *J. Anim. Sci.* 1974; 38 (6) 1210-1217.
9. Kelly R W, Allison A J, Shackell G H. Seasonal variation in oestrus and ovarian activity of five breeds of ewes in Otago. *New. Zea. J. Exp. Agri.* 1976; 4: 204-214.
10. Ferreira N J, Pires F P E. Fatores que afetam o comportamento reprodutivo em ovelhas Corriedale e Polwarth. *Rev. Centro de Ciencias Rurais* 1970; 5 (4) 301-307.
11. Lax J, French L R, Chapman A B, Pope A L, Casida L E. Length of breeding season for eight breed groups of sheep in Wisconsin. *J. Anim. Sc.* 1979; 49 (4) 939-942.
12. Valencia Z M, Heredia A M, González P E. Estacionalidad reproductiva en la oveja Pelibuey. En: XV Reunión Anual del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. México. 1981:34.
13. Romero H B, Mendoza R V, Martínez R L, Hernández L J J. Estado reproductivo del ganado ovino que se sacrifica en San Felipe del Progreso, Méx. En: Reunión de Investigación Pecuaria en México. México. 1983: 135.
14. Serratos G E, García E, Valencia M J. Estacionalidad reproductiva, tasa de ovulación y características de la gestación de la oveja criolla. *Vet. Méx.* 1985; 16: 179-182.
15. Joubert D M. Sex behaviour of purebred and crossbred Merino and Blackhead Persian ewes. *J. Rep. Fert.* 1962; 3: 41-49.
16. Wiggins E L, Barker H B, Miller W W. Estrual activity in open Rambouillet ewes. 1970; *J. Anim. Sc.* 30: 405-408.
17. Dufour J J. The duration of the breeding season of four breeds of sheep. *Can. J. Anim. Sc.* 1974; 54: 389-392.
18. Urrutia M J. Evaluación de la eficiencia reproductiva y un sistema intensivo de empadre en borregas Rambouillet, bajo condiciones del altiplano mexicano. Tesis Maestría, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 1986.