

11642
les.
3

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán



**Evaluación de la Eficiencia Reproductiva y un Sistema Intensivo
de Empadre en Borregas Rambouillet, Bajo las Condiciones
del Altiplano Mexicano**

T E S I S

Que para obtener el Grado de:
**Maestro en Ciencias en el Area de Producción Animal
(Ovinos y Caprinos)**

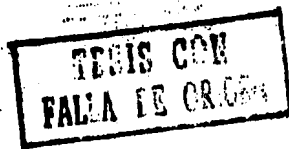
Presenta:

JORGE URRUTIA MORALES

Asesores:
M.V.Z. M. Sc. Leonel Martínez Rojas

Dr. Pau Pijoan Aguade
Dr. Fausto Sánchez García Figueroa

Cuautitlán Izcali, Méx.



1986.



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Pag.
I.- RESUMEN	1
II.- ANTECEDENTES	3
III.- CONDICIONES EXPERIMENTALES	12
IV.- EXPERIMENTO 1	18
Introducción	18
Objetivos	21
Material y Métodos	22
Resultados	24
Discusión	36
V.- EXPERIMENTO 2	42
Introducción	42
Objetivos	53
Material y Métodos	54
Resultados	56
Discusión	71
VI.- DISCUSION GENERAL	76
VII.- CONCLUSIONES	83
VIII.- LITERATURA CITADA	85

I.- RESUMEN

Se efectuó el presente estudio con el objeto de evaluar los diversos parámetros reproductivos de la raza Rambouillet en el Altiplano de México, para lo que se realizaron dos experimentos, uno en el que se sometieron las borregas a empadres cada 12 meses durante 3 años, y el otro en el que se realizaron empadres cada 8 meses durante 4 ciclos reproductivos. El primer experimento se realizó en el Centro Experimental Pecuario de Tulancingo, Hgo., (20°21' L.N.). El peso promedio de las borregas al momento del empadre fue de 43.44 kg., al parto de 47.40 kg., y al destete de 43.31 kg.. El peso de los corderos al nacimiento y al destete fue de 4.57 kg. y 22.65 kg. respectivamente. Los resultados generales de la eficiencia reproductiva fueron: Índice de celos: 94%, fertilidad: 81%, Índice de concepción: 86%, Índice de nacencia: 90%, Índice de prolificidad: 112%, Índice de procreo: 73% e Índice de destete: 91%. Todos los parámetros a excepción de la tasa de concepción fueron inferiores en las borregas de un año, y tendieron a aumentar con la edad. El segundo experimento se realizó en el Centro Experimental Pecuario de Toluca, Méx., (19°17' L.N.), y se utilizó el mismo rebaño de borregas, empadradas cada 8 meses durante 4 ciclos reproductivos. El peso promedio de las borregas al momento del empadre fue de 40.42 kg., al parto 44.83 kg., y al destete de 40.12 kg.. El peso promedio de los corderos al nacimiento fue de 4.33 kg. y el peso al destete de 16.83 kg.. Los resultados de la eficiencia reproductiva fueron: Índice de celos: 84%, fertilidad: 68%, tasa de concepción: 81%, Índice de nacencia: 71%, Índice de prolificidad: 106%, Índice de procreo: 53%, Índice de destete: 78%. En general la eficiencia reproductiva tendió a disminuir con el avance del experimento. El Índice de celos fue de 97%, 87%,

76% y 73%, la fertilidad de 86%, 73%, 52% y 58%, y la tasa de concepción de 89%, 84%, 69% y 79% en la primavera, invierno, otoño y verano respectivamente. La mayor prolificidad se observó en primavera (112% vs. 103%, 104% y 102%), al igual que en el índice de nacencia (95% vs. 74%, 53% y 58%) y el índice de procreo (69% vs. 57%, 42% y 40%). La proporción de borregas que parieron en 1, 2, 3 y 4 ciclos reproductivos, fue de 7.0%, 32.9%, 37.0% y 23.1%, con un tamaño de camada de 110, 106, 106 y 106 corderos respectivamente. La producción de corderos nacidos por borrega por año fue de 0.39, 0.75, 1.12 y 1.49 corderos y, al destete, de 0.25, 0.57, 0.83 y 1.12 corderos respectivamente. La poca variación en la eficiencia reproductiva mostrada por las borregas en el empadre de primavera, en relación con las de otoño, sugiere que a 20° L.N. la estación reproductiva de la raza Rambouillet no es muy marcada, por lo que es factible implementar un sistema de 3 partos cada 2 años.

II.- ANTECEDENTES

La ganadería ovina del país, se encuentra desarrollada fundamentalmente en las zonas áridas y semáridas de los estados del norte, altiplano y sur de México. En general son explotaciones extensivas orientadas a la producción de carne y lana con un grado tecnológico variable, según la zona.

La población ovina del país ha permanecido estancada en los últimos años en aproximadamente 6.4 millones de cabezas (SARH, 1980), de las cuales se calcula que el 95% pertenecen al genotipo llamado "criollo" (genotipo indefinido con influencia de la raza Rambouillet), de baja productividad, y el resto a razas puras, destacando la Rambouillet, para producción de lana principalmente y la Suffolk como productora de carne (Arbiza, 1982).

Los productos derivados de la explotación de ovinos continúa siendo insuficiente para cubrir la demanda interna del país. Debido a esto, se han tenido que importar cantidades importantes en los últimos años, siendo para 1985 de 310,000 animales vivos (SARH, 1985) y aproximadamente 6,000 ton de lana sucia en el año de 1979 (CANAINTEX, 1980), en detrimento de la economía del país.

El bajo índice tecnológico presente en la mayor parte de las explotaciones ovinas ha propiciado una productividad ineficiente del rebaño nacional. A pesar de que el país cuenta con recursos naturales favorables para la explotación de esta especie, ésta se ha realizado sin control y técnicas apropiadas del manejo del agostadero, alimentación, reproducción, genética y sanidad.

En general se tienen índices de parición cercanos al 60-70% (De Lucas, 1981), que son ocasionados por la baja tasa de fertilidad de la mayoría de los hatos de ovinos, agravando esta situación la elevada mortalidad de los corderos, que varía del 12% al 30% (Orcasberro, 1978, Reyna y De Alba, 1978, Arbiza y De Lucas, 1979; citados por De Lucas, 1981), y el lento crecimiento de los mismos. Esto sugiere que la producción de carne puede ser incrementada mejorando aquellos factores que inciden en la cosecha anual de corderos, aunado al adecuado manejo de los mismos.

Desde el punto de vista reproductivo, la producción de corderos puede ser aumentada mediante: a) un incremento en la prolificidad de las borregas al lograr un aumento de la tasa ovulatoria; y b) incrementando la frecuencia de pariciones.

El incremento en la prolificidad del rebaño implica un aumento en la proporción de partos múltiples (Robinson et al, 1977), sin embargo, esta alza desgraciadamente trae como consecuencia una mayor mortalidad de corderos. De esta forma Boaz y Tempest (1975), encontraron una mortalidad de 9%, 8%, 23%, 34% y 54% en camadas de 1 a 5 corderos respectivamente en hembras Scottish Half-Bred super-ovuladas, y 0%, 5%, 26%, 19% y 40% respectivamente en Finnish X Blackface.

Una alternativa para incrementar la producción de corderos la constituye la obtención de más de un parto por año, lo que implica empadrear a las borregas durante el periodo que sucede al parto, que bien puede ocurrir durante la estación natural de anestro. Generalmente las borregas tienen una estación de actividad reproductiva restringida, que se inicia a principios de otoño y termina a fines de invierno, sin embargo, en latitudes por debajo de los

30°, la estación tiende a adelantarse, esto es, de principios de verano, a fines del otoño y principios del invierno (Pi Joan, 1984), variando notablemente entre razas. Sin embargo en los últimos años, se ha despertado el interés por aumentar la duración de la estación de empadre y así poder reducir el intervalo entre partos.

A continuación se describen algunos factores que determinan la estacionalidad reproductiva en las ovejas.

Estacionalidad Reproductiva en los Ovinos

Fotoperiodo.- Se sabe que el fotoperiodo regula la actividad reproductiva de la oveja, determinando así el inicio y finalización de la actividad ovárica en la mayoría de las razas ovinas de importancia económica (Veates, 1949). La estación de actividad reproductiva ocurre, en la mayoría de las razas británicas, en la época del año en que los días luz son más cortos, independientemente del hemisferio donde se haga la observación.

De acuerdo a los trabajos recopilados, es evidente que la duración del día es responsable de la estación natural de empadre. En regiones por encima de los 30° de latitud, la presentación de estros, está inversamente relacionada con la duración del día, coincidiendo el pico de la actividad sexual con los días más cortos (Hafez, 1952).

Los primeros estudios sobre el efecto del fotoperiodo en ovinos, los realizó Marshall (1937), quien al estudiar 21 borregas gestantes de la raza Southdown, transferidas de Inglaterra a Sudáfrica, encontró que parieron en enero, presentando calor en mayo del mismo año. En el año siguiente, la presentación de calores se

adelantó un mes, adelantándose otro mes durante los dos años siguientes, es decir, en el mes de marzo (otoño), lo que es más o menos lo contrario a la época de monta en Inglaterra (septiembre). Esto indica que en estas ovejas se necesitaron dos años para lograr ajustarse a las nuevas condiciones de fotoperiodo, después de la transferencia transecuatorial. En un segundo experimento de este mismo estudio, realizado con 25 hembras de la misma raza llevadas de Inglaterra a Argentina, se encontró que sólo 3 borregas produjeron corderos en un empadre de diciembre, que es cuando se efectuaría el empadre en Inglaterra. Lo contrario ocurrió al empadrear a un grupo de borregas en el mes de julio (época de anestro en Inglaterra), en el que todas las borregas presentaron celo. Esto evidencia el efecto que el fotoperiodo ejerce sobre los centros reguladores del proceso reproductivo en esta especie, indicando además la adaptabilidad de los ovinos a la transferencia transecuatorial.

Algunas otras investigaciones que involucran el fotoestímulo, han servido para demostrar la sensibilidad de la borrega a tales estímulos (Veates, 1949; Radford, 1961 a y b; Thwaites, 1965; Wodzicka-Tomasszewska *et al.*, 1967; Ducker *et al.*, 1970; Ducker y Bowman, 1970 a y b; Williams y Thwaites, 1974; Speedy y Owen, 1975; Hunter y Van Aarde, 1975).

La estacionalidad reproductiva varía según la localización geográfica (particularmente la latitud) en que se encuentren las borregas. Hafez (1952) observó que, en latitudes altas, la estacionalidad reproductiva estaba altamente relacionada con la duración del día, mientras que, a bajas latitudes, la relación era menos pronunciada. A nivel del Ecuador, donde no hay fluctuaciones de las horas luz, el efecto que el fotoperiodo ejerce sobre la actividad sexual es prácticamente nulo, por lo que cualquier variación

en este sentido, estará condicionada a otros factores (probablemente lluvia, las pasturas o la nutrición). En general, la estación sexual será más amplia al nivel del Ecuador, mientras que se va acortando a medida que las borregas son movidas hacia los polos (Marshall, 1937; Hagez, 1952; Hulet et al, 1974). Sin embargo, Beaty y Williams (1971 a y b), trabajando con razas británicas a nivel del Ecuador, observaron que la estacionalidad reproductiva era más restringida que en Inglaterra, variando notablemente entre razas, presentando todas ellas un menor número de celos que en la latitud por encima de los 50° de donde provienen.

En Kenia (10° de latitud) se ha observado que el efecto que ejerce el fotoperiodo sobre la actividad sexual, es poco importante. Anderson (1964) encontró la siguiente distribución de las pariciones a lo largo del año en distintas razas europeas: enero 8.5%; febrero 7.1%; marzo 8.1%; abril 21.0%; mayo 9.6%; junio 6.7%; julio 3.3%; agosto 5.8%; septiembre 6.5%; octubre 15.8%; noviembre 3.3%; y diciembre 4.2%. Aunque la tasa de fertilidad fue baja en las borregas importadas, se puede observar que hay dos picos de parición: uno en abril, y otro en octubre, que pueden corresponder a épocas de empadre con abundancia de forraje.

Los estudios sobre la estacionalidad reproductiva de las ovejas en México, han mostrado gran variación en los resultados, debido, principalmente, a que no se ha utilizado siempre la misma raza, ni la misma metodología. Valencia et al (1978), observaron en 19 hembras de la raza Dorset (mantenidas a 1944' L.N.) cierta tendencia a la estacionalidad reproductiva, presentando más del 50% de las borregas el estro en los meses de junio a febrero, y menos del 50% en los meses de marzo, abril y mayo (40%, 30% y 30% respectivamente). Es importante hacer notar que, en ningún mes, el por-

centaje estuvo por debajo del 30%, lo que sugiere que la estación reproductiva es más amplia en esta latitud geográfica que la reportada, para la misma raza, en zonas más septentrionales (Pijoan y Williams, 1983). Esto puede deberse a que, en el altiplano de México, la variación del día es mínima, siendo de 2.17 horas entre el día más largo y el más corto. Sin embargo, De Lucas *et al* (1983) trabajando con borregas vacas, a lo largo de un año, en la misma latitud, encontraron una estación reproductiva bien definida en las razas Corriedale, Suffolk y Romney, en las que no detectaron actividad sexual en los meses de primavera, observándose sólo en cuatro meses más del 80% de borregas en celo en las primeras, y en cinco meses en la raza Romney. En las razas Criolla y Rambouillet, la estacionalidad reproductiva fue menos marcada, encontrándose borregas en estro a lo largo de todo el año, aunque sólo en siete meses (julio a enero) se tuvieron 80% o más borregas ciclando. En forma similar, se ha observado en ovejas "criollas", localizadas en México a la misma latitud, que más del 60% de las borregas ciclaron en todos los meses del año, presentando, el 100%, estros en los meses de mayo a junio y de octubre a febrero (Valencia *et al*, 1980). Por otro lado, se ha estudiado el comportamiento reproductivo de hembras de la raza Suffolk a la misma latitud, empadradas en diferentes épocas del año, encontrando fertilidades de 89.4%, 85.7%, 74.4%, 79.0% y 92.1% para los periodos de agosto-septiembre, noviembre-diciembre, junio-julio, marzo-abril y noviembre-diciembre respectivamente (Barrón *et al* 1981).

Las borregas Pelibuey, bajo las condiciones ambientales y de fotoperiodo presentenes en el país, parecen no obedecer a la duración del día para mostrar estro. Ortega *et al* (1981) encontraron que el número mensual de partos de enero a diciembre en Tampico, Tamps., Méx. (22°51' L.N.) fue de E-58; F-48; M-21; A-36; M-74; J-48;

J-19; A-13; S-8; O-38; N-39 y D-60. Estos resultados indican que la distribución de partos no es uniforme a través del año, lo que probablemente obedece más a factores nutricionales que al fotoperíodo, puesto que los partos de agosto y septiembre (que son los meses en que ocurrieron menos partos), corresponden a concepciones ocurridas en marzo y abril, que son precisamente los meses de se- gura en esta zona.

Aunque la metodología utilizada en México difiere grandemente de un trabajo a otro, parece ser que el efecto que el fotoperíodo tiene sobre la actividad reproductiva de la oveja, es poco manifiesto, variando dicho efecto probablemente con la raza.

Temperatura.- Aunque la luz es el factor más importante en la regulación de la actividad reproductiva de la oveja, existen otros factores como la temperatura, que pueden ejercer influencia sobre este fenómeno. Las temperaturas parecen inhibir la actividad sexual y aumentar las pérdidas embrionarias, sin embargo, el efecto que la temperatura tiene sobre la duración de la estación de empa- dre no es bien conocido. Dutt y Bush (1955) observaron un adelan- to de 8 semanas al someter a aborregas a bajas temperaturas (7° a 9°C). Por otro lado, el inicio de la actividad reproductiva puede estar asociado alas temperaturas ambientales durante la época de transición de la estación de descanso a la de actividad sexual, de tal forma, que al elevar éstas, el inicio de la actividad podría retra- sarse [Lees, 1966]. Este efecto parece ser más acentuado en las regiones tropicales, en donde las variaciones del fotoperíodo son poco manifiestas [Radford, 1961, b]. Sin embargo, no se ha llegado a una conclusión sobre este aspecto debido a que es difícil separar el efecto del fotoperíodo de la temperatura, ya que éstos se pre- sentan en forma paralela.

Efecto Nutricional.- Se ha visto que el nivel nutricional afecta el comportamiento reproductivo de las ovejas, efecto que puede ser de tipo estático o dinámico (Ratray, 1980). El efecto estático se refiere al efecto que tiene el peso de la borrega, lo cual influye directamente sobre el número de estros (Braden, 1971; Fletcher, 1974) y sobre la tasa ovulatoria (Braden, 1971; Cumming, 1977; Cockrem, 1979; Ratray, 1980). Así, parece existir un peso crítico por debajo del cual las borregas no se reproducen o lo hacen en forma ineficiente (Fletcher *et al.*, 1970). Por otro lado, el efecto dinámico que se refiere a la modificación que sufre el peso de la borrega durante el empadre, altera la eficiencia reproductiva, mejorando con el aumento de peso, y disminuyendo con la pérdida de éste (Cockrem, 1979; Ratray, 1980). Este efecto parece ser más evidente al iniciar y al terminar la época de actividad sexual (Hulet *et al.*, 1974, b). Sin embargo, no se ha podido demostrar algún efecto sobre el inicio de la actividad reproductiva de las borregas (Allen y Laming, 1961).

Presencia del Macho.- Se sabe que la presencia del macho estimula la reanudación de la actividad reproductiva de las borregas cuando éstas se encuentran en el periodo de transición de la época de anestro estacional a la época de actividad sexual, especialmente en razas cuya estación reproductiva es más prolongada (Shinckel, 1954, a y b; Lishman y Lange 1971]. De igual forma, este efecto se presenta al introducir los machos al lote de hembras en primavera, cuando se encuentran en anestro profundo (Oldham *et al.*, 1979). Martín (1979) observó durante la primavera, en borregas de la raza Merino, que el 97% de ellas presentó estro a los 11 días de introducidos los machos, y el 18% a los 4 días, mientras que sólo 21% ovuló a los 11 días en el grupo control.

Parece ser que no sólo la presencia del macho es capaz de estimular la reanudación de la actividad sexual, ya que se ha observado que el olor (feromonas) y el sonido emitido por éstos producen un efecto similar (Watson y Radford, 1960).

III.- CONDICIONES EXPERIMENTALES

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro Experimental Pecuario de Tulancingo, Hgo., y en el del Estado de México ubicado en Toluca, México. En él se realizaron dos experimentos: uno en el que se empadronaron las borregas cada 12 meses; y otro en el que se empadronaron cada 8 meses.

Localización

- a) Centro Experimental Pecuario, Tulancingo, Hgo.: ubicado a 20°21' Latitud Norte; 105° Longitud Oeste; y 2,151 msnm. La diferencia entre el solsticio de verano y el de invierno es de 2.29 hrs., el clima es templado, con una temperatura media anual de 14°C., con presencia de heladas en los meses de otoño e invierno. La distribución de lluvias es de marzo a septiembre, con una precipitación media anual de 593 mm.
- b) Centro Experimental Pecuario, Estado de México (Toluca, Méx.): ubicado a 19°17' Latitud Norte; 99°31' Longitud Oeste; y 2,608 msnm. La diferencia entre el solsticio de verano y el de invierno es de 2.17 hrs. El clima es templado, con una temperatura media anual de 12°C., con presencia de heladas en los meses de abril a octubre, con una precipitación media anual de 800 mm.

Rebaño Experimental

Para el presente estudio se utilizó un rebaño de borregas

de la raza Rambouillet, de distintas edades, empadradas cada 12 meses por un periodo de 2.5 años [septiembre de 1978 a febrero de 1981], y cada 8 meses durante un periodo de casi 3 años [mayo de 1980 a marzo de 1983]. El número y edad de las borregas, usadas en cada empadre, se describe en el Cuadro 1.

Manejo Reproductivo

Al inicio del trabajo, todas las borregas, fueron identificadas con arete y tatuaje, con el objeto de seguir la información a lo largo de todo el estudio. Debido a que se carecía de la información relacionado con la edad de las borregas, esta se calculó por la dentición, y se abrieron trajetas individuales de registro con el número y la edad calculada.

En todos los empadres el manejo fue el mismo, que consistió en la detección de hembras en calor diariamente (a las 8:00 y 16:00 hrs.) mediante el uso de machos con el pene desviado quirúrgicamente. Las montas se dieron al detectar a las hembras en celo y 12 horas después con el mismo semental, el que fue asignado en forma completamente al azar (ambos servicios se consideraron como uno solo). Las hembras que repitieron celo en el siguiente ciclo estral, fueron servidas nuevamente.

El manejo de las borregas y los corderos durante el parto, se concretó a la desinfección del ombligo, el pesaje de la borrega y el cordero, la identificación del cordero con collar y medalla metálica, y a revisar que la borrega tuviera leche y que el cordero mamara el calostro durante las primeras 24 horas. Tanto las borregas como los corderos permanecieron en el paridero de 3 a 5 días, y posteriormente, se juntaron en grupos de 25 borregas aproximada-

Cuadro 1

FECHAS DE EMPADRE Y COMPOSICION DEL REBAÑO USADO EN EL ESTUDIO 1/

<u>EMPADRE</u>	<u>TOTAL</u>	<u>EDAD DE LAS BORREGAS</u>							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1 11 sep - 31 oct 78	203	59	33	82	29	--	--	--	--
2 5 ago - 16 sep 79	214	36	51	30	73	24	--	--	--
3 16 may - 25 jun 80 ^{2/}	203	18	31	49	25	60	20	--	--
4 1 ene - 20 feb 81	217	--	17	40	51	29	58	23	--
5 2 sep - 10 oct 81	200	--	13	40	45	26	55	21	--
6 7 jun - 14 jul 82	196	--	--	13	41	47	23	54	18

1/ Las borregas usadas en todos los empadres son las mismas a excepción de las de un año de edad.

2/ Este empadre se utilizó en el análisis de ambos programas.

mente, por un periodo de 15 a 25 días. Posteriormente, las borregas salieron a pastorear durante el día, y los corderos quedaron confinados. A partir de los 45 días tanto corderos como borregas se mantuvieron en pastoreo durante el día y se confinaron durante la noche.

El destete se realizó entre 80 y 110 días del nacimiento, en el que se registró el peso del cordero y de la borrega. El peso del cordero se ajustó a 90 días según la siguiente fórmula (Avalos, 1978):

$$P.A. 90 = \frac{P.D. - P.N.}{D.L.} \times 90 + P.N.$$

Donde:

- P.A. 90 = Peso Ajustado 90 días
- P.D. = Peso al Destete
- P.N. = Peso al Nacimiento
- D.L. = Días de Lactación

Manejo Alimenticio

Las borregas se mantuvieron en pastoreo durante todo el año a excepción de un periodo de 20 a 30 días posteriores al parto.

En Tulancingo las borregas pastoreaban en praderas artificiales constituidas de rye grass perene (Lolium perene), alta fescue (Festuca elatior) y orchard (Dactylis glomerata) o en praderas de kikuyo (Pennisetum clandestinum) y trebol blanco (Trifolium repens). Se suministró ensilaje de malz como complemento en los meses de invierno. Además se dieron 250 g. diarios por animal de un concen-

trado con 12% de proteína cruda 6 semanas antes y 6 después del parto. Durante el tiempo que permanecieron las borregas en confinamiento, se les alimentó con pradera de corte y ensilaje de maíz.

En Toluca se mantuvieron en pastoreo en praderas naturales de temporal la mayor parte del año, y en rastrojeras de maíz durante los meses de invierno y seña. Las 6 semanas antes y las 6 después del parto se les dio 250 g. de un suplemento formado por sorgo, melaza y gallinaza, conteniendo 12% de proteína cruda. Durante el tiempo que permanecieron las borregas en confinamiento se les alimentó con rastrojo de maíz suplementado con un concentrado a base de sorgo, melaza y gallinaza (12% P.C.).

Tanto en Tulancingo como en Toluca los corderos fueron suplementados con concentrados (14% P.C.) mediante el uso de excluidores de corderos a partir de los 25 días del inicio de las pariciones.

Manejo Sanitario

Todos los corderos se descolaron y los machos se castraron a las 24 horas con elastrador.

El control parasitario se efectuó de acuerdo con el diagnóstico realizado en el laboratorio. Los baños contra la sarna se llevaron a cabo en forma periódica, después de la esquila y antes y después de la época de lluvias.

Criterios de Evaluación

La eficiencia reproductiva se evaluó bajo los siguientes cri-

terios:

Indice de celos = borregas servidas/borregas expuestas X 100

Indice de fertilidad = borregas paridas/borregas expuestas
X 100

Indice de naciencia = corderos nacidos/borregas expuestas
X 100

Indice de procreo = corderos destetados/borregas expuestas
X 100

Indice de concepción = borregas paridas/borregas servidas
X 100

Indice de prolificidad = corderos nacidos/borregas paridas
X 100

Indice de destete - corderos destetados/borregas paridas
X 100

Además se estudió, en las madres, el peso al empadre, al parto y al destete, y en los corderos, el peso al nacimiento y al destete (ajustado a 90 días). En virtud del bajo número de partos gemelares, todos los corderos fueron considerados como nacidos de parto simple.

IV.- EXPERIMENTO I

Introducción

El conocimiento de los parámetros reproductivos de una raza, bajo determinadas condiciones ambientales, particularmente la latitud geográfica es vital en su desarrollo productivo.

La raza Rambouillet ha mostrado tener una larga estación reproductiva (Wiggins et al, 1970; Hulet et al, 1974, b; De Lucas et al, 1983) y en algunos casos se ha visto que ciclan a lo largo de casi todo el año. De esa forma, Wiggins et al (1970) en Alabama (E.U. A.) observaron en 23 borregas vacas de la raza Rambouillet, que en todos los meses de los 4 años que duró su estudio, por lo menos una borrega presentó estro. Sin embargo, hubo grandes variaciones mensuales en el porcentaje de hembras que exhibieron estro. En los 4 años, los meses de otoño fueron en los que se observó mayor actividad reproductiva, pero el mes de mayor actividad varió de un año a otro. En 3 de los 4 años, abril fue el mes en que hubo menor porcentaje de hembras en estro, y julio fue en el otro año, mientras que todos los años el porcentaje de hembras en estro fue menor en el mes de julio que en el de junio. Asimismo, Hulet et al (1974) observaron que la mayor actividad sexual fue en los meses de otoño, y encontraron además que la latitud afectó la estacionalidad, la cual tendió a ser más acentuada en una latitud alta (Idaho) que en una baja (Texas). De igual forma De Lucas et al (1983), observaron en México una estacionalidad reproductiva bien definida en esta misma raza, correspondiendo a los meses de otoño la mayor actividad estral.

La raza Rambouillet se caracteriza por ser poco prolífica aunque su fertilidad es similar a la de otras razas. Glimp (1971), observó una fertilidad en esta raza de 88%, que fue similar a la de las razas Suffolk, Hampshire y Targhee, y algo superior a la de la Corriedale. Asimismo, Dickerson y Glimp (1975) encontraron una fertilidad promedio en 9 razas, incluyendo a la Rambouillet, de 83.7%, siendo la de ésta de 76.8%. Esta fertilidad parece ser baja, sin embargo, fluctuó de 90.5% en el primer año a 72.6% en el segundo, 80.3% en el tercero y 63.6% en el cuarto.

La prolificidad encontrada por Glimp (1971) en la raza Rambouillet fue de 141%, mientras en la raza Suffolk fue de 182%, en la Hampshire de 169%, en la Targhee de 171% y en la Corriedale de 163%. De igual forma Dickerson y Glimp (1975) observaron que la menor fertilidad de las 9 razas que involucró su estudio, correspondió a la raza Rambouillet (144%), en tanto las más altas las observaron en la raza Suffolk y Dorset (161% y 155% respectivamente).

Por otro lado se ha visto que la edad de las borregas produce cambios importantes en su eficiencia reproductiva. De esta forma Dickerson y Glimp (1975) observaron que la máxima fertilidad se obtenía con borregas de 4 y 5 años, y la menor en borregas de 1 año. Similares resultados fueron encontrados por Sidwell y Miller (1971), quienes encontraron en 5 razas y sus cruizas, que las borregas de 3 a 7 años de edad fueron las que presentaron la mayor fertilidad, en tanto las de 2 y 8 ó más años la menor. Otros autores han encontrado resultados semejantes, aunque las diferencias no son tan acentuadas (Sidwell et al 1972; Turner y Dolling, 1965; Mullaney y Brown, 1970; Atkins, 1981). Asimismo, la prolificidad sigue una tendencia parecida, lo cual ha sido observado por Sidwell et al (1962), Glimp (1971), Sidwell y Miller (1971) y Dickerson y Glimp (1975), en di-

versos grupos raciales. En general se ha encontrado que la proli-
ficidad tiende a aumentar con la edad, aunque no hay un acuerdo ge-
neral sobre cuál es la edad a la que se alcanza la máxima proli-
ficidad, que podría ser entre 5 y 8 años, y no parece ser que esto
ocurra antes. Por otro lado las borregas de un año tienden a pro-
ducir corderas más ligeras, lo que se debe a que éstas en general
son también más ligeras que sus compañeras adultas y tienden a pro-
ducir menos leche y, por lo tanto, a destetar corderos de menor pe-
so (Karam et al, 1971; Navrogenis y Louca, 1979).

En México no existe información disponible sobre la eficiencia
reproductiva de la raza Rambouillet, a pesar de ser la más difun-
dida, principalmente en los estados del norte del país, por lo que
es indispensable la realización de estudios destinados a este fin.

Objetivos

Estudiar los diversos parámetros reproductivos de ovejas de la raza Rambouillet, de distintas edades, empadradas cada 12 meses, durante 3 años consecutivos, en el Altiplano de México.

Material y Métodos

La metodología general utilizada, ha sido descrita anteriormente en el Capítulo de Material y Métodos Generales, por lo que aquí sólo se hará mención al material y método utilizado específicamente en este experimento.

Se utilizó un rebaño de borregas de la raza Rambouillet que se sometió a empadres cada 12 meses, durante un periodo de 3 años. El primer empadre se efectuó del 11 de septiembre al 31 de octubre de 1978, con 202 borregas de 1 a 4 años de edad; el segundo se realizó del 5 de agosto al 16 de septiembre de 1979, con 214 borregas de 1 a 5 años de edad; el tercero se llevó a cabo del 16 de mayo al 25 de junio de 1980, con 203 borregas de 1 a 6 años de edad. Las borregas utilizadas en los tres empadres fueron las mismas, y la variación en el número de ellas se debe a la introducción de borregas de 1 año en los empadres 2 y 3, y a la salida de 24 y 29 borregas de distintas edades en los empadres 1 y 2. La salida de estas borregas, en ambos años, se debe a mortalidad y otras causas que no están relacionadas con el comportamiento reproductivo.

El estudio se llevó a cabo en el Centro Experimental Pecuario de Tulancingo, Hgo., excepto los partos y lactancia correspondientes al empadre de 1980, que ocurrieron en el Centro Experimental Pecuario del Estado de México ubicado en Toluca, Méx..

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el siguiente modelo:

$$y_{ijk} = u + P_i + E_j + PE_{ij} + r_{ijk}$$

Donde:

y_{ijk} = variable dependiente

u = promedio general

P_i = efecto fijo del año de empadre ($i = 1978, 1979, 1980$)

E_j = efecto fijo de la edad de la borrega al momento del empadre ($j = 1, 2, 3, 4$ ó más años)

PE_{ij} = efecto de la interacción entre el año de empadre y la edad de las borregas

r_{ijk} = efecto residual aleatorio, ocasionado por todos los efectos no especificados en el modelo.

En el estudio, la mayor parte de las borregas estuvieron presentes en los 3 empadres, pero con distinta edad. De cualquier forma, se supuso independencia de los errores.

Los datos se analizaron por el método de mínimos cuadrados de acuerdo al programa ANOVA de la biblioteca SPSS en una minicomputadora Hewlett-Packard modelo 3000 (Nie, 1975).

Resultados

En el Cuadro 2 se resumen los resultados de los cambios de peso de las borregas a través del ciclo reproductivo, y de los corderos desde el nacimiento hasta el destete (ajustado a 90 días). El peso promedio general de las borregas al momento del empadre fue de 43.44 kg., al parto (post-parto) de 47.40 kg. y, al destete, de 45.31 kg. El peso de los corderos al nacimiento fue de 4.57 kg. y, al destete, de 22.65 kg.. El análisis de varianza (Cuadro 3) mostró efecto del año de empadre sobre el peso de las borregas al empadre (P<.01), al parto (P<.05) y al destete (P<.001). La edad de la borrega afectó (P<.001) todos los registros de peso, tanto de las borregas como de los corderos. La interacción de ambos factores (año de empadre X edad) afectó significativamente el peso de las borregas al empadre (P<.05), al parto (P<.01) y al destete (P<.05). En el peso de los corderos no se detectaron efectos atribuibles a la interacción de las dos variables (P<.05).

En el Cuadro 4 se muestran los cambios de peso de las borregas en los distintos años de empadre y en las diferentes etapas reproductivas. El peso al empadre fue menor (P<.01) en el año de 1978 (41.98 kg.) en comparación con los otros años (44.12 kg. y 44.43 kg. en 1979 y 1980). Una tendencia parecida siguió el peso al parto, que fue menor (P<.05) en el empadre de 1978 (46.48 kg.) que en el de 1979 (48.51 kg.), aunque igual al de 1980 (47.15 kg.). El peso al destete mostró una tendencia contraria a la mostrada por el peso al empadre, siendo el peso menor (P<.001) en el año 1980 (40.20 kg.) en comparación con los otros dos (47.87 kg. y 47.31 kg. en 1978 y 1979). El peso de los corderos al nacimiento fue mayor (P<.001) en

Cuadro 2

ESTADÍSTICAS GENERALES DE LOS PESOS DE LAS BORREGAS Y CORDEROS

<u>VARIABLE</u>	<u>n</u>	<u>\bar{x}, kg.</u>	<u>D.E.</u>	<u>C.V. %</u>
Peso de las borregas				
Empadre	584	43.44	6.71	15.45
Parto	496	47.40	6.41	13.53
Destete	420	45.31	6.42	14.16
Peso de los corderos				
Nacimiento	495	4.57	0.73	16.08
Destete	416	22.65	3.37	14.87

n = número de observaciones

\bar{x} = promedio general

D.E. = Desviación Estacional calculada a partir del cuadrado medio residual del modelo

C.V. = Coeficiente de Variación

Cuadro 3

ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO DE LAS BORREGAS Y CORDEROS

	FUENTE DE VARIACION								
	AÑO DE EMPADRE		EDAD DE LAS BORREGAS		INTERACCION AÑO X EDAD		RESIDUAL		R ² , %
	g.l.	C. M.	g.l.	C. M.	g.l.	C. M.	g.l.	C. M.	
Peso de las borregas									
Empadre	2	297.658**	3	3579.342***	6	115.690*	572	45.067	33.6
Parto	2	162.193*	3	796.244***	6	126.245**	484	41.115	12.7
Destete	2	2502.131***	3	521.467***	6	105.495*	408	41.191	26.0
Peso de los corderos									
Nacimiento	2	6.268***	3	6.115***	6	0.200	483	0.540	9.5
Destete	2	1155.497***	3	112.562***	6	3.220	404	11.350	36.4

g.l. = grados de libertad

C.M. = Cuadrado Medio

* = P < 0.05

** = P < 0.01

*** = P < 0.001

R² = Coeficiente de determinación

Cuadro 4

PESO PROMEDIO DE LAS BORREGAS Y CORDEROS EN DISTINTAS ETAPAS
FISIOLÓGICAS DE ACUERDO CON EL AÑO DE EMPADRE, KG.

	AÑO DE EMPADRE		
	1978	1979	1980
<i>Peso de la borrega</i>			
Empadre	(209) 41.98 ± 0.46	(215) 44.12 ± 0.46	(160) 44.43 ± 0.53
Parto	(158) 46.48 ± 0.51	(170) 48.51 ± 0.49	(168) 47.15 ± 0.49
Destete	(150) 47.87 ± 0.52	(147) 47.31 ± 0.53	(123) 40.20 ± 0.58
<i>Peso de los corderos</i>			
Nacimiento	(158) 4.69 ± 0.06	(170) 4.68 ± 0.06	(167) 4.34 ± 0.06
Destete	(148) 23.38 ± 0.28	(147) 24.87 ± 0.28	(121) 19.06 ± 0.31

* = Error Estandar

() = número de observaciones

Los años 1978 [4.69 kg.] y 1979 [4.68 kg.] en relación a los pesos de 1980 [4.34 kg.], mientras que los pesos de los corderos al destete fueron mayores (P .001) en el año 1979 [24.87 kg.], intermedio en el año de 1978 [23.38 kg.] e inferiores en 1980 [19.06 kg.].

En el Cuadro 5 se muestran los cambios de peso de las borregas de diferentes edades y estados fisiológicos, así como el peso al nacimiento y al destete de sus crías. En general el peso de las borregas de un año fue inferior (P<.001) al peso registrado por las borregas de mayor edad, tanto durante el empadre [34.91 kg., 43.18 kg., 44.22 kg. y 46.87 kg.], como al parto [42.09 kg., 47.67 kg., 48.24 kg. y 48.76 kg.] y al destete [40.59 kg., 45.68 kg., 46.22 kg. y 46.25 kg. en borregas de 1 a 4 años respectivamente].

Por otro lado, el peso al nacimiento fue menor (P<.001) en los corderos de las borregas de un año de edad (4.10 kg.), en comparación con los corderos de las borregas de mayor edad (4.59 kg., 4.66 kg. y 4.68 kg. para las borregas de 2, 3 y 4 años). Una tendencia parecida se encontró en el peso de los corderos al destete en el que las borregas de un año destetaron corderos significativamente (P<.001) más ligeros [20.57 kg.] que las borregas de 2, 3 y 4 años [23.47 kg., 23.12 kg. y 22.66 kg.].

Los resultados de la eficiencia reproductiva de borregas Rambouillet se muestra en el Cuadro 6. Se analizaron 619 registros correspondientes a 202, 214 y 203 borregas expuestas a los sementales en los años 1978, 1979 y 1980 respectivamente.

Los resultados generales de la eficiencia reproductiva fueron: Índice de celos: 94%, fertilidad: 81%, Índice de concepción: 86%, Índice de nacencia: 90%, Índice de prolificidad: 112%, Índice de

Cuadro 5

PESO PROMEDIO* DE LAS BORREGAS Y CORDEROS EN DISTINTAS ETAPAS
FISIOLÓGICAS DE ACUERDO CON LA EDAD DE LAS BORREGAS AL MOMENTO
DEL EMPADRE, KG.

	E D A D D E L A B O R R E G A (AÑOS)							
	1		2		3		4	
Peso de la borrega								
Empadre	(115)	34.91 ± 0.63	(103)	43.18 ± 0.66	(150)	44.22 ± 0.55	(216)	46.87 ± 0.46
Parto	(73)	42.09 ± 0.75	(98)	47.67 ± 0.65	(139)	48.24 ± 0.54	(186)	48.71 ± 0.47
Destete	(61)	40.59 ± 0.82	(81)	45.68 ± 0.71	(120)	46.22 ± 0.59	(158)	46.25 ± 0.51
Peso de los corderos								
Nacimiento	(72)	4.10 ± 0.09	(98)	4.59 ± 0.07	(139)	4.66 ± 0.06	(186)	4.68 ± 0.05
Destete	(60)	20.57 ± 0.43	(81)	23.47 ± 0.37	(119)	23.12 ± 0.31	(156)	22.66 ± 0.27

* = Error Estandard

() = número de observaciones

Cuadro 6

ESTADÍSTICAS GENERALES DE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE LAS
BORREGAS

	<u>n</u>	<u>\bar{x}, %</u>	<u>D.E.</u>	<u>C.V. %</u>
I. Celos	619	94	2.38	2.53
I. Fertilidad	619	81	3.91	4.83
I. Concepción	580	86	3.46	4.03
I. Nacencia	619	90	5.23	5.81
I. Prolificidad	499	112	3.24	2.89
I. Procreo	619	73	5.39	7.38
I. Destete	499	91	4.54	4.99

n = número de observaciones

\bar{x} = promedio general

D.E. = Desviación Estandar calculada a partir del cuadrado medio residual del modelo

C.V. = Coeficiente de Variación

procreo: 73%, e Índice de destete: 91%. Para cada uno de los parámetros evaluados se estudiaron efectos de año de empadre y de la edad de las borregas al momento del empadre, así como la interacción de los dos efectos (Cuadro 7). El año de empadre sólo afectó el Índice de destete ($P < .001$) y, consecuentemente, el de procreo ($P < .01$), mientras que la edad de la borrega afectó ($P < .05$) todos los parámetros a excepción del Índice de concepción. La interacción del año de empadre con la edad no fue significativa ($P > .05$) en ninguno de los parámetros estudiados.

El efecto del año de empadre se muestra en el Cuadro 8. El año de empadre mostró un efecto altamente significativo ($P < .001$) sobre el Índice de destete, disminuyendo en el empadre de 1980 (76%) en comparación con los empadres de 1978 y 1979 (104% y 94%). Asimismo, el Índice de procreo sufrió una disminución ($P < .01$) en el año 1980 (83%, 75% y 61% para los años 1978, 1979 y 1980 respectivamente), en el que el nacimiento y el destete ocurrieron en Toluca, Méx..

El efecto de la edad de las borregas sobre el comportamiento reproductivo de las borregas se muestra en el Cuadro 9. Los Índices de celos y de fertilidad fueron menores ($P < .001$) en las borregas de un año, en comparación con las de más edad; sin embargo, en la tasa de concepción no se detectaron diferencias estadísticas ($P > .05$) debido al efecto de la edad, aunque tendió a ser inferior en las borregas de un año. Asimismo, los Índices de nacencia y de procreo aumentaron con la edad de las borregas ($P < .001$), obteniéndose los mayores Índices en las de 3 y 4 años. De manera similar, la prolificidad tendió a variar con la edad ($P < .01$) siendo menor en las borregas de 1 y 2 años (104% y 105%) en comparación con las de 4 años (118%) en tanto que las de 3 años fueron intermedias (115%).

Cuadro 7

ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE
LAS BORREGAS

	FUENTE DE VARIACION									
	ANO DE EMPADRE		EDAD DE LAS BORREGAS		INTERACCIÓN ANO X EDAD		RESIDUAL		R^2 , %	
	g.l.	C. M.	g.l.	C. M.	g.l.	C. M.	g.l.	C. M.		
	I. Celos	2	0.041	3	0.439***	6	0.011	607		0.057
I. Fertilidad	2	0.017	3	1.015**	6	0.073	607	0.153		3.3
I. Concepción	2	0.003	3	0.298	6	0.070	568	0.120	1.3	
I. Nacimiento	2	0.039	3	2.062***	6	0.336	607	0.274	3.4	
I. Prolifícidad	2	0.104	3	0.545**	6	0.144	487	0.105	3.5	
I. Procreo	2	2.183**	3	2.206***	6	0.361	607	0.291	5.0	
I. Destete	2	3.060***	3	0.711*	6	0.234	487	0.206	6.5	

g.l. = grados de Libertad

C.M. = Cuadrado Medio

* = $P < 0.05$ ** = $P < 0.01$ *** = $P < 0.001$ R^2 = coeficiente de determinación

Cuadro 8

EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE BORREGAS RAMBOUILLET DURANTE
TRES CICLOS REPRODUCTIVOS *.

	AÑO DE EMPADRE		
	1978	1979	1980
Expuestas (n)	(202)	(214)	(203)
I. Celos, %	93 ± 1.68	94 ± 1.63	96 ± 1.68
I. Fertilidad, %	80 ± 2.75	80 ± 2.67	82 ± 2.74
I. Nacencia, %	89 ± 3.68	92 ± 3.58	89 ± 3.68
I. Procreo, %	83 ± 3.80	75 ± 3.69	61 ± 3.79
Señadas (n)	(184)	(200)	(196)
I. Concepción, %	87 ± 2.55	86 ± 2.45	86 ± 2.47
Paridas (n)	(160)	(171)	(168)
I. Prolifricidad, %	111 ± 0.0256	115 ± 0.0248	110 ± 0.0250
I. Destete, %	104 ± 0.0359	94 ± 0.0347	76 ± 0.0350

* ± Promedio ± error estándar.

Cuadro 9

EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE BORREGAS RAMBOUILLET DE DISTINTAS
EDADES AL MOMENTO DEL EMPADRE *

	EDAD (AÑOS)			
	1	2	3	4
Expuestas (n)	(113)	(114)	(161)	(231)
I. Celos	84 ± 2.25	96 ± 2.24	96 ± 1.88	96 ± 1.57
I. Fertilidad	67 ± 3.68	86 ± 3.66	87 ± 3.08	81 ± 2.57
I. Nacencia	69 ± 4.92	90 ± 4.90	97 ± 4.13	95 ± 3.44
I. Procreo	51 ± 5.07	74 ± 5.05	80 ± 4.25	79 ± 3.55
Servidas (n)	(94)	(109)	(154)	(223)
I. Concepción	80 ± 3.57	90 ± 3.32	90 ± 2.79	84 ± 2.32
Paridas (n)	(75)	(98)	(139)	(187)
I. Prolificidad	104 ± 0.0374	105 ± 0.0327	113 ± 0.0275	118 ± 0.0237
I. Destete	78 ± 0.0524	86 ± 0.0458	92 ± 0.0385	98 ± 0.0332

* = Promedio ± error estandar

El índice de destete siguió una tendencia ($P < .05$) a aumentar con la edad de las borregas (78%, 86%, 92% y 98% para borregas de 1, 2, 3 y 4 años respectivamente).

Discusión

El peso de las borregas al empadre tendió a ser menor en el año 1978 (Cuadro 4), lo que podría atribuirse a la alimentación, sin embargo, el peso al destete fue inferior en el ciclo 1980, lo que se debió a que, en ese año, las borregas parieron y lactaron en Toluca, en donde las condiciones de alimentación era inferiores a las de Tulancingo, Hgo., donde se efectuó el resto de este primer experimento. Como un reflejo de esto, los menores pesos de los corderos al nacimiento y destete se registraron en el año 1980.

Por otro lado, la edad de las borregas afectó el peso de las borregas. Como puede apreciarse en el Cuadro 5, la ganancia de peso durante la gestación tendió a disminuir con la edad, siendo las de un año las que ganaron más peso, lo que puede deberse a que las borregas de un año no habían alcanzado, al momento del empadre, el peso adulto, por lo que, durante la gestación, además de ganar peso por crecimiento fetal, también ganaron peso debido al propio crecimiento. Asimismo, las borregas de un año produjeron corderos más ligeros, tanto al nacimiento como al destete, lo que coincide con la literatura disponible, en el sentido de que las borregas de un año, además de ser más ligeras, tienden a producir menos leche y, por lo tanto, a destetar corderos de menor peso que sus compañeras de más edad (Karam *et al* 1971; Mavrogenis y Louca, 1979).

Dado que todas las borregas que fueron detectadas en celo por los machos marcadores fueron servidas, el porcentaje de celos es un reflejo de la actividad reproductiva del rebaño. En general, los resultados obtenidos a lo largo de tres empadres (94% de hembras ser-

vidas), son elevadas y coinciden con lo encontrado por De Lucas et al (1983). Estos autores estudiaron, en la misma latitud geográfica, la estacionalidad reproductiva de borregas de cinco razas y encontraron que el 90% o más de las hembras mostraron celo en los meses de julio a noviembre, variando la amplitud de la estación sexual entre razas, correspondiendo a las borregas de los genotipos Criollo y Rambouillet las épocas más prolongadas de actividad sexual. De igual forma Sahni et al (1976) observaron, en la misma raza, alrededor del 87% de hembras en estro durante el otoño, bajo condiciones semidrídas en la India. Asimismo, Shelton y Klindt (1975) en Texas (E.U.A.) y Hulet et al (1974, a) en Texas e Idaho (E.U.A.), observaron resultados similares con la misma raza.

En México las borregas de la raza Rambouillet presentan cierta estacionalidad, a pesar de ello, una proporción muestra cierta tendencia a ciclar a lo largo de todo el año (De Lucas et al, 1983), lo que indica que, en esta raza, no parece haber problemas de falta de celos en cualquier época del año. Por otro lado, estos autores observaron que, en el mes de mayo, sólo el 15% de las borregas presentaron estro, y 30% en el mes de junio, lo que difiere de los resultados de este estudio, ya que, en este mismo mes, se detectaron al 96% de hembras en celo (empadre de 1980) y no es diferente a lo observado en los otros empadres realizados uno a fines de primavera y el otro a principios de otoño, época de máxima incidencia de celos en esta raza (De Lucas et al, 1983). La elevada actividad sexual mostrada por las ovejas de este estudio en estos meses puede ser resultado de la estimulación provocada por la introducción súbita de los machos con las hembras, fenómeno estudiado, anteriormente, por Shínckel (1954, a y b) y Martín (1979), quienes han observado un adelanto en la reanudación de la actividad reproductiva de las borregas, al introducir a los machos en forma súbita al rebaño de hembras

durante el periodo de transición de la época de anestro a la época de actividad sexual, lo que parece no ocurrir cuando los machos se encuentran continuamente con las hembras, como ocurrió en el trabajo de De Lucas et al (1983).

La fertilidad es uno de los principales criterios de evaluación reproductiva. El promedio general obtenido en los 3 empadres fue de 81%. Otros autores han obtenido resultados similares trabajando con diversas razas: a) Rambouillet: de 77% a 88% (Glimp, 1971; Dickerson y Glimp, 1975); b) Merino: de 79% a 92% (Dun et al, 1960; Sidwell et al, 1962; Turner y Dolling, 1965; Mullaney y Brown, 1970; Atkins, 1980); c) Corriedale: de 72% a 91% (Mullaney y Brown, 1970; Glimp, 1971; Dickerson y Glimp, 1975; Martínez et al, 1984; Martínez et al, 1985) y; d) Suffolk: de 82% a 88% (Glimp, 1971; Dickerson y Glimp, 1975). Como se puede observar, la fertilidad de las borregas utilizadas en el presente estudio, se asemeja a la observada en otras razas productoras de lana y doble propósito (Merino y Corriedale).

La prolificidad promedio anual de las borregas, a lo largo de 3 años, fue de 112%, cifra baja si la comparamos con los valores obtenidos por otros autores en la misma raza. Dickerson y Glimp (1975) observaron una prolificidad de 149% en nueve razas, siendo en la Rambouillet de 144%, mientras Glimp (1971) habla observado una prolificidad de 141% en siete razas, incluyendo a la Rambouillet, la que tuvo una prolificidad de 124%. Por otro lado, Sidwell y Miller (1971) observaron en cinco razas ovinas (sin incluir a la Rambouillet) una prolificidad de 163%, mientras Sidwell et al (1962) hablan observado prolificidades de 140%, en donde la raza Merino tuvo un valor de 130%. Dado que en ninguno de estos trabajos, al igual que en el presente, se utilizó la sobrealimentación como medio para au-

mentar la tasa ovulatoria y, como consecuencia, la prolificidad, los resultados sugieren que los datos obtenidos en el presente trabajo son bajos, no obstante ser la raza Rambouillet una raza poco prolífica, como lo señalan los trabajos antes mencionados.

El Índice de destete es el reflejo de la proporción de corderos nacidos y de la mortalidad de los mismos durante la lactancia. En el presente estudio se obtuvo un Índice de destete de 91%, mientras Dickerson y Glimp [1975] obtuvieron 104% en la misma raza. No obstante que la mortalidad de corderos (21%) fue menor a la reportada por estos autores (28%), el Índice de destete siguió siendo inferior, debido, esencialmente, a la baja prolificidad de las borregas usadas en este estudio.

La proporción de crías destetadas disminuyó con los años, siendo más acentuado en el último año, lo que se pudo deber al hecho de haber sido transportadas las borregas de Tulancingo, Hgo., a Toluca, Méx., durante la gestación, de tal forma que, los partos y el crecimiento de los corderos, ocurrieron en este último lugar, en el que las condiciones fueron menos favorables, particularmente las alimenticias. Además esto ocurrió en los meses de octubre-noviembre, llevándose a cabo la lactancia y el crecimiento de los corderos en los meses de invierno, época en la que se registran las temperaturas más bajas del año. Se sabe que una de las principales causas de mortalidad de corderos es la excesiva pérdida de calor (Eales *et al.*, 1982); debido a las bajas temperaturas ambientales durante el nacimiento. Debido a esto, la comparación entre años de los Índices de destete y procreo que se muestran en el Cuadro 8 no son totalmente válidos estadísticamente, ya que, las diferencias, no sólo se deben al año, sino también a una serie de factores no controlados y que no pudieron ser incluidos en el modelo estadístico.

La edad de las borregas afectó la fertilidad, siendo menor en las de un año que en las de más edad (Cuadro 9), lo que coincide con los resultados obtenidos por Dickerson y Glimp (1975), quienes encontraron la menor fertilidad en las borregas de un año y la máxima en las de 4 ó 5 años. Otros autores han encontrado resultados similares, aunque en algunos de estos trabajos, las diferencias no son tan acentuadas (Sidwell *et al.*, 1962; Turner y Dolling, 1965; Mullaney y Brown, 1970; Sidwell y Miller, 1971; Glimp 1971; Atkins, 1981). Por un lado, la proporción de borregas de un año que mostraron estro fue inferior a la de las borregas de más edad (84% vs. 96%) y, por otro lado, el índice de concepción tendió, de igual forma, a ser menor en las primeras (80% vs. 88%), por lo que las diferencias de fertilidad entre las borregas de un año y las adultas se hacen tan marcadas (67% vs. 85%). De igual forma, la prolificidad siguió una tendencia a ser mayor conforme aumentaba la edad de las borregas, fenómeno observado por Sidwell *et al.* (1962), Glimp (1971), Sidwell y Miller (1971) y Dickerson y Glimp (1975), quienes han observado que la prolificidad tiende a aumentar con la edad. Sin embargo, existen discrepancias entre los diversos autores sobre cuál es la edad en la que se obtiene la máxima prolificidad, que varía de los 5 a los 8 años y no parece ser que esto ocurra antes. Esta tendencia puede ayudar a explicar la baja prolificidad obtenida en este estudio, puesto que se usaron, en su mayoría, borregas de 1 a 4 años de edad, mientras en otros estudios se usaron borregas de 2 a 9 años.

El índice de procreo siguió la misma tendencia como consecuencia de la fertilidad y la prolificidad, además de haberse registrado una mayor mortalidad en los corderos de las borregas de un año, en las que ascendió a 25%, mientras que en las de 2, 3 y 4 años fue de 18%, 17% y 17% respectivamente.

En general, la eficiencia reproductiva mostrada por las borregas fue buena, aunque el índice de procreo, que en gran parte es el resultado de la prolificidad y mortalidad, fue bajo, lo que se podría mejorar mediante la aplicación de tecnología encaminada a aumentar la tasa ovulatoria y reducir la mortalidad de corderos.

V.- EXPERIMENTO 2

Introducción

Presentación de la Ovulación y el Estro Postparto:

Se ha visto que las borregas recién paridas y durante la lactación pasan por un periodo de anestro. Sin embargo, es bastante consistente la observación de un estro pocas horas después del parto, aunque no se vea acompañado de ovulación. De esta forma Barker y Wiggins (1964), observaron que en un 9% de las hembras, se mostraba la presencia del estro entre 15 y 17 horas después del parto, encontrándose en todas ellas ovarios prácticamente libres de desarrollo folicular, por lo cual dedujeron que este primer estro postparto no se acompaña de ovulación. Miller y Wiggins (1964) encontraron como único signo de estro en borregas recién paridas la secreción de moco cervical, no aceptando ninguna de estas hembras al macho, ocho de las cuales fueron laparatomizadas al día siguiente de la aparición de la secreción, encontrándose en todas ellas la presencia de cuerpo hemorrágico, signo de reciente ovulación; sin embargo, la fertilidad de las borregas en este momento fue prácticamente nula.

La reducción del intervalo entre partos, depende, principalmente, del tiempo que transcurre entre el parto y la nueva concepción, lo cual dependerá de diversos factores tales como la época del año en que ocurra el parto (Hafez, 1952), la lactación (Kann y Martinet, 1975), la nutrición (George, 1973), la edad de la borrega (Hunter y Van Aarde, 1975) y el estímulo del macho (Mallampati et

al, 1971). En seguida se describe la importancia y el efecto que ejercen estos factores en la presentación del primer estro fértil post-parto en las ovejas.

Fotoperiodo

La duración del anestro postparto depende, principalmente, de la época del año en que ocurra el parto y se ha observado que es el fotoperiodo el principal factor ambiental que influye sobre este fenómeno. Hafez (1952) observó que las borregas generalmente se encontraban lactantes durante la estación natural de anestro y que, esto último era la razón que impedía empadrearlas en un corto periodo postparto. Mallampati et al (1971) observaron que el anestro postparto era más largo cuando los partos ocurrían en la época de anestro natural (primavera), que cuando éstos ocurrían en la estación reproductiva (otoño). Esto concuerda con el intervalo más corto entre el parto y el primer estro encontrado por Whiteman et al (1972) para la época de otoño (44 días) en comparación con la primavera (66 días). Hunter y Van Harde (1973), mencionan que cuando los partos sucedieron cerca del pico de la estación reproductiva, o sea en otoño, cuando las causas estacionales de anestro son mínimas, el primer estro postparto ocurrió durante las primeras 5 a 8 semanas, por el contrario cuando las hembras parieron en otra época (primavera e invierno), el intervalo entre el parto y el primer estro fue mayor, lo que, presumiblemente, es el resultado del efecto de la estacionalidad reproductiva más que del puerperio. De igual forma, Sefidbakht et al (1977), encontraron un menor intervalo entre partos en borregas paridas en otoño (187.9 días) en comparación con aquellas paridas en primavera (251.0 días), producto del menor intervalo entre el parto y la concepción ocurrida en el otoño; la tasa de concepción fue mayor en el otoño que en la pri-

mavera (73% vs. 50%). Asimismo, Whiteman et al (1972) encontraron una mayor tasa de concepción en las hembras paridas en otoño (71%) en comparación con las hembras paridas en primavera (23%). La razón endocrinológica de esta variación aún no es muy clara, aunque se ha observado que el incremento en la secreción de la hormona luteinizante (LH) después de la ovariectomía fue más rápida en las borregas paridas en otoño que en las borregas paridas en primavera, lo que sugiere que, durante la estación reproductiva, el eje hipotálamo-hipofisario, juega un importante papel en la eliminación del control ejercido por los esteroides ováricos (Ford, 1979). Esto puede ayudar a explicar la tendencia, por parte de las borregas paridas en otoño, a mostrar un periodo de anestro postparto más corto.

Efecto de la lactación

Kann y Martinet (1975), al estudiar el efecto de la lactancia y el mameo sobre la actividad ovárica, observaron que, en borregas denervadas de la ubre, el estímulo del mameo de los corderos, no fue seguido de un reflejo normal de descarga de prolactina, presentando ovulaciones silenciosas y ovulaciones con estro en un periodo postparto más corto que aquellas no operadas. Foote y Hulet (1970), observaron la presentación de estros en el 100% de las borregas mastectomizadas en un periodo de 37,4 días después del parto, mientras que las borregas no operadas, sólo el 25% presentó celo en un intervalo de 59 días. Estos resultados establecen que es el efecto del mameo y no la lactación en sí lo que inhibe la reanudación de la actividad ovárica, lo que concuerda con las observaciones de Fletcher (1971), quien encontró una correlación baja, pero significativa ($r = .48$), entre la frecuencia del mameo y la duración del anestro postparto durante las dos primeras semanas, aun-

que, después de este periodo, la correlación no fue significativa. González et al [1981] encontraron en la raza Westafrican, que el intervalo parto-primer servicio, varió con el estado lactacional de las ovejas, siendo menor en las hembras que no lactaron a sus crías que en las que lactaron una o dos crías (45.8%; 58.6% y 83%). De igual forma, la prolificidad tendió a variar en el mismo sentido (1.23%; 1.15%; 1.08%). Esto concuerda con la menor fertilidad de las borregas Ile-de France que lactaron dos corderos, en comparación con las que lactaron un solo cordero (48% y 61% respectivamente), cuando fueron inducidas a estro a los 43 y 70 días postparto (Cognie et al, 1975).

Por otro lado, el efecto lactacional sobre el anestro postparto, está fuertemente influenciado por la época de parición, de esta forma, Whiteman et al [1972] encontraron mayor número de hembras que presentaron estro, en borregas paridas en primavera que no criaron a sus corderos, que en aquellas que permanecieron lactantes, teniendo, estas últimas, un periodo de anestro más prolongado que las borregas no lactantes. Sin embargo, estas diferencias no fueron detectadas en hembras que parieron durante el otoño. Asimismo, Hunter y Van Aarde [1975], obtuvieron, en borregas paridas en primavera, un periodo de anestro postparto mayor en las hembras lactantes que en las no lactantes (56.3 y 42.1 días respectivamente). Por otro lado, estos mismos autores [1973], no encontraron ningún efecto de la lactación sobre la reanudación de la actividad ovdárica en verano, otoño o invierno. Esto concuerda con las observaciones de Hunter [1971], quien, con hembras de la raza Merino y Mutton Merino x Border Leicester (cuyas estaciones reproductivas comienzan a fines de primavera y verano respectivamente) paridas durante la segunda mitad de octubre y mantenidas con sus crías por 6 semanas o por 13-15 semanas, no encontró diferencias en el inter-

valo parto-primer celo atribuibles a la duración de la lactación. Presumiblemente, el largo periodo de anestro postparto (117 días), se debió a factores estacionales y, probablemente, no estuvo influenciado por la lactación.

A pesar de que existen diferencias en el reinicio de la actividad reproductiva después del parto, hay una tendencia de un cierto porcentaje de hembras lactantes a presentar estro, lo que puede estar más condicionado por la época en que ocurra el parto, que por el efecto de la lactancia per se.

Factores Nutricionales

Hunter (1968) revisó el efecto que la nutrición tiene en la duración del anestro postparto. En general, menciona que borregas sujetas a niveles pobres de alimentación durante el último tercio de la gestación, tienden a presentar un periodo de anestro más prolongado que aquellas que han sido alimentadas en forma adecuada. La alimentación durante la lactancia parece tener un efecto similar.

Posteriormente, George (1973), encontró un marcado efecto del plano nutricional durante la lactancia sobre este fenómeno, siendo menor el periodo de anestro postparto en las borregas sujetas al plano nutricional alto (8 borregas/ha) que en el plano nutricional intermedio y bajo (12 y 16 borregas/ha.). Sin embargo, esta tendencia sólo se presentó en las borregas paridas en invierno. Hunter y Van Arde (1973) encontraron que la duración del intervalo entre el parto y la primera ovulación, fue influenciada por el plano nutricional. En el nivel alto (110% de los requerimientos diarios) el periodo fue de 48,2 días, y para el bajo (70% de los requeri-

mientos diarios] 88.5 días. No obstante, el intervalo entre el parto y el primer estro, fue muy variable (\bar{x} 102.9 días con rango de 31 a 198 días), no siendo afectado en forma significativa por el plano nutricional. Posteriormente, estos mismos autores trabajando con borregas lactantes y no lactantes sometidas a cuatro niveles de alimentación (70%, 100%, 130% y 160% de sus requerimientos de energía para mantenimiento), no encontraron ningún efecto atribuible a este factor, sobre la duración del anestro postparto (Hunter y Van Arde, 1975).

Las observaciones anteriores difieren sobre la importancia que el plano nutricional tiene en la reanudación de la actividad reproductiva, a pesar de ello, la concepción en un periodo más o menos corto después del parto, sería más factible utilizando un nivel de alimentación adecuado a los requerimientos del animal.

Edad de la Borrega

Hunter y Van Arde (1975) observaron una clara tendencia a incrementarse el porcentaje de hembras que presentaron estro dentro de los 90 días postparto conforme avanzó la madurez de las borregas, siendo de 84% para borregas entre 4 y 6 años de edad, y 53% y 33% para borregas de 3 y 2 años respectivamente. Esto coincide con el menor intervalo entre el parto y el primer estro encontrado en hembras adultas en comparación con hembras jóvenes (66 y 76.6 días respectivamente) por González *et al* (1980). Sin embargo, Van Niekerk y Mulder (1965, citados por Hunter, 1968), no encontraron efecto significativo de la edad de la borrega sobre la duración del anestro postparto, pero en borregas de 2, 3 y 4 años, el intervalo tendió a variar en forma inversa a la edad de la borrega.

Esto sugiere que, la edad de la borrega, influye en la duración del anestro postparto, sin embargo, la poca información disponible dificulta concluir algo sobre este aspecto.

Efecto de la Presencia del Macho

La introducción súbita del macho en un rebaño de ovejas no acostumbradas a la presencia de este, produce una serie de alteraciones hormonales en ellas, entre las que destaca un rápido incremento en el número de pulsaciones y, por consiguiente, en la concentración de LH [en menos de 60 minutos] seguida a la introducción de los machos [Poindron *et al.*, 1980]. Estos últimos autores encontraron el mismo efecto en borregas lactantes. En las hembras que lactaron dos crias, los niveles de prolactina previos a la introducción de los machos, fueron mayores que los valores encontrados en las que lactaron un solo cordero, siendo notorio este aspecto tanto en la primera [603 vs. 461 ng./ml.] como en la segunda semana de lactación [507 vs. 342 ng./ml.]. Antes de la introducción de los machos, se observaron pulsaciones de LH en todas las hembras, con un ritmo de 1-4 pulsaciones cada 6 horas. El número de pulsaciones en las hembras que amamantaron un cordero fue mayor que en las que amamantaron dos corderos [2.3 vs. 1.9 respectivamente]. La estimulación ejercida por los machos, resultó en un rápido incremento [en menos de 40 minutos] en la liberación de LH, independientemente de la concentración de prolactina antes del estímulo. En ambos experimentos la mayor parte de las hembras ovularon dentro de los tres días de iniciado el estímulo de los machos. Los autores concluyen que, la concentración de prolactina, no afectó la sensibilidad de los centros nerviosos al estímulo provocado por los machos. El resultado de los análisis también indica que los eventos hormonales que preceden a la ovulación son distintos a los obser-

vados en hembras que se encontraban ciclando normalmente.

Reducción del Intervalo entre Partos

Desde el punto de vista fisiológico, la obtención de más de un parto por año es posible, como lo demuestra la revisión realizada por Hunter (1968), quien considera informes provenientes de diversas partes del mundo, en su mayoría, de los países ubicados por encima de los 30° de latitud (Europa, Rusia y Estados Unidos), en los que se intentaron empadres cada 6, 7 u 8 meses, encontrando, en general, que el porcentaje de preñez en las hembras que fueron servidas en primavera, fue menor que en aquellas que fueron servidas durante el otoño, por lo que se ha intentado el tratamiento con regímenes de luz artificial (Ducker y Bowman, 1972) y hormonales (Rhind et al., 1976; Speedy et al., 1976) para inducir a las hembras al estro poco después del parto. El primero consiste, básicamente, en modificar el fotoperiodo natural mediante la aplicación de la luz u oscuridad en forma artificial, simulando el régimen de luz correspondiente a otra época del año, con el objeto de estimular la actividad reproductiva de las borregas en la época de anestro natural. Por otro lado, los tratamientos hormonales consisten en el uso de hormonas para estimular la actividad reproductiva en las hembras. La inducción del estro se basa en establecer en forma artificial una fase lútea mediante el uso de progestágenos [análogos de la progesterona] con una aplicación posterior de gonadotropina de suero de yegua preñada (Gordon, 1977).

Posteriormente, se han hecho diversos intentos para lograr más de un parto por año. Maijala y Kangasniemi (1972) recopilaron una serie de información de borregas de la raza Finnish-Landrace de diversas granjas de Finlandia, y encontraron que 181 borregas hablan

parido más de una vez al año, en donde el intervalo promedio era de 232 días, con una variación de 150 a 300 días, sin embargo, la mayoría de ellas se agruparon en un intervalo de entre 200 y 240 días, lo que equivale a tres partos en dos años. En 20 de estas borregas, el tamaño de la camada fue de 2.8, 2.8, 2.5 y 2.8 en cuatro ciclos reproductivos consecutivos. De igual forma, en Irlanda, O'Ferral (1977) mantuvo un rebaño de borregas Finn x Dorset bajo un sistema de empadres cada 8 meses por un periodo de 3.5 años, sin utilizar tratamientos hormonales, observando que 11 borregas parieron en tres o más ocasiones, de las cuales 56% parieron en tres ocasiones consecutivas. El tamaño de la camada varió con la época de empadre, siendo de 2.02, 1.52 y 1.40 para los empadres de noviembre, julio y marzo respectivamente. Recientemente se han hecho intentos por lograr 3 partos en dos años, sin embargo, se ha visto que el porcentaje de pariciones se reduce notablemente cuando el empadre se realiza en los meses de primavera (Notter y Copenhagen, 1980; Dzakuma et al, 1982; Fogarty et al, 1984) y cuando las pariciones están precedidas de un parto 8 meses antes (Fogarty et al, 1984).

Por otro lado, Ducker y Bowman (1972) utilizaron el tratamiento de luz artificial con el objeto de inducir a las borregas al parto después de ocurridos los partos y así lograr un intervalo entre partos de 8 meses. Los tratamientos de luz artificial consistieron en aumentar abruptamente la iluminación a 22 horas diarias al momento de la concepción, y disminuirla, drásticamente, al ocurrir los partos en uno de los tratamientos, y 50 días después del parto en el otro. En cuatro ciclos reproductivos, obtuvieron una alta fertilidad, tanto en la raza Clun Forest como en la Dorset Horn, sin embargo, se observó una disminución en el número de corderos nacidos por hembra por año conforme el trabajo progresaba,

atribuido a la relación negativa que existe entre la edad y el porcentaje de parición, dado que las borregas, al inicio del experimento, eran viejas y, al finalizar el estudio, algunas tenían entre 8 y 9 años de edad.

También se han hecho intentos por obtener partos cada 7 meses obteniéndose resultados similares. Robinson *et al* (1975) (citados por Robinson y Ørskov, 1975) observaron en un rebaño de 96 borregas Finnish x Dorset sometidas a un sistema de empadres cada 7 meses por un periodo de 3 años (5 ciclos reproductivos), que el 49% de las borregas parieron en 5 ocasiones, y 31% en 4, mientras que el 19% 3 o menos. La productividad por hembra por año fue de 3.9, 5.1, 2.6, 1.5 y 0.9 corderos en las hembras que parieron en 5, 4, 3, 2 y 1 ocasiones respectivamente. El establecimiento de un sistema de dos partos por año, implica la concepción dentro de los primeros 45 días postparto, lo que representa un obstáculo que difícilmente se puede salvar, como lo demuestra el trabajo de Land y McClelland (1971), en el que encontraron una reducción de la fertilidad cuando las borregas se empadraron inmediatamente después del parto en comparación con aquellas que no habían parido (32% y 93% respectivamente), sin embargo, el tamaño de la camada no se vio afectado. La productividad total en tres preñeces consecutivas cada seis meses fue de 5.8 corderos, lo que representa 3.9 corderos por hembra por año. De igual forma, Speedy *et al* (1976), al estudiar el efecto de empadrar cada 6 meses sobre la fertilidad, encontraron que la tasa de concepción en borregas que parieron poco antes del empadre fue de 36%, mientras que aquellas que no habían parido en el ciclo inmediato anterior fue de 84%. Los trabajos anteriores sugieren que la parición cada 6 meses está más allá de la capacidad fisiológica de las borregas, lo que, probablemente, no se debe a la involución del útero, dado que este proceso se completa dentro de los 30 días de

ocurrido el parto (Call *et al.*, 1976). Sin embargo, Whiteman *et al.* (1972) observaron, en un sistema de 2 partos por año (primavera y otoño), durante un lapso de 4 años, una producción de 1.8 corderos por hembra por año en la raza Dorset, 1.7 en la Rambouillet y 2.1 en la Dorset x Rambouillet. En general la producción anual de corderos aumentó aunque la mayor parte de los partos ocurrió en la estación de primavera (188 vs. 495), producto del mayor número de concepciones logradas en los empadres de otoño, lo que parece responder más a un factor estacional, que a uno lactacional. Posteriormente, Walton y Robertson (1974), trabajando con ovejas de la raza Finnish Landrace en un sistema similar, durante un periodo de 2.5 años, encontraron que el 33% de las hembras concibieron en cinco ocasiones, y el 72% por lo menos en cuatro. El intervalo promedio entre concepciones, incluyendo todos los intervalos de 8 meses o menos, fue de 189 días, (rango de 171 a 237) y el 43% de todas las concepciones ocurrieron dentro de los 182 días.

No obstante que la mayoría de los trabajos tendientes a lograr más de un parto por año se han realizado en países meridionales y septentrionales, en donde la estación reproductiva es más restringida, es evidente que un modelo de producción acelerado es posible. Sin embargo, es prácticamente nula la información sobre lo que sucede en países tropicales, donde las fluctuaciones del fotoperiodo son menos pronunciadas.

En México, ubicado entre 15° y 30° L.N., la estacionalidad reproductiva parece ser menos manifiesta, especialmente en las razas Rambouillet y Criolla, por lo que, posiblemente, este factor no sería un obstáculo para implementar un programa reproductivo destinado a obtener más de un parto por año.

Objetivos

- a) *Estudiar el comportamiento productivo y reproductivo de un rebaño de la raza Rambouillet, mantenido bajo un sistema de producción tendiente a obtener un parto cada 8 meses, durante un periodo de 3 años, en el Altiplano de México.*
- b) *Estudiar el efecto de la época de empadre sobre la eficiencia reproductiva de las borregas.*
- c) *Estudiar el efecto que tiene la edad de las borregas al introducir las a un sistema de reproducción intensivo sobre su comportamiento reproductivo.*

Material y Métodos

La metodología general utilizada ha sido descrita anteriormente en el Capítulo de Material y Métodos Generales, por lo que aquí sólo se hará mención al material y método utilizado específicamente en este experimento.

Se utilizó un rebaño de borregas de la raza Rambouillet, que se sometió a empadres cada 8 meses, durante 4 ciclos reproductivos. El primer empadre se efectuó en la primavera de 1980 (16 de marzo a 25 de junio) con 180 borregas; el segundo se realizó en el invierno de 1981 (1 de enero al 20 de febrero), con 180 borregas; el tercero se llevó a cabo en el otoño de 1981 (2 de septiembre al 10 de octubre), con 165 borregas; el cuarto se efectuó en el verano de 1982 (7 de junio al 14 de julio), con 144 borregas. Las borregas utilizadas tenían una edad al iniciar el experimento (empadre de primavera de 1980) de entre 1 y 6 años, siendo las mismas en los cuatro empadres. La variación en el número de borregas se debe a la eliminación de algunas de ellas por causas ajenas al comportamiento reproductivo.

El experimento se llevó a cabo en el Centro Experimental Pecuario del Estado de México (Toluca, Méx.), excepto el empadre de primavera de 1980, que se realizó en el Centro Experimental Pecuario de Tulancingo, Hgo.. Sin embargo, los partos y la lactancia correspondientes a este primer empadre ocurrieron en Toluca.

Para el análisis estadístico de los resultados, se utilizó el siguiente modelo:

$$y_{ijk} = u + P_i + E_j + PE_{ij} + r_{ijk}$$

Donde:

y_{ijk} = variable dependiente

u = promedio general

P_i = efecto de la época de empadre (i = primavera 1980, invierno 1981, otoño 1981 y verano 1982)

E_j = efecto fijo de la edad de la borrega al inicio del experimento (primavera 1980) (j = 1, 2, 3, 4, 5 y 6 años)

PE_{ij} = efecto de la interacción entre la época de empadre y la edad de la borrega

r_{ijk} = efecto residual aleatorio ocasionado por todos los efectos no especificados en el modelo.

Los datos se analizaron por el método de mínimos cuadrados de acuerdo al programa ANOVA de la biblioteca SPSS en una minicomputadora Hewlett-Packard modelo 3000 (Nie, 1975). Las medias se compararon por la prueba de Duncan.

Resultados

El peso de las borregas en las distintas etapas fisiológicas, y el peso de sus corderos al nacimiento y al destete, se muestra en el Cuadro 10. El peso promedio general de las borregas al momento del empadre fue de 40.42 kg., al parto 44.83 kg. y al destete 40.12 kg.. El peso promedio de los corderos al nacimiento fue de 4.33 kg. y el peso al destete ajustado a 90 días de 16.83 kg.. Los resultados del análisis de varianza se muestran en el Cuadro 11. La época de empadre afectó el peso de las borregas al empadre ($P < 0.001$), al parto ($P < 0.01$) y al destete ($P < 0.01$). La edad de las borregas al inicio del experimento afectó el peso de éstas al empadre y al parto ($P < 0.001$), pero no al destete ($P > 0.05$). La interacción entre ambos factores (época de empadre X edad de la borrega al inicio del experimento) afectó significativamente el peso de las borregas al empadre ($P < 0.001$) y al destete ($P < 0.05$), pero no al momento del parto. En el peso de los corderos al nacimiento se detectaron diferencias significativas ($P < 0.001$) debido a la época de empadre, pero no a la edad de la borrega ni a la interacción entre los dos factores ($P > 0.05$). El peso al destete se vio modificado significativamente ($P < 0.001$) por la época de empadre o por la interacción de los dos factores ($P < 0.05$).

En el Cuadro 12 se muestran los cambios de peso de las borregas en las distintas épocas reproductivas. El peso al empadre fue menor en los empadres de invierno y de otoño de 1981 (40.5 kg. y 40.2 kg.) en comparación con el peso de las borregas en los empadres de verano de 1982 (43.7 kg.) y de primavera de 1980 (46.1 kg.). Este último, a su vez, fue mayor que el de verano. El peso al parto

Cuadro 10

ESTADÍSTICAS GENERALES DE LOS PESOS DE LAS BORREGAS Y CORDEROS

<u>VARIABLE</u>	<u>n</u>	<u>\bar{x}, kg.</u>	<u>D. E.</u>	<u>C. V. %</u>
Peso de las borregas				
Empadre	631	42.42	6.327	14.91
Parto	444	44.83	6.354	14.17
Destete	342	40.12	5.355	13.35
Peso de los corderos				
Nacimiento	445	4.33	0.789	18.23
Destete*	341	16.83	3.440	20.44

* = peso ajustado a 90 días

n = número de observaciones

\bar{x} = promedio general

D.E. = Desviación Estandar calculada a partir del cuadrado medio residual del modelo

C.V. = Coeficiente de Variación

Cuadro 11

ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO DE LAS BORREGAS Y CORDEROS

	FUENTE DE VARIACION									
	EPOCA DE EMPADRE		EDAD DE LAS BORREGAS		INTERACCION EPOCA X EDAD		RESIDUAL		R ² , %	
	g.l.	C. M.	g.l.	C. M.	g.l.	C. M.	g.l.	C. M.		
Peso de las borregas										
Empadre	3	1246.480***	5	536.456***	15	167.894***	607	40.	18.9	
Parto	3	1540.087***	5	167.403**	15	49.279	420	40.	23.1	
Destete	3	30.675	5	130.593**	15	54.586*	318	28.677	6.8	
Peso de los corderos										
Nacimiento	3	5.488***	5	0.031	15	0.847	421	0.623	5.7	
Destete	3	391.348***	5	21.692	15	24.903*	317	11.832	23.4	

g.l. = grados de libertad

C.M. = Cuadrado Medio

* = P<0.05

** = P<0.01

*** = P<0.001

R² = Coeficiente de determinación

Cuadro 12

PESOS PROMEDIO* DE LAS BORREGAS EMPADRADAS CADA 8 MESES Y DE
SUS CORDEROS EN DISTINTAS ETAPAS FISIOLÓGICAS DE ACUERDO CON
LA ÉPOCA DE EMPADRE, KG.

	NÚMERO Y ÉPOCA DE EMPADRE								
	1° PRIMAVERA		2° INVIERNO		3° OTONO		4° VERANO		
	(MAVO, 1980)		(ENERO, 1981)		(SEPTIEMBRE, 1981)		(JUNIO, 1982)		
Peso de la borrega									
Empadre	(143)	46.1 ± 0.53 ^c	(180)	40.5 ± 0.47 ^a	(164)	40.2 ± 0.49 ^a	(144)	43.7 ± 0.53 ^b	
Parto	(153)	48.2 ± 0.51 ^c	(125)	40.3 ± 0.57 ^a	(84)	46.8 ± 0.69 ^c	(82)	43.5 ± 0.70 ^b	
Destete	(117)	40.4 ± 0.49	(99)	40.4 ± 0.54	(68)	40.2 ± 0.65	(58)	39.0 ± 0.70	
Peso de los corderos									
Nacimiento	(152)	4.4 ± 0.06 ^b	(127)	4.4 ± 0.07 ^b	(84)	3.9 ± 0.09 ^a	(82)	4.5 ± 0.09 ^b	
Destete **	(115)	19.3 ± 0.32 ^c	(100)	16.2 ± 0.34 ^b	(68)	14.3 ± 0.42 ^a	(58)	16.0 ± 0.45 ^b	

* = ± Error estándar

** = peso ajustado a 90 días

() = Número de observaciones

a, b, c, = Distintas literales en la misma línea difieren estadísticamente (P<0.05) calculado a partir del cuadrado medio residual del Cuadro 11.

fue mayor en las borregas empadradas en la primavera de 1980 (48.2 kg.) que en el otoño de 1981 (46.7 kg.) y en aquellas empadradas en invierno de 1981 (40.3 kg.) o en verano de 1982 (43.5 kg.). De estas últimas, las que registraron los peores pesos fueron las empadradas en invierno de 1981. El peso de las borregas al destete fue similar en los 4 ciclos reproductivos. El peso de los corderos del ciclo de otoño de 1981 resultó ser inferior en comparación al peso de los corderos de los demás ciclos reproductivos (3.9 kg. en el ciclo de otoño de 1981, 4.4 kg. en la primavera de 1980, 4.4 kg. en el invierno de 1981, y 4.5 kg. en el verano de 1982). El peso al destete fue mayor en los corderos del ciclo de primavera (19.3 kg.), intermedios los de los ciclos invierno 1981 y verano 1982 (16.2 kg. y 16.0 kg.), correspondiendo los pesos más bajos a los corderos del ciclo del otoño de 1981 (14.3 kg.).

En el Cuadro 13 se muestran los pesos de las borregas de acuerdo con su edad al inicio del experimento (mayo de 1980). El peso al momento del empadre fue menor en las borregas de un año en comparación con las borregas de más edad (36.6 kg., 44.0 kg., 41.7 kg., 44.8 kg. 42.8 kg. y 42.5 kg. para borregas de 1 a 6 años respectivamente). Los mayores pesos correspondieron a las borregas de 2 y 4 años, en tanto las de 3, 5 y 6 años registraron pesos intermedios. Los menores pesos al parto los tuvieron las borregas de 1, 5 y 6 años (42.0 kg., 43.9 kg. y 44.2 kg. respectivamente) y los más altos las de 2 y 4 años (47.0 kg. y 46.1 kg.). Las borregas de 3 años pesaron 44.6 kg., cifra intermedia al resto de las borregas. Las borregas de 2 años tuvieron un peso al destete (42.7 kg.) significativamente más alto ($P < 0.05$) que el resto de las borregas. Las borregas de un año pesaron menos que las de 4 años (37.8 kg. vs. 40.4 kg.) aunque el peso obtenido fue similar al de las borregas de 3, 5 y 6 años (39.5 kg. 39.6 kg. y 39.5 kg. respectivamente). El peso

Cuadro 13

PESOS PROMEDIO* DE LAS BORREGAS EMPADRADAS CADA 8 MESES Y DE
SUS CORDEROS DE ACUERDO A LA EDAD DE LAS BORREGAS AL INICIO
DEL EXPERIMENTO

	E D A D D E L A S B O R R E G A S (A N O S)					
	1	2	3	4	5	6
Peso de las borregas						
Empadre	(56) 36,6 ± 0,84 ^a	(101) 44,0 ± 0,63 ^{cd}	(145) 41,7 ± 0,52 ^b	(79) 44,8 ± 0,71 ^d	(185) 42,8 ± 0,47 ^{bc}	(65) 42,5 ± 0,78 ^{bc}
Parto	(31) 42,0 ± 1,14 ^a	(83) 47,0 ± 0,70 ^d	(112) 44,6 ± 0,60 ^{bc}	(54) 46,1 ± 0,86 ^{cd}	(127) 43,9 ± 0,56 ^{ab}	(37) 44,2 ± 1,04 ^{abc}
Destete	(26) 37,8 ± 1,05 ^a	(65) 42,7 ± 0,66 ^c	(82) 39,5 ± 0,59 ^{ab}	(40) 40,4 ± 0,85 ^b	(103) 39,6 ± 0,55 ^{ab}	(26) 39,5 ± 1,04 ^{bc}
Peso de los corderos						
Nacimiento	(31) 4,3 ± 0,14	(82) 4,3 ± 0,09	(112) 4,3 ± 0,07	(55) 4,4 ± 0,11	(128) 4,3 ± 0,07	(37) 4,3 ± 0,13
Destete**	(26) 15,8 ± 0,67	(65) 17,2 ± 0,43	(82) 15,5 ± 0,38	(40) 16,8 ± 0,54	(103) 16,3 ± 0,34	(25) 16,8 ± 0,69

* ± Error estándar

** ± Peso ajustado a 90 días

() número de observaciones

a, b, c, d = Distintas literales en la misma línea difieren estadísticamente (P<0,05) calculada a partir del cuadrado medio residual del Cuadro 11.

al destete de estas últimas fue similar al de las borregas de 4 años. La edad de las borregas no afectó en forma significativa ($P > 0.05$) el peso de los corderos ni al nacimiento ni al destete.

Los resultados de la eficiencia reproductiva de las borregas Rambouillet sometidas a un sistema acelerado de empadres, se muestra en el Cuadro 14. Se analizaron 669 registros correspondientes a 4 ciclos reproductivos: 180 en mayo de 1980, 180 en enero de 1981, 165 en septiembre de 1981 y 144 en junio de 1982, de ovejas cuya edad al inicio del experimento (mayo de 1980), variaron de 1 a 6 años.

Del total de borregas expuesta, el 84% fueron servidas, 68% parieron, y se obtuvieron 71% y 53% de crías nacidas y destetadas respectivamente. El índice de concepción fue de 81%. Los índices de prolificidad y destete fueron 106% y 78% respectivamente.

Para cada uno de los parámetros evaluados, se estudió el efecto de la época de empadre y de la edad de la borrega al inicio del experimento (Cuadro 15). La época de empadre afectó en forma significativa ($P < 0.05$) todos los parámetros en estudio, excepto el índice de destete. La edad de las borregas afectó en forma significativa ($P < 0.05$) todos los parámetros, excepto los índices de prolificidad, destete y procreo. La interacción entre la época de empadre y la edad sólo afectó en forma significativa ($P < 0.05$) los índices de celos, fertilidad y procreo.

El comportamiento reproductivo en las distintas épocas de empadre se muestra en el Cuadro 16. La época de empadre afectó ($P < 0.001$) el índice de celos, el cual disminuyó marcadamente del primer empadre, en el que el 97% de las borregas fueron servidas, al segundo, tercero y cuarto (87%, 76% y 73% respectivamente). El índice

Cuadro 14

ESTADÍSTICAS GENERALES DE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE LAS
BORREGAS

<u>VARIABLE</u>	<u>n</u>	<u>\bar{x}</u>	<u>D. E.</u>	<u>C. V. %</u>
I. Celos	669	84	3.45	4.11
I. Fertilidad	669	68	4.49	6.61
I. Concepción	561	81	3.95	4.88
I. Nacencia	669	71	5.18	7.29
I. Prolificidad	451	106	2.79	2.63
I. Procreo	669	53	5.09	9.60
I. Destete	451	78	4.57	5.86

n = número de observaciones

\bar{x} = promedio general

D.E. = Desviación estándar calculada a partir del cuadrado medio residual del modelo

C.V. = Coeficiente de Variación

Cuadro 15

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE LAS
BORREGAS

	FUENTE DE VARIACION								
	EPOCA DE EMPADRE		EDAD DE LAS BORREGAS		INTERACCION EPOCA X EDAD		RESIDUAL		R^2
	g.l.	C. M.	g.l.	C. M.	g.l.	C. M.	g.l.	C. M.	
I. Celos	3	1.974***	5	0.850***	15	0.271**	645	0.119	
I. Fertilidad	3	3.938***	5	0.526*	15	0.363*	645	0.202	9.4
I. Concepción	3	1.056***	5	0.359*	15	0.157	537	0.156	5.4
I. Nacencia	3	6.024***	5	0.675*	15	0.432	645	0.268	10.6
I. Prolifricidad	3	0.263*	5	0.065	15	0.056	427	0.078	3.1
I. Procreo	3	3.141***	5	0.559	15	0.513	645	0.259	64.0
I. Destete	3	0.302	5	0.298	15	0.339	427	0.209	2.3

g.l. = grados de libertad

C.M. = Cuadrado Medio

* = $P < 0.05$

** = $P < 0.01$

*** = $P < 0.001$

R^2 = Coeficiente de determinación

64

Cuadro 16

CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS DE LAS BORREGAS RAMBOUILLET
EMPADRADAS EN CUATRO EPOCAS*

	NUMERO Y EPOCA DE EMPADRE			
	1° PRIMAVERA (MAYO, 1980)	2° INVIERNO (ENERO, 1981)	3° OTONO (SEPTIEMBRE, 1981)	4° VERANO (JUNIO, 1982)
Expuestas (n)	{180}	{180}	{165}	{144}
I. Celos	97 ± 2.57 ^a	87 ± 2.57 ^b	76 ± 2.69 ^c	73 ± 2.87 ^c
I. Fertilidad	86 ± 3.35 ^c	73 ± 3.35 ^b	52 ± 3.50 ^a	58 ± 3.75 ^{ab}
I. Nacencia	95 ± 3.87 ^a	74 ± 3.86 ^b	53 ± 4.03 ^c	58 ± 4.31 ^c
I. Procreo	69 ± 3.79 ^a	57 ± 3.79 ^b	42 ± 3.96 ^c	40 ± 4.24 ^c
Servidas (n)	{174}	{156}	{126}	{105}
I. Concepción	89 ± 2.99 ^a	84 ± 3.16 ^a	69 ± 3.52 ^b	79 ± 3.85 ^{ab}
Paridas (n)	{153}	{130}	{85}	{83}
I. Prolificidad	112 ± 2.26 ^a	103 ± 2.5 ^b	104 ± 3.03 ^b	102 ± 3.07 ^b
I. Destete	81 ± 3.70	79 ± 4.01	81 ± 4.96	69 ± 5.02

* = Promedio ± error estandar

a, b, c, = Distintas literales en la misma línea difieren estadísticamente (P<0.05) calculado a partir del cuadrado medio residual del Cuadro 15.

de concepción se vio afectado ($P < 0.001$) por la época de empadre, registrando un descenso del primer empadre al tercero (89%, 84% y 69% para el primero, segundo y tercer empadre respectivamente), sin embargo, hubo cierta recuperación en el último (79%). Como resultado de lo anterior, en la fertilidad se detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$). Del primer empadre al segundo hubo una caída muy marcada (86% a 73%), que se acentuó aún más en los dos últimos empadres (52% y 58%).

El índice de prolificidad promedio en los cuatro ciclos reproductivos fue de 106%; la época de empadre afectó este parámetro en forma significativa ($P < 0.05$). En el primer empadre, la prolificidad fue de 112%, cifra superior a la encontrada en los demás empadres (103%, 104% y 102% para los tres últimos empadres).

El porcentaje de destete promedio fue de 78% en los 4 ciclos reproductivos y no se vio afectado significativamente ($P > 0.05$) por la época de empadre, aunque hubo una tendencia a disminuir en el último período de partos.

El índice de procreo promedio fue de 53% y fue afectado estadísticamente ($P < 0.001$) por la época de empadre. En el primero se destetaron 69 corderos por cada 100 hembras expuestas, mientras que en el segundo, tercero y cuarto se destetaron 57, 42 y 40 respectivamente.

En el Cuadro 17 se muestran los resultados de la eficiencia reproductiva de las borregas Rambouillet empadradas cada 8 meses, de acuerdo con la edad de éstas al inicio del experimento. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) en el índice de celo que resultó ser inferior en las borregas de un

Cuadro 17

CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS DE BORREGAS RAMBOUILLET DE DISTINTAS
EDADES EMPADRADAS CADA 6 MESES*

	E D A D (A N O S)**					
	1	2	3	4	5	6
Expuestas (n)	(56)	(113)	(157)	(81)	(193)	(69)
I. Celos	60 ± 4.61 ^a	90 ± 3.24 ^b	83 ± 2.75 ^b	91 ± 3.83 ^b	87 ± 2.49 ^b	80 ± 4.15 ^b
I. Fertilidad	55 ± 6.01 ^a	74 ± 4.23 ^c	72 ± 3.59 ^c	68 ± 4.99 ^{abc}	69 ± 3.23 ^{bc}	57 ± 5.41 ^{ab}
I. Nacencia	59 ± 6.92 ^{ab}	77 ± 4.87 ^c	75 ± 4.13 ^c	73 ± 5.75 ^{bc}	73 ± 3.73 ^{bc}	57 ± 6.23 ^a
I. Procreo	46 ± 6.80 ^{ab}	60 ± 4.79 ^b	53 ± 4.06 ^b	51 ± 5.65 ^{ab}	57 ± 3.66 ^b	38 ± 6.13 ^a
Servidas (n)	(34)	(101)	(130)	(74)	(167)	(55)
I. Concepción	91 ± 6.77 ^a	83 ± 3.93 ^{ab}	87 ± 3.46 ^a	75 ± 4.59 ^{ab}	79 ± 3.06 ^{ab}	70 ± 5.33 ^b
Partidas (n)	(31)	(83)	(113)	(55)	(130)	(39)
I. Prolificidad	106 ± 5.02	105 ± 3.07	105 ± 2.63	109 ± 3.77	109 ± 2.45	100 ± 4.47
I. Destete	83 ± 8.21	81 ± 5.02	73 ± 4.30	75 ± 6.16	84 ± 4.01	65 ± 7.32

* = Promedio ± error estandard

** = Edad de las borregas al inicio del experimento

a, b, c, = Distintas literales en la misma línea difieren estadísticamente (P<0.05) calculado a partir del cuadrado medio residual del Cuadro 15.

año [60%] en comparación con las de más edad, en las cuales las variaciones fueron menos acentuadas (90%, 83%, 91%, 87% y 80% para las edades de 2 a 6 años).

El efecto de la edad sobre el Índice de concepción fue estadísticamente significativo ($P < 0.05$) mostrando una tendencia a declinar con la edad (91%, 83%, 87%, 75%, 79% y 70% en borregas de 1 a 6 años).

La fertilidad se afectó significativamente ($P < 0.05$) con la edad de las borregas, la que se mostró inferior en las de 1 y 6 años (55% y 57%) y mayor y relativamente constante, en las de 2 a 5 años (74%, 72%, 68% y 69%). La baja fertilidad de las borregas de un año (55%) se debe al bajo porcentaje de borregas que mostraron estro, y en las de 6 años se debe a una conjunción entre el bajo porcentaje de servidas (80%) y la baja proporción de éstas que parió (70%), lo que ocasionó que sólo el 57% de las borregas que fueron expuestas a los machos parieran.

Aunque no se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el Índice de prolificidad, se observó cierta disminución en las de 6 años, a pesar de esto, se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en el Índice de nacencia, en los que los valores máximos se observaron en las borregas de 2 a 5 años (77%, 75%, 73% y 73% respectivamente) y las mínimas en las de 1 y 6 años (59% y 57%).

El análisis de varianza del Índice de destete no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$) debido a la edad de las borregas, sin embargo, en el Índice de procreo, se detectaron diferencias ($P < 0.05$), siendo menor en las de 6 años (38%) en comparación con las de 2, 3 y 5 años (60%, 53% y 57% respectivamente). Entre las

Cuadro 18

PRODUCCION DE CORDEROS DE OVEJAS RAMBOUILLET EMPADRADAS CADA
OCHO MESES DURANTE CUATRO CICLOS REPRODUCTIVOS*

	<u>NUMERO DE PARTOS DE CUATRO POSIBLES</u>			
	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>1</u>
% hembras paridas	23.1	37.0	32.9	7.0
Tamaño de la camada	1.06	1.06	1.06	1.10
Corderos por borrega/año	1.49	1.12	0.75	0.39
Corderos destetados por parto	0.79	0.79	0.81	0.70
Corderos destetados por borrega/año	1.12	0.83	0.57	0.25

* - Información obtenida de 144 ovejas que fueron expuestas en los 4 ciclos; se eliminó una borrega que nunca parió.

borregas de 1 a 5 años no se observaron diferencias [P>0.05] aunque hubo una tendencia a ser mejor en las de 1 y 4 años [46% y 51%].

En el Cuadro 18 se muestra la proporción de borregas que parieron en 4, 3, 2 o 1 ciclos reproductivos y la producción de corderos de acuerdo a esta clasificación; como se puede observar, el 60.1% de las borregas parieron en, por lo menos, 3 ocasiones, y sólo el 23.1% lo hicieron en 4, mientras el 33.9% parieron 1 o 2 veces. Asimismo, la producción anual de corderos se vio sensiblemente aumentada en las borregas que parieron 4 veces, aumentando de 1.12 corderos en las borregas que parieron 3 veces a 1.49 en aquellas que parieron 4 veces. Un patrón de comportamiento similar fue encontrado en el número de corderos destetados anualmente por cada borrega, donde hubo un aumento de 0.83 corderos en las borregas que parieron 3 veces a 1.12 en las que parieron 4 veces, en tanto que, en aquellas que parieron 1 o 2 veces, sólo se registraron en promedio 0.25 y 0.57 corderos destetados anualmente por cada borrega.

Discusión

La menor fertilidad mostrada por las borregas de un año (Cuadro 17) está relacionada con la baja proporción de ellas, que mostró estro durante los empadres, lo que ocasionó un menor número de hembras que fueron servidas, sin embargo, la tasa de concepción fue similar a la de las borregas de más edad, lo que concuerda con el trabajo de Dickerson y Glimp (1975). En el Cuadro 13 se muestra que el peso de las borregas de un año al momento del empadre es inferior al registrado en los demás grupos de ovejas, lo que puede estar asociado con la menor actividad reproductiva. Parece que el sistema acelerado de empadres no permitió a estas borregas alcanzar su peso adulto, al no tener un período de reposo entre ciclo y ciclo (Robinson y Ørskov, 1975). Por otro lado, es bien conocido que las borregas de un año presentan una menor actividad reproductiva (Dickerson y Glimp, 1975). La baja fertilidad de las borregas de 6 años estuvo relacionada con el bajo índice de celos y el pobre índice de concepción. Esto concuerda con los resultados encontrados por Nutter y Copenhaver (1980) quienes observaron que la tasa de concepción en borregas sometidas a empadres tendientes a obtener 3 partos en 2 años, aumentó con la edad hasta que estas tuvieron 5 ó 6 años de edad. Dado que el índice de prolificidad no fue afectado por la edad, las diferencias detectadas en el índice de nacencia son atribuibles al distinto comportamiento reproductivo, lo que ocasionó que las borregas de 1 y 6 años obtuvieran los menores índices de nacencia (58% y 56% en comparación con 73% o más de las borregas de 2 a 5 años). En forma similar, no se observaron diferencias estadísticas ($P > .05$) en el índice de destete, sin embargo, las borregas de 6 años fueron las que destetaron una menor proporción de corderos (65%),

lo que, aunado a la pobre eficiencia reproductiva, ocasionó que el índice de procreo fuera estadísticamente menor ($P < 0.05$), lo que denota no sólo una menor capacidad de estas borregas para concebir, sino también para criar al cordero.

Entre las borregas cuya edad, al inicio del experimento, era de 2 a 5 años, no se registraron grandes diferencias en su comportamiento reproductivo, lo que concuerda con lo encontrado por Notter y Copenhaver (1980) en un sistema de 3 partos en 2 años, y por Sidwell *et al* (1962); Turner y Dolling (1965); Mulkancy y Brown (1970); Glimp (1971); Sidwell y Miller (1971); Dickerson y Glimp (1975) y Atkins (1980), en sistemas de un parto por año. Esto indica que no parece haber ningún efecto del sistema acelerado de empadres sobre la longevidad de la borrega hasta los 6 años de edad, sugiriendo, además, que la edad óptima para introducir a las borregas a un sistema de reproducción acelerado, es entre los 2 y 5 años, en tanto que, al utilizar borregas de un año, se corre el riesgo de producir efectos detrimentales sobre su crecimiento y, como consecuencia, sobre su productividad.

El índice de celos fue mayor en el empadre de primavera de 1980 (Cuadro 16), lo cual parece inexplicable, ya que De Lucas *et al* (1983) observaron en la misma raza y bajo las mismas condiciones, que sólo el 15% de las hembras entraron en estro en esa época, mientras que, en otoño, que es cuando el índice de celos fue menor, estos autores observaron la mayor actividad reproductiva. El elevado índice de celos observado en primavera, pudo ser ocasionado por la introducción súbita de los machos al rebaño de las hembras, lo cual se sabe estimula la actividad reproductiva durante la época de transición de la estación de anestro a la de actividad sexual (Shinkel, 1954, a y b; Martín, 1979), sin embargo, esto no explica la baja acti-

vidad sexual de las borregas en los empadres de verano y otoño, puesto que el manejo durante el empadre fue el mismo. De acuerdo con los resultados, parece ser que no existe una estacionalidad reproductiva bien definida, o bien, que ésta puede ser fácilmente saltada mediante el estímulo de la actividad sexual con machos. A pesar de ello, parece que hubo una disminución de la eficiencia reproductiva a medida que progresaba el experimento, puesto que la menor eficiencia, encontrada en los dos últimos empadres, no puede deberse a efecto estacional, dado que se realizaron precisamente dentro de la época de mayor actividad sexual reportada por Valencia et al (1978) y De Lucas et al (1983) en la misma región y, además, contrasta con la mejor fertilidad obtenida en empadres de otoño en comparación con los de primavera en estudios similares de más de un parto por año (Hunter, 1968; Whiteman et al, 1972; Duncan y Black, 1978; Notter y Copenhaver, 1980; Ozakuma et al, 1982; Fogarty et al, 1984). Parece ser que, bajo estas condiciones, se produce un gradual descenso de la eficiencia reproductiva (Fogarty et al, 1982), sin embargo, cuando la alimentación es la adecuada, podría no existir este fenómeno (Robinson y Ørskov, 1975). Por otro lado, el envejecimiento gradual de las borregas, pudo ocasionar esta disminución, dado que, en el primer empadre (primavera de 1980), la edad de las borregas fluctuó entre 1 y 6 años y, al no haber introducción de nuevas borregas en los empadres subsecuentes, la edad de ellas, en el último empadre, era de 3 a 8 años. Como se discutió anteriormente, la eficiencia reproductiva de las borregas comienza a decrecer entre los 5 y 7 años de edad, de tal forma que, mientras en el primer empadre la mayor parte de las borregas se encontraba en la edad óptima de reproducción, en el último, una buena proporción de borregas tenía 6, 7 u 8 años, cuando la eficiencia reproductiva estaba en decadencia. Similares resultados fueron encontrados por Ducker y Bowman (1972).

La mejor prolificidad observada en el empadre de primavera (112%) en comparación con los otros 3 empadres (103%, 104% y 102%), se debió, posiblemente, a que el empadre de primavera se realizó en Tulancingo, donde las condiciones de alimentación eran mejores que en Toluca, lugar donde se realizaron los otros tres empadres; similares resultados fueron observados por Hulet et al (1974, b). La poca variación observada en la prolificidad de los últimos 3 empadres, sugiere que no hubo efecto atribuible a la época de empadre sobre este parámetro, lo que coincide con los resultados de Fletcher y Geystenbeck (1970), quienes no encontraron fluctuaciones importantes en la proporción de ovejas Merino con ovulaciones dobles a lo largo de todo el año. Asimismo, De Lucas et al (1986, en prensa) no observaron diferencias en la tasa ovulatoria de borregas Rambouillet en la época de verano, otoño e invierno, a pesar de que la mayor actividad reproductiva fue observada en los meses de otoño, y se sabe que existe una correlación positiva entre la actividad reproductiva y la tasa ovulatoria (Land et al, 1970). Fletcher et al (1970) observaron una mayor proporción de partos dobles en borregas empadradas en otoño, en comparación con los empadres de primavera (61% vs. 19%) producto de una mayor tasa ovulatoria (1.73 vs. 1.19) ocurrida en otoño. De igual forma, Sierra (1977-1978) observó una mayor prolificidad en empadres de otoño, en comparación con empadres de primavera, en borregas Rasa Aragonesa pura y cruzada con Romanov.

En sistemas de producción acelerada, también se han observado diferencias de prolificidad entre épocas. Land y McClelland (1971) en un sistema de 4 partos en 2 años, observaron mayor prolificidad en el empadre de otoño que en el de primavera en borregas Finn-Dorset. Notter y Copenhaver (1980) observaron prolificidades, en ovejas Finnish Landrace cruzadas con Rambouillet empadradas cada 8 meses, de

221%, 246% y 185% en empadres de verano, otoño y primavera, lo que concuerda con las prolificidades de 180%, 167% y 135% encontradas por Dzakuma et al (1982) en diversos grupos raciales en los empadres de otoño, invierno y primavera. Estos resultados indican que la prolificidad varía de acuerdo con la época del año en que se realice el empadre. Manteniéndose este patrón de comportamiento aun en sistemas de reproducción acelerado.

Los resultados de este estudio, sugieren que, bajo las condiciones del medio ambiente del Altiplano de México, es factible implementar un módulo de producción tendiente a obtener un parto cada 8 meses utilizando ovejas de la raza Rambouillet, sin embargo, es conveniente no utilizar ovejas muy jóvenes (de menos de un año) o muy viejas (mayores de 6 ó 7 años), cuidando que el nivel de alimentación sea el adecuado.

VI.- DISCUSION GENERAL

Efecto de la Epoca de Empadre

Las borregas Rambouillet sometidas a un sistema reproductivo de un parto por año durante 3 años, mostraron un Índice de celos de 94%, lo cual coincide con las observaciones de De Lucas *et al* (1983), quienes encontraron que el 90% o más, de las hembras de la misma raza, mostraron celo en los meses de julio a noviembre, sin embargo, en el mes de mayo, estos mismos autores, encontraron que sólo el 15% de las hembras presentaron estro, a diferencia del 96% de este estudio. En forma similar, en un sistema reproductivo de un parto cada 8 meses durante 4 ciclos reproductivos, el Índice de celos fue mayor en el empadre de primavera (97%) en comparación con los de invierno (87%), otoño (76%) y verano (73%). El elevado Índice de celos observado en primavera pudo ser ocasionado por la introducción súbita de los machos, lo cual, se ha visto, puede estimular la actividad sexual en borregas que pasan por el periodo de transición de la época de anestro a la de actividad reproductiva (Shinkel, 1954, a, b; Martin, 1979) sin embargo, esto no explica la baja actividad sexual de las borregas en los empadres de verano y otoño (73% y 76%) observados en este segundo experimento, ni tampoco puede ser explicado por un fenómeno estacional, ya que, estos empadres, corresponden a la época de mayor actividad reproductiva reportada por Valencia *et al* (1978) y De Lucas *et al* (1983) en la misma región. Por otro lado, la actividad reproductiva en los empadres de otoño del primer experimento (93% y 94%) contrasta con el 76% del empadre de otoño en el segundo experimento. Estos resultados pueden deberse al nivel alimenticio, ya que, el segundo experimento, se rea-

lizo en Toluca, Méx., donde las condiciones de alimentación eran inferiores a las de Tulancingo, Hgo., en donde se realizó el primer experimento. Hay que hacer notar que el empadre de primavera del año 1980, que se efectuó en Tulancingo, Hgo., fue utilizado en los análisis de ambos experimentos, lo cual ayuda a explicar, en parte, por qué fue el mejor empadre del segundo experimento, sin embargo, las ovejas estuvieron en las mismas condiciones que en los otros empadres, del primer experimento, realizados en otoño, y no se encontraron diferencias; lo anterior sugiere que, además del fotoperiodo y el nivel de alimentación, algún otro factor está involucrado en este fenómeno, o bien que el efecto del macho en borregas de la raza Rambouillet bajo estas condiciones, puede estimular la actividad sexual en forma notoria, o que el anestro estacional de estas borregas no es muy profundo. Asimismo, la fertilidad y la tasa de concepción siguieron la misma tendencia, lo cual es particularmente importante en el caso del segundo experimento, donde los empadres de otoño y verano mostraron ser inferiores al de primavera. Esto contrasta con la mayor fertilidad obtenida en los empadres de otoño, en comparación con los de primavera, en estudios similares de más de un parto por año (Hunter, 1968; Whiteman et al, 1972; Duncan y Black, 1978; Notter y Copenhaver, 1980; Ozakuma et al, 1982; Fogarty et al, 1984).

En el experimento de un parto por año no se detectaron diferencias en la prolificidad, sin embargo, en el experimento de 3 partos en dos años, se encontró la mejor prolificidad en el empadre de primavera, lo que, probablemente, se debió a la mejor alimentación que recibieron las borregas en aquel empadre, que se efectuó en Tulancingo, Hgo., a diferencia de los otros tres, realizados en Toluca, Méx. El efecto de la nutrición sobre la prolificidad ha sido observado anteriormente por Hulet et al (1974, 6). A pesar de esta

diferencia, no parece haber alguna variación atribuible a la estacionalidad, ya que en los otros tres empadres, no hubo prácticamente ninguna diferencia, lo cual coincide con las observaciones de De Lucas et al (1986, en prensa), quienes no encontraron diferentes tasas ovulatorias en verano, otoño o invierno en la raza Rambouillet. Sin embargo, otros autores han observado mayores tasas ovulatorias y mejores prolificidades en empadres de primavera (Fletcher et al, 1970; Sierra, 1977-1978; Land et al, 1970) permaneciendo este patrón de comportamiento en sistemas de reproducción acelerada (Land y McClelland, 1971; Notter y Copenhaver, 1980; Ozakuma et al, 1982).

Efecto de la Edad

En general, las borregas de un año, tuvieron un comportamiento reproductivo inferior que sus compañeras de más edad. Tanto el índice de celos, como la tasa de concepción y la fertilidad, tendieron a ser menores en las borregas de un año en el programa reproductivo de un parto por año, en tanto la prolificidad tendió a ser mayor conforme aumentó la edad de las borregas, particularmente en las de 3 y 4 años. El mejor comportamiento reproductivo que muestran las borregas de más de 2 años, ha sido observado anteriormente por diversos autores (Sidwell et al, 1962; Turner y Dolling, 1965; Mullaney y Brown, 1970; Sidwell y Miller, 1971; Glimp, 1971; Dickerson y Glimp, 1975; Atkins, 1981), sin embargo, existen discrepancias sobre cuál es la edad en la que se obtiene la máxima eficiencia reproductiva.

En el experimento de 3 partos en 2 años, el efecto de la edad se mantuvo, como en el primer experimento, detectándose la menor eficiencia reproductiva en las borregas de un año de edad, que mejoró en las borregas de 2 a 5 años, y disminuyó, nuevamente, en las de 6 años. Esto concuerda con los resultados encontrados por Notter y Copenhaver

(1980), quienes observaron que la eficiencia reproductiva en borregas sometidas a empadre cada 8 meses, aumentó con la edad, hasta que estas tuvieron 5 ó 6 años. Esto coincide con los resultados de los estudios de un parto por año, en los que se ha involucrado a la edad, lo que sugiere que, en sistemas de reproducción acelerada, el patrón de comportamiento se mantiene. Por otro lado, el envejecimiento gradual de las borregas pudo influir en la reducción de la fertilidad, ya que, en el primer empadre, las borregas tenían de 1 a 6 años, en tanto en el último tenían de 3 a 8 años, y se observó, en este mismo experimento, que las borregas que iniciaron el programa a la edad de 6 años, tuvieron una eficiencia reproductiva menor que las que iniciaron a la edad de 2 a 5 años, lo que, además, sugiere que la productividad de un programa de este tipo puede ser mejorada, incluyendo exclusivamente borregas cuya edad fluctúe entre 2 y 5 años.

Comparación entre los dos Sistemas

El comportamiento reproductivo de las borregas sometidas a un sistema reproductivo acelerado [3 partos en 2 años], en general fue inferior que cuando se les sometió al sistema de un parto por año. El Índice de celos, en el sistema tradicional, fue de 94%, en tanto que en el sistema acelerado fue de 84%. Sin embargo, la reducción en la tasa de concepción no fue tan acentuada (86% y 81% en los sistemas tradicional y acelerado), en tanto la fertilidad sufrió un decremento muy marcado, que fue 81% en el sistema tradicional y 68% en el acelerado. Estos resultados sugieren que, bajo estas condiciones de reproducción acelerada, se puede producir un gradual descenso de la eficiencia reproductiva, lo cual había sido observado anteriormente por Fogarty *et al* (1984). En forma similar, la prolificidad fue mayor en el sistema tradicional (112%) en comparación con el acelerado [106%], lo que, junto con la mayor efi-

ciencia reproductiva del sistema tradicional, acentuó más la deficiencia en el índice de procreo, que fue de 73% y 53% respectivamente. En general, es posible que el sistema acelerado de empadres haya producido, por sí solo, la caída en el comportamiento reproductivo de las borregas, sin embargo, en otros estudios, esto no ha ocurrido (Notter y Copenhaver, 1980; Dzahuma *et al*, 1982), lo que hace pensar que algún otro factor intervino en la pobre eficiencia reproductiva. Por un lado, cuando las borregas se empadraron una vez al año, estuvieron alojadas en Tulancingo, Hgo., en donde la alimentación era a base de pradera de riego y ensilaje de maíz, en tanto en el sistema acelerado, las borregas se alojaron en Toluca, Méx., con una alimentación a base de praderas naturales y rastrojo de maíz. Esta dieta de inferior calidad con la que estuvieron alimentadas las borregas en el programa acelerado, se reflejó en el menor peso de éstas, lo que pudo, por sí solo, ocasionar dicha reducción del comportamiento reproductivo y, más aún, si consideramos que el primer empadre de este sistema (primavera de 1980) se realizó en Tulancingo, Hgo. y que fue precisamente en el que se presentó la mayor eficiencia reproductiva de este sistema. Por otro lado, en el sistema tradicional, las borregas tenían entre 1 y 4 años de edad, mientras que en el sistema acelerado tenían entre 1 y 6 años al inicio del experimento, y 3 a 8 años al finalizar éste, lo que pudo ocasionar cierta reducción en el comportamiento reproductivo de las borregas.

A pesar de que hubo cierta reducción en la eficiencia reproductiva, al someter a las borregas al sistema de reproducción acelerado, la producción anual de corderos tendió a mejorarse cuando las borregas parieron en los 4 ciclos reproductivos estudiados en este sistema, de tal forma que, mientras en el sistema de un parto por año se producen anualmente 1.12 corderos al nacimiento por cada

borrega parida, en el sistema de 3 partos en 2 años, se producen 1.49 corderos si las borregas paren en todos los ciclos reproductivos, lo cual representa una ganancia de 0.38 corderos por borrega por año. Sin embargo, no todas las borregas se adaptaron al sistema acelerado, ya que sólo 23.1% de las borregas parieron en los 4 ciclos reproductivos que abarcó el estudio, y el resto parieron en 3, 2 ó 1 ocasiones (37.0%, 32.9% y 7.0% respectivamente). En forma similar, Robinson *et al* (1975, citados por Robinson y Ørskov, 1975) observaron en borregas Finnish x Dorset Horn, sometidas a un sistema de partos cada 7 meses, que el 49% de las borregas parió en los 5 ciclos reproductivos que duró el estudio, y el 31.2% parió en 4, mientras que sólo el 19.8% tuvo tres partos o menos. Estos resultados sugieren que la implementación de un sistema de partos cada 8 meses con borregas de la raza Rambouillet es factible, sin embargo, la eficiencia reproductiva tiende a disminuir con los años y, aunque la estacionalidad reproductiva no parece ser un obstáculo para empadrear a las borregas en la mayor parte del año, sólo una proporción de ellas se adapta al sistema acelerado de partos, lo que podría ser contrarrestado mediante el uso de borregas cuya edad esté entre los 2 y 5 años, y utilizando un programa de alimentación adecuado, considerando que las necesidades anuales de alimento son mayores.

Finalmente, hay que considerar que el sistema de reproducción acelerado implica mayor manejo, y un programa de alimentación más intensivo. Así, cuando las borregas paren cada año, tienen un periodo de reposo de 4 meses entre el destete y la nueva concepción [considerando 90 días de lactancia], lo que les permite recuperar el peso perdido durante la lactancia y llegar en óptimas condiciones al empadre, mientras que, al parir cada 8 meses, este periodo de descanso no existe (considerando una lactancia similar), por lo que las borregas no deben perder peso durante la lactancia si que-

remos que estén en buen estado al momento del empadre. Una alternativa es reducir la lactancia a 60 días y darles un periodo de descanso de 30 días, sin embargo, bajo estas condiciones, los corderos deberán mantenerse dentro de un programa de alimentación más intensivo para contrarrestar el corto periodo de lactancia y, de cualquier manera, las borregas deberán recibir una dieta más rica durante la lactancia. Por otro lado, sería recomendable aplicar un sistema de diagnóstico de gestación temprano, como es la detección de celos con machos marcadores, para hacer más eficiente un programa de este tipo.

VII.- CONCLUSIONES

Experimento 1

El Índice de celos y la fertilidad de las borregas Rambouillet sometidas a empadres cada 12 meses, fue similar a la obtenida por otros autores en diversas partes del mundo. Sin embargo, la prolificidad fue inferior a la encontrada en otros estudios realizados en la misma raza.

En el empadre de primavera, el Índice de celos fue similar al de los empadres de otoño de los 2 años anteriores y muy superior al observado por otros autores en la misma raza y a la misma latitud geográfica. De igual forma, la fertilidad y la prolificidad fueron similares en los tres empadres, lo que indica la poca variación estacional que muestra esta raza bajo las condiciones en que se realizó el experimento.

Las borregas de un año de edad mostraron una menor actividad reproductiva y una fertilidad inferior a la de sus compañeras de 2, 3 o 4 años. La prolificidad mostró una tendencia a aumentar con la edad, de tal forma que, las borregas de 4 años, fueron las que produjeron mayor número de corderos al parto.

Experimento 2

La eficiencia reproductiva de las borregas en el programa de 3 partos en 2 años, disminuyó gradualmente con el tiempo, sin embargo, no se vio afectada por la estacionalidad reproductiva, ya que

en el empadre de primavera fue en el que se obtuvieron los mejores resultados, lo cual contrasta con los reportes de la literatura disponible.

Lo anterior sugiere que, bajo estas condiciones, la época de empadre no parece ser un factor determinante en el comportamiento reproductivo de las borregas de la raza Rambouillet, por lo que la estacionalidad reproductiva no representaría un obstáculo para implementar un sistema tendiente a obtener más de un parto por año.

La edad al inicio del experimento, determinó, en gran parte, la eficiencia reproductiva de las borregas. El índice de celos fue menor en las borregas de un año, sin embargo, la tasa de concepción fue mayor en estas borregas y tendió a disminuir conforme aumentó la edad. Debido a esto, la fertilidad fue menor en las borregas de un año y aumentó en las de 2 y 3 años y disminuyó gradualmente a partir de esta edad. Por otro lado, la prolificidad no sufrió cambios debido a la edad de las borregas.

A pesar de que en el sistema intensivo de empadres, la eficiencia reproductiva de las borregas fue inferior en comparación con el sistema tradicional de un parto por año, la producción anual de corderos tendió a aumentar cuando las borregas parieron, en los 4 ciclos reproductivos que duró el experimento, sin embargo, sólo una pequeña proporción de ellas se adaptó a este sistema.

VIII.- LITERATURA CITADA

- Allen, B.M. and Laming, G.E. Nutrition and reproduction in the ewe. *J. Agric. Sci.* 56:69 (1961).
- Anderson, J. Reproduction in imported british breeds of sheep on a tropical plateau. 57 *Int. Congr. Anim. Reprod. A.I.* (Trento) Vol. III, 465 (1964).
- Arbiza, A.S. Antecedentes de la cría ovina y de la industria lanera en México. *Memorias del Curso sobre Productos Ovinos: Carne-Lana.* Fac. Est. Sup. Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México (1982).
- Atkins, K.D. The comparative productivity of five ewe breeds 3. Adult ewe performance. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 20:288 (1984).
- Avalos, R.G. Desarrollo de un plan de mejoramiento genético para el borrego Tabasco. *Tests Profesional.* Esc. Nal. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México (1978).
- Barker, H.B. and Wiggins E.L. Occurrence of post-partum estrus in fall lambing ewes. *J. Anim. Sci.* 23:967 (1964).
- Barrón, C., Valencia, J. y Ochoa, P. Comportamiento reproductivo de ovejas Suffolk con empadres en diferentes épocas del año. 8° *Congr. de la Asoc. Latinoamericana de Prod. Anim. (ALPA)* Sto. Domingo, Rep. Dominicana. P.F 47 (1981).
- Beaty, T. and Williams, H.L. The reproductive performance of british breeds of sheep in an equatorial environment. I.- Mountain breeds. *The British Vet. J.* 127:1 (1971, a).
- Beaty, T. and Williams, H. L. The reproductive performance of british breeds of sheep in an equatorial environment. II.- Lowland breeds. *The British Vet. J.* 127:10 (1971, b).

- Boaz, T.G. and Tempest, W.M. Some consequences of highflock prolificacy in an intensive grassland sheep production system. *Anim. Prod.* 20:219 [1975].
- Braden, A.W. Studies in flock mating of sheep. Effect of undernutrition of ewes during joining. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 11:375 [1971].
- Call, J.W., Foote, W.C., Eckre, C.D. and Hulet, C.V. Post-partum uterine and ovarian changes, and oestrus behaviour from lactation effects in normal and hormone treated ewes. *Theriogenology* 6:495 [1976].
- Cámara Nacional de la Industria Textil. Memoria estadística [1980].
- Cockrem, F.R. A review of the influence of liveweight and flushing on fertility made in the context of efficient sheep production. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.* 39:23 [1970].
- Cognie, V., Hernández-Barreto, M. y Saumade, J. Low fertility nursing ewes during the non-breeding season. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 15:329 [1975].
- Cumming, I.A. Relationship in the sheep of ovulation rate with liveweight, breed, season and plane of nutrition. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 17:234 [1977].
- De Lucas, T.J. Mortalidad perinatal en los corderos. *Temas Selectos de Ovínos No. 1. Fac. Est. Sup. Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México* [1981].
- De Lucas, T.J., González, P.E. y Martínez, R.L. Estacionalidad reproductiva de cinco razas ovinas. *Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México 1983. Distrito Federal p. 119* [1983].
- De Lucas, T.J. Estacionalidad reproductiva en cinco razas ovinas. *Tesis de maestría. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México [en prensa] [1986].*
- Dickerson, G.E. and Glimp, H.A. Breed and age effects on lamb production of ewes. *J. Anim. Sci.* 40:397 [1975].

- Ducker, M.J. and Bouman, J.C. Photoperiodism in the ewe. 3.- The effect of various patterns of increasing daylength on the onset in Clun Forest ewes. *Anim Prod.* 12:465 (1970, a).
- Ducker, M.J. and Bouman, J.C. Photoperiodism in the ewe. 4.- A note on the effect on onset of oestrus in Clun Forest ewes of applying the same decrease in daylength at two different times of the year. *Anim Prod.* 12:513 (1970, b).
- Ducker, M.J. and Bouman, J.C. Photoperiodism in the ewe 5.- An attempt to induce sheep of three breeds to lamb every eight months by artificial daylength changes in a non-light-proofed building. *Anim. Prod.* 14:323 (1972).
- Ducker, M.J., Thwaites, C.J. and Bouman, C.J. Photoperiodism in the ewe. 2.- The effect of various patterns decreasing daylength on the onset of oestrus in Clun Forest ewes. *Anim. Prod.* 12:115 (1970).
- Dun, R.B., Ahmed, W. and Marrant, A.J. Annual reproductive rhythm in Merino sheep related to the choice of a mating time at Trangie, Central Western New South Wales. *Aust. J. Agric. Res.* 11:805 (1960).
- Duncan, J.G.S. and Black, W.J.M. A twice yearly lambing system, using Finnish Landrace x Dorset Horn ewes. *Anim. Prod.* 26:301 (1978).
- Dutt, R.H. and Bush, L.F. The effect of low environmental temperature on initiation of the breeding season and fertility in sheep. *J. Anim. Sci.* 14:885 (1955).
- Dzakuma, J.N., Stritzke, D.J. and Whiteman, J.V. Fertility and prolificacy of crossbreed ewes under two cycles of accelerated lambing. *J. Anim. Sci.* 54:213 (1982).
- Eales, F.A., Gilmour, J.S., Barlow, R.M. and Small, J. Causes of hypothermia in 89 lambs. *Vet. Record* 110:118 (1982).
- Fletcher, I.C. Relationship between frequency of suckling, lamb growth

- and post-partum oestrus behaviour in ewes. *Anim. Behav.* 19:108 (1970).
- Fletcher, I.C. and Geytenbeek, P.F. Seasonal variation in the ovarian activity of Merino ewes. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 10:267 (1970).
- Fletcher, I.C., Geytenbeek, P.F. and Alden, W.G. Interaction between the effects of nutrition and season mating on reproductive performance in crossbreed ewes. *Aust. J. Agric. Anim. Husb.* 10:393 (1970).
- Fogarty, N.M., Dickerson, G.E. and Young, L.D. Lamb production and its components in pure breeds and composites lines I.- Seasonal and other environmental effects. *J. Anim. Sci.* 58:285 (1984).
- Foote, W.C. and Hulet, C.V. Factors affecting post-partum reproductive phenomens in the ewe. *J. Anim. Sci.* 31:260 (Abstr.) (1970).
- Ford, J.J. Post-partum reproductive performance of Flinnisheep cross-breed ewes. *J. Anim. Sci.* 49:1043 (1979).
- George, J.J. Post parturient oestrus in Merino and Dorset Horn sheep. *Aust. Vet. J.* 49:242 (1973).
- Glimp, H.A. Effect of breed and mating season on reproductive performance of sheep. *J. Anim. Sci.* 32:1176 (1971).
- Gonzalez, S.C., Pedrozo, F. y Goicochea, J. Comportamiento y eficiencia reproductiva en ovejas de pelo en el medio tropical. 2.- Fertilidad, prolificidad y comportamiento postparto en ovejas West African. I. Simposio Nacional Do Caprino e Ovino Tropical. Mayo 1981. Fortaleza, Ceara (1981).
- Gordon, I. Application of synchronization of estrus and ovulation in sheep. Proceedings. Symposium. Management of reproduction in sheep and goats. University of Wisconsin, Md. p 15 (1977).
- Hafez, E.S.E. Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. Pt. I.- The breeding season in different environments. Pt. II.- The breeding season in one locality. Pt. III.- The

- breeding season and artificial light. Pt. IV.- Studies on the reproduction of the ewe. Pt. V.- Mating behaviour and pregnancy diagnosis. *J. Agric. Sci. Cam.* 42:189 [1952].
- Hulet, C.V., Shelton, M., Gallagher, J.R. and Price, D.A. Effects of origin and environments on reproductive phenomena in Rambouillet ewe. 1.- Breeding season and ovulation. *J. Anim. Sci.* 38:1210 [1974, a].
- Hulet, C.V., Price, D.A. and Foote, W.C. Effects of month of breeding and feed level on ovulation and lambing rates of Panama ewes. *J. Anim. Sci.* 39:73 [1974, b].
- Hunter, G.L. Increasing the frequency of pregnancy in sheep. I. Some factors affecting rebreeding during the post partum period. *Anim. Breed. Abstr.* 36:347 [1968].
- Hunter, G.L. Is there a lactation anoestrus in the sheep? *S. Afric. J. Anim. Sci.* 1:55 [1971].
- Hunter, G.L. and Van Aarde, M.R. Influence of season of lambing on post-partum intervals to ovulation and oestrus in lactating and dry ewes at different nutritional levels. *J. Reprod. Fert.* 32:1 [1973].
- Hunter, G.L. and Van Aarde, M.R. Influence of age of ewe and photoperiod on the intervals between parturition and first oestrus in lactating and non-lactating ewes at different nutritional levels. *J. Reprod. Fert.* 42:205 [1975].
- Kann, G. and Martinet, J. Prolactin levels and duration of post-partum anoestrus in lactating ewes. *Nature* 257:63 [1975].
- Karam, H.A., Juma, K.H., Al-Shabibi, M., Eliya, J. and Al-Ma'alli, H.N.A. Milk production in Awassi and Hungarian Merino sheep in Iraq. *J. Agric. Sci. Cam.* 76:507 [1971].
- Kelly, R.U.J., Allison, A.J. and Shackell, G.H. Seasonal variation in oestrus and ovarian activity of five breeds in Otago N.Z.J. *Exp. Agric.* 4:209 [1976].

- Kennedy, J.P., Auldish, H.T., Popovic, P. and Reynolds, Management strategies for increasing reproduction rate of sheep in far western New South Wales. Commonwealth Scientific & Industrial Research Organization Technology and Sheep Breeding, 21:49 (1974).
- Land, R.B. A relationship between the duration of oestrus ovulation rate and litter size in sheep. J. Reprod. Fert. 23:49 (1970).
- Land, R.B. and McClelland, T.H. The performance of Finu-Dorset sheep allowed to mated four times in two years. Anim. Prod. 13:637 (1971).
- Land, R.B., Pelletier, J., Thimonier, J. and Muleon, P.A. Quantitative study of genetic differences in the incidence of oestrus. Ovulation and plasma luteinizing hormone concentration in the sheep. J. Endocrinology 58:305 (1973).
- Lees, J.L. Variation in the time of onset of the breeding season in Clun ewes. J. Agric. Sci. Camb. 67:173 (1966).
- Lishman, A.W. and Lange, G.M. The incidence of oestrus in Merino ewes following introduction of breeding rams in summer and spring. Proc. S. Afric. Soc. Anim. Prod. 6:196 (1971).
- Maifala, K. and Kangasniemi, R. Experiences of out of season and twice-a-year lambings in Finusheep. Wld. Rev. Anim. Prod. 8:84 (1972).
- Hallampati, R.S., Pope, A.L. and Casida, L.E. Effect of suckling on post-partum anoestrus in ewes lambing in different seasons of the year. J. Anim. Sci. 32:673 (1971).
- Marshall, F.H.A. On the change over the oestrus cycle in animals after transference across the equator, with further observations on the incidence of the breeding season and the factors controlling sexual periodicity. Prod. Roy. Soc. (B) London 122:413 (1937).
- Martin, G.B. Ram-induced ovulation in seasonally anovular Merino ewes: effects of oestradiol on the frequency of ovulation, oestrus and short cycles. Theriogenology 12:283 (1979).

- Martínez, M.G., Urrutia, M.J., Mejía, G.C.A., Sánchez, J. y Martínez, R.L. Eficiencia reproductiva de las borregas de la raza Corriedale en el Altiplano de México. *Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México* 1984 p 326 (1984).
- Martínez, M.G., Urrutia, M.J. y Martínez, R.L. Efecto de la época de empadre sobre la eficiencia reproductiva de borregas de la raza Corriedale en el Altiplano de México. *Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México* 1985 p. 206 (1985).
- Mavrogenis, A.P. and Louca, A. A note on some factors influencing post-weaning performance of purebred and crossbreed lambs. *Anim. Prod.* 29:415 (1970).
- Miller, W.W. III and Wiggins, E.L. Ovarian activity and fertility lactating ewes. *J. Anim. Sci.* 23:981 (1964).
- Mullaney, P.D. and Brown, G.H. Some components of reproductive performance of sheep in Victoria. *Aust. J. Agric. Res.* 21:945 (1970).
- Nie, R.S. *Statistical package for social sciences*. Mc Graw Hill International Book Company (1975).
- Notter, D.R. and Copenhaver, J.S. Performance of Finnish Landrace crossbreed ewes under accelerated lambing I. Fertility, prolificacy and ewe productivity. *J. Anim. Sci.* 51:1033 (1980).
- O'Ferral, G.J.M. Reproductive performance of Finn-Dorset ewes on an 8-mo lambing system. *Anim. Prod.* 24:129 (Abstr.) (1977).
- Olham, C.M., Martín, G.B. and Knight, T.W. Stimulation of seasonally anovular Merino ewes by rams. I. Time from introduction of the rams to the preovulatory LH surge and ovulation. *Anim. Repro. Sci.* 1:283 (1979).
- Ortavant, R., Mauleon, P. and Thibault, C. Photoperiodism control of gonadal and hypophyscal activity in domestic mammals. *Annals. N.Y. Acad.* p 117 (1964).
- Ortega, E., Acosta, C., González, A. y De Alba, J. Edad al primer parto y frecuencia reproductiva de ovinos de pelo 5º Congr. de

- La Asoc. Latinoamericana de Prod. Aním. (ALPA) Sto. Domingo, Rep. Dominicana F-44 [1981].
- Pijoan, A.P.J. Factores ambientales y endócrinos que afectan el anestro estacional en los ovinos. Bases de la Cría Ovina (Memorias) Toluca, Méx. Junio 1984 p 59 [1984].
- Pijoan, P. y Williams, H. Ll. El efecto del fotoperiodo en la estación reproductiva y la actividad ovárica en ovejas Dorset Horn y North Country Cheviot, Resúmenes de la Reunión de Investigación Pecuaria en México [1983].
- Poindrón, P., Cognie, Y., Gayerie, F., Oregur, P., Oldham, C. and Rivault, G.P. Changes in gonadotrophins and prolactin levels in isolated (seasonally or lactationally) anovular ewes associated with ovulation caused by introduction of rams. *Physiol. Behav.* 25:227 [1980].
- Radford, H.M. Photoperiodism and sexual activity in Merino ewes. I.- The effect of continuous light on the development of sexual activity. *Aust. J. Agric. Res.* 12:139 [1961, a].
- Radford, H.M. Photoperiodism and sexual activity in Merino ewes. II.- The effects of equinoctial light on sexual activity, *Aust. J. Agric. Res.* 12:147 [1961, b].
- Rattray, P.V. Flushing response from heavy and light ewe. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.* 40:34 [1980].
- Rhind, S.M., Robinson, J.J., Fraser, C. and McHattie, I. Ovulation rate and embryo survival at a hormonally induced oestrus in Finnish Landrace x Dorset Horn ewes. *Anim. Prod.* 22:137 (Abstr.) [1976].
- Robinson, J.J., McDonald, I., Fraser, C. and Crofts, R.M.J. Studies on reproduction prolific ewes. 1.- Growth of the products of conception, *J. Agric. Sci. Camb.* 88:539 [1977].
- Robinson, J.J. and Ørskov, E.R. An integrated approach to improving the biological efficiency of sheep meat production. *Wld. Rev.*

- Anim. Prod.* 11:63 [1975].
- Sahni, K.L., Tiwari, S.B. and Sahani, M.S. Effect of season on the occurrence of oestrus and fertility in different breeds of sheep under semi-arid conditions. *Indian Vet. J.* 53:515 [1976].
- Saint-Pastous, A. A poliestria anual da raza Merino-Australiana. *Bol. Insem. Artif.* 7:37 [1955].
- Schinkel, P.G. The effect of the presence of the ram on the ovarian activity of the ewe. *Aust. J. Agric. Res.* 5:465 [1954, a].
- Schinkel, P.G. The effect of the presence of the ram on the occurrence of oestrus in ewes. *Aust. Vet. J.* 30:189 [1954, b].
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Ganadería. Datos preliminares sobre la población nacional ovina. México [1980].
- Secretaría de agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección de Reproducción Genética y Alimentación Animal. Estimación de importaciones ovinas (datos no publicados) [1985].
- Sefidbakht, N., Mostafavi, M.S. and Faird, A. Effect of season of lambing on postpartum ovulation, conception and follicular development of four fattailed iranian breed of sheep. *J. Anim. Sci.* 49:1043 [1977].
- Shelton, M. and Klind, J. The ovulation rate of Finnish Landrace x Rambouillet ewes. *Am. Soc. Anim. Sci.* 26:168 [1975].
- Sidwell, G.M., Everson, D.O. and Terrill, C.E. Fertility, prolificacy and lamb livability of some pure breeds and their crosses. *J. Anim. Sci.* 21:875 [1962].
- Sidwell, G.M. and Miller, L.R. Production in some pure breeds of sheep and their crosses. I. Reproductive efficiency in ewes. *J. Anim. Sci.* 32:1084 [1971].
- Sierra, A.I. Variación estacional de la prolificidad en ovejas cruzadas Romanov x Rasa Aragonesa. *Anales de la Facultad de Veterinaria, Zaragoza, España.* p 640 [1977-1978].

- Speedy, A.W., Black, W.J.M. and Fitzsimons, J. The performance of Finnish Landrace x Dorset Horn ewes mated every six months. *Anim. Prod.* 22:138 (Abstr) (1976).
- Speedy, A.W. and Owen, J.B. Factors affecting the cessation of oestrus activity in ewes. *Anim. Prod.* 21:251 (1975).
- Thwaites, C.J. Photoperiodic control of breeding activity in the Southdown ewe, with particular reference to the effect of an equatorial light region. *J. Agric. Sci.* 65:57 (1965).
- Turner, H.N. and Dolling, C.H.S. Vital statistics for an experimental flock of Merino sheep II. The influence of age on reproduction performance. *Aust. J. Agric. Res.* 16:699 (1965).
- Valencia, J., Barrón, C. y Fernández-Baca, S. Variaciones estacionales de la presentación de estros en ovejas Dorset y Criollas en México. *Veterinaria México* 9:45 (1978).
- Valencia, J., Barrón, C., Fernández-Baca, S., Huerta, N. y Ortlz, A. Presentación de estros en ovejas criollas a lo largo del año. *Veterinaria México* 11:71 (1980).
- Van Niekerk, B.D.H. and Mulder, A.M. Duration of pregnancy and of post-partum anoestrus in autumn-mated Durper, Dohne Merino and Merino ewes. *Proc. S. Afric. Soc. Anim. Prod.* 4:305 (1965).
- Walton, P. and Robertson, H.A. Reproductive performance of Finnish Landrace ewes mated twice yearly. *Can. J. Anim. Sci.* 54:35 (1974).
- Watson, R.H. and Radford, H.M. The influence of rams on onset of oestrus in Merino ewes in the spring. *Aust. J. Agric. Res.* 11:65 (1960).
- Whiteman, J.W., Zollinger, W.A., Thrift, F.A. and Gould, M.B. Post-partum mating performance of ewes involved in a twice yearly lambing program. *J. Anim. Sci.* 35:836 (1972).
- Wiggins, E.L., Barker, H.B. and Miller III, W.W. Estrual activity in open Rambouillet ewes. *J. Anim. Sci.* 30:405 (1970).
- Williams, H.L. and Thwaites, C.J. The reproductive performance

of Border Leicester ewes in contrasting photoperiodic environments. *J. Agric. Sci. Camb.* 83:101 (1974).

Wodzica-Tomaszeusca, M., Hutchinson, J.C.D. and Bennett, J. W.

Control of the annual rhythm of breeding in ewes: effect of an equatorial daylength with reversed thermal season *J.*

Agric. Sci. Camb. 68:61 (1967).

Yeates, N.T.M. The breeding season of sheep with particular

reference to its modification by artificial means using light.

J. Agric. Sci. 39:1 (1949).