

1/1663  
1723  
23/11/2



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

"DETERMINACION DE LA EPOCA DE MENOR  
ACTIVIDAD ESTRAL DE LA OVEJA  
PELIBUEY EN EL TROPICO"

TESIS

QUE PRESENTA:

MANUEL HEREDIA Y AGUILAR

COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS  
EN LA ESPECIALIDAD DE REPRODUCCION ANIMAL

ASESORES:

Ph D. MARCELINO MENENDEZ TREJO  
M Sc. PABLO ALFONSO VELAZQUEZ MADRAZO

CUAUTITLAN IZCALI, ESTADO DE MEXICO, SEPTIEMBRE DE 1995

FALLA DE ORIGEN



## **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.

**Quiero dedicar este trabajo:**

**A mis padres,**

**Manuel Heredia Valdez (†Q.E.P.D)**

**María del Socorro Aguilar Vda. De Heredia.**

**Por la sencilla razón de darme lo más significativo: La vida misma.**

**A mi madre:**

**Por la titánica labor que desempeñó desde muy joven, ante la definitiva ausencia de mi padre, para darnos sustento y educación a mis hermanos y a mí. Por su bondad infinita y por darme su cariño. Por todas sus oraciones para que Dios nos conceda salud y bienestar a mis hijos, a mi esposa y a mí; su ejemplo permanecerá en mi memoria.**

**A mi esposa, Silvia Coral Sosa:**

**Por haberme dado su tiempo mejor, por permitirme compartir su vida, sus penas y sus alegrías, pero sobre todo por soportar las mías. Su apoyo ha sido fundamental para lograr este objetivo.**

**A Coral y Jesús Enrique (Quique)**

**Mis hijos, mis prendas más queridas. A ellos dedico este trabajo porque, sin saberlo, me han permitido la oportunidad de convertir un sueño en realidad, la de ser padre, porque con su ternura e inocencia me dan alegría. A ellos con la esperanza de que este esfuerzo represente un reto y una meta para su vida, nada me daría mas satisfacción que verlos superar este logro algún día.**

## AGRADECIMIENTOS.

A Dios Todopoderoso, por darme salud y la fuerza necesaria para alcanzar esta meta. Por darme la oportunidad de vivir con mucha gente buena y de disfrutar su amistad y compañía.

A mi Madre y hermanos, por su humildad y cariño hacia mí.

A mis tíos, Amado y Gloria, por su apoyo, consejos y su gran ejemplo de trabajo disciplinado y de honradez.

Al Dr. Marcelino Menéndez Trejo, por la atinada dirección de este trabajo, sus consejos y la interpretación de mi idiosincrasia, y porque a pesar de todas las vicisitudes llevamos a buen término el trabajo.

Al laboratorio de Endocrinología de la Reproducción de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M. en especial al Dr. Luis Zarco, por el apoyo recibido para las determinaciones de progesterona en las muestras de suero.

Al Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México, en especial al Dr. Carlos Vásquez, por el apoyo financiero para el desarrollo del trabajo.

A todos los compañeros del Campo Experimental Mocochoá: Pastores, técnicos, administrativos e investigadores. Por sus innumerables muestras de apoyo y palabras de aliento.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, por darme el apoyo y las condiciones necesarias para realizar estudios de Postgrado.

A mis compañeros de Postgrado, por todos los momentos que pasamos, por todas las peripecias y angustias que vivimos juntos, y por sus muestras de apoyo.

Al H. Jurado, por sus comentarios y el enriquecimiento del trabajo.

Finalmente, y no por ello menos importante, a Alfonso Velázquez por su enorme apoyo y consejos en la conducción de este trabajo, pero sobre todo, por la enorme amistad que hemos mantenido a través de los años.

A todos aquellos que tengo en mi mente y corazón, pero que el espacio limita mis manifestaciones, mi mas profundo y eterno agradecimiento.

## INDICE GENERAL

	Página
<b>RESUMEN</b> .....	<b>I</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	<b>III</b>
<b>INDICE DE GRAFICAS DE RESULTADOS</b> .....	<b>IV</b>
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS DE LA OVEJA PELIBUEY</b> ...	<b>4</b>
2.1.1 Pubertad. ....	4
2.1.2 Duración del estro y del ciclo estral. ....	5
2.1.3 Fertilidad y prolificidad .....	5
<b>2.2 ENDOCRINOLOGIA DEL CICLO ESTRAL DE LA OVEJA</b> .....	<b>6</b>
2.2.1- Hormona luteinizante (LH).....	6
2.2.2- Hormona foliculo estimulante (FSH).....	7
2.2.3- Progesterona (P <sub>4</sub> ) .....	8
2.2.4- Estrógenos (E <sub>2</sub> ).....	8
<b>2.3 ENDOCRINOLOGIA DEL ANESTRO</b> .....	<b>9</b>
<b>2.4 ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA EN OVINOS</b> .....	<b>11</b>
2.4.1- Efecto del fotoperiodo.....	11
2.4.2- Efecto de la raza de la oveja .....	18
2.4.3- Efecto de la nutrición .....	20
2.4.4- Efecto de la edad.....	24
<b>2.5 ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA DE LA OVEJA PELIBUEY</b> .....	<b>25</b>
<b>III HIPOTESIS</b> .....	<b>31</b>
<b>IV OBJETIVOS</b> .....	<b>31</b>

	Página
<b>V MATERIALES Y METODOS</b> .....	32
5.1- Manejo de los animales .....	32
5.2- Manejo de la alimentación .....	32
5.3- Actividad estral .....	33
5.4- Actividad ovárica.....	36
5.5- Análisis estadístico .....	37
<b>VI RESULTADOS</b> .....	38
6.1- Cambios de peso corporal.....	38
6.2- Actividad estral .....	40
6.3- Concentración de progesterona sérica.....	46
6.4- Curvas estimadas de secreción de P4 .....	52
6.5- Actividad ovárica.....	52
<b>VII DISCUSION</b> .....	58
<b>VIII CONCLUSIONES</b> .....	68
<b>IX BIBLIOGRAFIA</b> .....	69
<b>X ANEXOS</b> .....	80
Anexo 1 Técnica de Radioinmunoanálisis en fase sólida.....	80
Anexo 2 Modelos lineales para los análisis de varianza por mínimos cuadrados.....	82
Anexo 3 Cuadros de análisis de varianza.....	86
Anexo 4 Resumen de resultados .....	89
Anexo 5 Gráficas individuales de las concentraciones de P4 a través del periodo de muestreo.....	90

## RESUMEN

El trabajo se realizó en el estado de Yucatán, entre el 12 de diciembre de 1990 y el 7 de septiembre de 1991, para determinar la época de menor actividad reproductiva de la oveja Pelibuey en el trópico (21° 06' latitud Norte y 87° 27' longitud Oeste), así como el efecto de los cambios de peso corporal. Se usaron 124 ovejas de 1 a 8 años de edad, con peso promedio de  $27.5 \pm 0.4$  kg, distribuidas al azar en 3 grupos de cambio de peso: pérdida (PP), mantenimiento (MP) y ganancia (GP). La actividad reproductiva se determinó por la manifestación de estros (en períodos de 18 días), concentración y número de elevaciones de progesterona sérica (P4) en tres épocas (época 1, 18 de enero al 12 de marzo; época 2, 13 de marzo al 10 de junio; época 3, 11 de junio al 30 de agosto) y tasa de ovulación, número de folículos y volúmen ovárico, en los meses de enero, mayo, junio y agosto; los resultados se analizaron por mínimos cuadrados. Las ganancias de peso fueron: -11 g animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> del grupo PP, 5 g del grupo MP y 23 g del grupo GP ( $P < 0.05$ ). Hubo efecto de época sobre la actividad estral ( $P < 0.01$ ), pero no de grupo de cambio de peso ( $P > 0.05$ ). Hasta principios de marzo la presentación de estros fue alta (80%), pero disminuyó entre mediados de marzo y principios de junio; los porcentajes más bajos se observaron en abril (46% en el grupo MP) y mayo (40% en los grupos PP y MP). A fines de junio, los valores fueron similares a los del inicio (83%). Las ovejas de 12 a 24 meses tuvieron menos estros (72%) del total de estros posibles que las ovejas de 48 meses o más (88%) ( $P < 0.01$ ); en la época de menor actividad las ovejas de 12 a 24 meses de edad también tuvieron menor proporción de estros (33%) que las ovejas de 48 meses o más (71%) ( $P < 0.01$ ). En la interacción edad x cambio de peso, las ovejas de 12 a 24 meses de edad del grupo PP tuvieron menos estros que las de mayor edad del grupo GP (69% contra 91%) ( $P < 0.01$ ). La duración del anestro en las ovejas jóvenes (110 días) fue mayor que en las adultas (83 días) ( $P < 0.05$ ). La concentración media y el número de elevaciones de P4, fueron menores en la época 2 (0.9 ng ml<sup>-1</sup> y 3 elevaciones) que en la época 1 (1.4 ng ml<sup>-1</sup> de P4 y 4.4 ciclos) y en la época 3 (3.1 ng ml<sup>-1</sup> de P4 y 4.4 ciclos) ( $P < 0.05$ ). Las ovejas que estuvieron en anestro

tuvieron menor concentración de P<sub>4</sub> (.81 ng ml<sup>-1</sup>) y menos elevaciones (10.6) que las que ciclaron continuamente (1.6 ng ml<sup>-1</sup> y 12.6 elevaciones) (P<0.01). La tasa de ovulación no fue diferente (P>0.05). El número de folículos grandes de enero (.6 folículos), fue menor que en mayo (1.9), junio (1.6) y agosto (1.9) (P<0.05); el número de folículos chicos no fue diferente (P>0.05). El volumen ovárico estimado de enero (4.9 cm<sup>3</sup>) fue mayor (P<0.01) al de mayo (3.7 cm<sup>3</sup>), junio (3.2 cm<sup>3</sup>) y agosto (3.2 cm<sup>3</sup>). Con base a los resultados de este trabajo, se concluye que en condiciones de clima tropical (21° 06' latitud Norte), la oveja Pelibuey manifestó un período de menor actividad estral entre mediados de marzo y principios de junio, que esta disminución en la actividad estral fue independiente dentro de los cambios de peso que se obtuvieron y que las ovejas jóvenes fueron más susceptibles a los factores que inducen este fenómeno.

---

**En este escrito se sigue el estilo del Journal of Animal Reproduction Science.**

## INDICE DE CUADROS

	Página
CUADRO I DISTRIBUCION DE LAS OVEJAS POR CAMBIO DE PESO Y GRUPO DE EDAD .....	32
CUADRO II COMPOSICION PORCENTUAL Y CONTENIDO DE PROTEINA Y ENERGIA DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES .....	34
CUADRO 1. GANANCIA DIARIA DE PESO (g día <sup>-1</sup> ) Y CAMBIOS DE PESO CORPORAL EN OVEJAS PELIBUEY CON TRES ESQUEMAS DE ALIMENTACION.....	38
CUADRO 2. CONCENTRACION MEDIA, NUMERO DE ELEVACIONES Y VALORES MAXIMOS DE PROGESTERONA EN OVEJAS PELIBUEY, POR EPOCA .....	49
CUADRO 3. EFECTO DEL TIPO DE ACTIVIDAD ESTRAL SOBRE LA CONCENTRACION MEDIA DE PROGESTERONA (ng ml <sup>-1</sup> ) EN OVEJAS PELIBUEY.....	49
CUADRO 4. NÚMERO DE FOLÍCULOS, CUERPOS LUTEOS Y VOLUMEN OVARICO ESTIMADO POR EPOCA Y GRUPO DE CAMBIO DE PESO .....	57

## INDICE DE GRAFICAS DE RESULTADOS

GRAFICA 1.	CAMBIOS MENSUALES DEL PESO CORPORAL DE OVEJAS PELIBUEY MANTENIDAS EN 3 ESQUEMAS DE ALIMENTACION. ---	39
GRAFICA 2.	MANIFESTACION DE ESTROS EN OVEJAS PELIBUEY POR PERIODO Y POR ESQUEMA DE ALIMENTACION. -----	41
GRAFICA 3.	MANIFESTACION DE ESTROS EN OVEJAS PELIBUEY POR PERIODO Y POR EDAD. -----	42
GRAFICA 4.	EFFECTO DE LA EDAD SOBRE LA PRESENTACION DE ESTROS EN OVEJAS PELIBUEY. -----	44
GRAFICA 5.	EFFECTO DE LA EDAD SOBRE LA DURACION DEL PERIODO DE ANESTRO EN OVEJAS PELIBUEY. -----	45
GRAFICA 6.	DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LA DURACION DEL CICLO ESTRAL POR TIPO DE CICLICIDAD. -----	47
GRAFICA 7.	DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LA DURACION DEL CICLO ESTRAL POR GRUPO DE CAMBIO DE PESO. -----	48
GRAFICA 8.	NUMERO DE ELEVACIONES DE P <sub>4</sub> POR EPOCA Y TIPO DE ACTIVIDAD ESTRAL EN OVEJAS PELIBUEY. -----	50
GRAFICA 9.	VALORES MAXIMOS DE P <sub>4</sub> POR EPOCA Y GRUPO DE CAMBIO DE PESO EN OVEJAS PELIBUEY. -----	51
GRAFICA 10.	CONCENTRACION DE PROGESTERONA SERICA POR FASE DEL CICLO ESTRAL Y DURANTE EL ANESTRO EN OVEJAS PELIBUEY -----	53
GRAFICA 11.	CONCENTRACION ESTIMADA DE PROGESTERONA SERICA EN OVEJAS PELIBUEY AL INICIO DEL ANESTRO. -----	54
GRAFICA 12.	CONCENTRACION ESTIMADA DE PROGESTERONA SERICA EN OVEJAS PELIBUEY AL FINAL DEL ANESTRO. -----	55
GRAFICA 13.	CONCENTRACION DE PROGESTERONA SERICA DE LAS OVEJAS PELIBUEY QUE ESTUVIERON EN ANESTRO. -----	56

## **I. INTRODUCCIÓN.**

Existen en México grandes extensiones que por su topografía y sus características climáticas y de vegetación, constituyen un medio favorable para la cría y explotación del ganado ovino. No obstante, el nivel de desarrollo en la ovinocultura de nuestro país es inferior al nivel alcanzado en los demás países productores de ovinos.

En los últimos años el inventario ovino nacional ha disminuido aproximadamente en un 33%. De acuerdo con el INEGI (1991), el número de ovinos en México en 1984 fue de 6.1 millones de cabezas, mientras que en 1993, éste se redujo a 3.95 millones (INEGI, 1994a), lo cual representa una pérdida aproximada de 2.1 millones de ovinos.

Estas mismas fuentes (INEGI, 1991; INEGI, 1994a) señalan que no obstante la disminución del inventario ovino, el volumen de producción anual de la especie durante el mismo período, tuvo un incremento de 21.1 mil ton. de carne en 1984 a 28.7 mil ton en 1993. Es probable que este incremento del 33% en el volumen de producción sea debido a una mayor tasa de extracción, más que una mayor eficiencia en los sistemas de producción; de cualquier manera, el aporte de la ovinocultura al ingreso bruto del sector primario (1.2%) es el más bajo entre las especies productivas.

La inclusión de carne ovina en la dieta del mexicano ha sido tradicionalmente de gran importancia; el consumo nacional aparente de este producto asciende a 52.7 mil ton. al año (Arcos, 1993), lo cual representa un déficit de aproximadamente 24 mil ton. Para satisfacer esta demanda en el mercado, ha sido necesaria la importación masiva de carne congelada y de ovinos en pie para el abasto.

Con respecto a las importaciones de productos ovinos, aunque existen marcadas divergencias en las cifras que se mencionan en las diferentes fuentes, es importante considerar ya que constituyen un indicativo de la tendencia de la ovinocultura. Arcos (1993) menciona que en 1988 se importaron 216 mil ovinos para abasto mientras que en 1991 la cifra ascendió a 703 mil cabezas, representando éste, un incremento de 225%. Con relación a la carne ovina, las importaciones para el mismo período aumentaron de 4,736 a 11,029 mil ton., lo que representa el 133%. Por su parte, De Lucas (1994) menciona que de las 31 mil

cabezas de ganado ovino que semanalmente entran al país, 28 mil (90%) se quedan para el consumo del área metropolitana de la ciudad de México y sus municipios conurbados. El INEGI (1994b) señala que la importación de carne ovina en 1993 fue de poco más de 21 mil ton. y de 804.4 mil animales en pie para abasto.

Estas cifras, constituyen un reflejo de la difícil situación en que encuentra la ovinocultura del país como consecuencia del desplazamiento de que ha sido objeto por parte de las demás actividades pecuarias, ésto debido a su bajo nivel tecnológico, a su infraestructura deficiente y por las altas tasas de extracción que se practica en la mayoría de los rebaños (Troncoso, 1984; Soto et al., 1988; Arcos, 1993). La sobreoferta, provocada por la importación desmedida de productos ovinos y los precios internacionales de los mismos, también contribuyen de alguna manera a agravar la situación de la ovinocultura; con relación a lo anterior, Arcos (1993) menciona que en términos generales el ganado ovino de importación se cotizó durante 1992 a un precio 16% menor que el ganado ovino nacional.

A nivel mundial la población ovina se ha mantenido estable en alrededor de 1,150 millones de cabezas. No obstante, Arbiza (1994) menciona que en el último decenio se observó un crecimiento en los rebaños de varios países productores de carne (Irán, China, Turquía e India) mientras que en los países productores de lana (Australia, Nueva Zelanda y Uruguay), los rebaños decrecieron significativamente; esto último, se puede atribuir al desplazamiento de los ovinos a las áreas áridas para destinar las tierras a labores agrícolas.

Las áreas tropicales y subtropicales del país abarcan poco más del 25% del territorio nacional (INEGI, 1990) y representan una alternativa promisoría para incrementar la producción ovina. En estas regiones existen casi 500 mil cabezas de ovino de pelo distribuidos principalmente en los estados del Golfo de México y de la Península de Yucatán, de los cuales del 90 al 95% son de raza Pelibuey y el resto de la raza Blackbelly o las cruza de ambas razas (González et al., 1991). Las características de rusticidad de este ganado le ha permitido adaptarse al medio ambiente tropical y convertir el forraje fibroso y de baja calidad en carne.

La ovinocultura tropical se caracteriza por ser una actividad secundaria que se practica en sistemas mixtos de producción en condiciones rústicas y tradicionales donde la agricultura y la ganadería bovina constituyen la actividad más importante (Alvarez, 1985; Franco et al., 1991; Aguilera y Aguilar, 1992). Resultados de algunas investigaciones indican que la productividad del ovino de pelo en clima templado es menor al de las razas especializadas. Sin embargo, en clima tropical el ovino de pelo ha presentado una tasa de fertilidad más alta y un crecimiento similar al de los ovinos de razas especializadas (Bradford y Fitzhugh, 1983; Romano, 1989).

La reproducción estacional de los ovinos representa una de las principales limitantes para el desarrollo de esta actividad pecuaria. En los trópicos, donde las variaciones del fotoperíodo son mínimas se considera que las ovejas presentan estró y son fértiles a lo largo del año. Sin embargo, en algunas investigaciones recientes se ha observado que las ovejas Pelibuey manifiestan un período de anestro estacional o de menor actividad reproductiva desde finales del invierno hasta finales de la primavera (Valencia et al., 1981; Heredia et al., 1991; González et al., 1992). González (1983) y Rodríguez (1989) sugieren que la disminución de la actividad reproductiva de la oveja puede atribuirse a factores nutricionales y climáticos como la temperatura ambiental y la precipitación pluvial.

Independientemente de los factores que intervengan para regular la disminución estacional de la actividad reproductiva de la oveja Pelibuey, ésta constituye una respuesta a las diversas alteraciones en sus mecanismos hormonales y fisiológicos. La importancia del conocimiento de estas alteraciones radica en la posibilidad de establecer esquemas de manejo o de tratamientos hormonales que permitan reducir sus efectos negativos.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA.**

### **2.1 CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS DE LA OVEJA PELIBUEY.**

#### **2.1.1 Pubertad.**

Al igual que en los ovinos de razas especializadas de clima templado, el peso y la edad a la pubertad de las corderas Pelibuey depende de la interacción de los factores genéticos y ambientales aunque por lo general se destaca su precocidad. En trabajos realizados en diversas regiones tropicales de México, se ha observado que el primer estro de las corderas se manifiesta entre los 8 y 13.7 meses de edad y 18 a 25 kg de peso corporal (Castillo et al., 1977; Ortega et al., 1981; Ponce de León et al., 1981; Lizarraga, 1985; Rodríguez et al., 1986; Rodríguez et al., 1991). Como sucede en otras especies, el peso corporal de las corderas y el nivel de alimentación después del destete representan los factores de mayor importancia sobre la aparición de la pubertad (Castillo et al., 1977; Rodríguez, 1979). El peso de las corderas al nacimiento también influye sobre el inicio de la pubertad; Ortega et al. (1981) observaron una correlación alta entre el peso al nacimiento y la edad a la pubertad.

La época de nacimiento y el sistema de crianza de las corderas también afectan la edad a la pubertad. En un trabajo realizado en la Península de Yucatán con ovinos de la raza Pelibuey para evaluar el efecto de dos épocas de nacimiento y dos sistemas de crianza, Ponce de León et al. (1981) observaron que de las corderas nacidas de enero a marzo, las de estabulación presentaron su primer estro 114 días antes que las de pastoreo (300.4 días contra 413.9 días). Sin embargo, el 25% de las corderas en pastoreo alcanzó la pubertad con 320 días ó menos y el resto 75% lo alcanzó a los 411 días ó más. El efecto de la época de nacimiento fue detectado sólo en las corderas en estabulación, las que nacieron entre enero y marzo tuvieron su primer estro 41 días antes que las junio y julio (300 contra 341 días). En este trabajo, también se detectó un período de 60 días (que correspondieron a los meses de marzo y abril) durante el cual las corderas no manifestaron estros, no obstante que ya habían alcanzado el peso corporal para ello; asimismo, se observó un agrupamiento de estros al final de este período. Los autores (Ponce de León et al., 1981), señalaron que la

influencia de la época de nacimiento sobre la edad a la pubertad de las corderas Pelibuey, se debió al efecto de la estacionalidad reproductiva. Sin embargo, aunque en ovinos de clima templado ya se conocía este fenómeno como una característica propia de la especie, no se tenían antecedentes al respecto en ovinos de pelo de clima tropical. En otros trabajos realizados en regiones tropicales de México (Ortega et al., 1981; Cruz et al., 1983) y de Cuba (Perón et al., 1989), también se ha señalado la influencia de la época de nacimiento sobre la edad a la pubertad en corderas Pelibuey.

### **2.1.2 Duración del estro y del ciclo estral.**

La duración media del estro en la oveja Pelibuey es de 25 a 28 h y parece ser poco variable dentro el rango principal en el que se puede presentar que es de 24 a 48 h (Cruz et al., 1982; Segura et al., 1991). Castillo et al. (1977) al evaluar el comportamiento de la oveja Pelibuey en trópico húmedo en diferentes etapas de su vida productiva, observaron que la duración del estro fue significativamente más corto en ovejas lactantes (25.8 h) que en corderas (29.7 h) y en ovejas no lactantes (31.2 h).

La duración normal del ciclo estral de la oveja Pelibuey es en promedio de 17.5 días. Sin embargo, se puede encontrar en un rango de 16 a 20 días. Esta variación puede atribuirse a la edad de la oveja, a los factores climáticos y a la época del año (González, 1977; Cruz et al., 1982; Padilla, 1987; Rodríguez et al., 1991).

### **2.1.3 Fertilidad y prolificidad.**

La tasa de fertilidad y el índice de prolificidad de las ovejas de pelo, pueden ser influenciadas por diferentes factores. Castillo et al. (1977) al comparar el comportamiento reproductivo de corderas al primer parto con el de ovejas adultas lactantes y no lactantes, no observaron diferencias en las tasas de fertilidad de las corderas (98%) y las ovejas adultas no lactantes (100%), pero sí con el de las ovejas lactantes, las cuales fueron menos fértiles (76%). Por otra parte, en un empadre de 35 días realizado en la Península de Yucatán con ovejas Pelibuey adultas no lactantes, Heredia et al. (1985) observaron que las ovejas en condición corporal de regular a buena tuvieron tasas de fertilidad más altas (90 a 100%) que

las de condición corporal mala (65%). En otros trabajos realizados en los trópicos con ovejas lactantes y no lactantes (Valencia et al., 1981) y con ovejas de diferente condición corporal (Rojas et al., 1984ab; Heredia et al., 1988), los autores han coincidido en señalar la característica de alta fertilidad en la oveja Pelibuey, aunque con valores ligeramente inferiores en las ovejas lactantes y en las de pobre condición corporal.

El índice de prolificidad de la oveja, definido como el número de corderos nacidos por oveja parida, presenta una gran variabilidad por efectos genéticos, aunque sin descartar los factores ambientales dentro de raza y entre los cuales se puede mencionar a la alimentación como la más importante. Valencia y González (1983) mencionan que al proporcionar una sobrealimentación en ovejas Pelibuey desde una semana antes del empadre, se incrementó la prolificidad (1.26) con respecto al testigo (1.14). Sin embargo, Rodríguez (1989) menciona que no se logró incrementar la prolificidad en ovejas Pelibuey en mala condición corporal al ser suplementadas tres semanas antes del empadre y una durante (1.05 contra 1.10 del testigo). Con base a una recopilación de la información productiva de los rebaños de diferentes países tropicales, especialmente de la región del Caribe, Fitzhugh y Bradford (1983) señalan que en términos generales el índice de prolificidad de la oveja Pelibuey es de 1.24 con un rango de 1.14 a 1.43. De acuerdo con la clasificación propuesta por Scott (1982) para las ovejas de clima templado, el índice de prolificidad de la oveja Pelibuey es bajo; en esta clasificación, las ovejas con menos de 1.4 corderos por parto son consideradas entre las de baja prolificidad.

## **2.2 ENDOCRINOLOGIA DEL CICLO ESTRAL DE LA OVEJA.**

### **2.2.1 Hormona luteinizante (LH).**

Se conocen 2 formas de liberación de la hormona luteinizante (LH): la liberación tónica o basal y la liberación cíclica o preovulatoria, las cuales son reguladas a través de la acción combinada de la progesterona y de los estrógenos que se secretan en el cuerpo lúteo y en los folículos preovulatorios, respectivamente.

Durante la fase lútea del ciclo estral la LH se libera con una frecuencia de 1 pulso cada 3-4 h, mientras que alrededor del estro, cuando la concentración de P<sub>4</sub> es menor a 1 ng ml<sup>-1</sup>, la frecuencia de liberación de la LH es de 1 pulso h<sup>-1</sup> (Karsch et al., 1984). La liberación tónica de la LH se regula a través de un mecanismo de retroalimentación negativa, en el cual al aumentar la concentración de estrógenos se reduce la amplitud de los pulsos de la LH y al aumentar la concentración de P<sub>4</sub> disminuye la frecuencia de pulsos de la LH por inhibición de la descarga pulsátil de GnRH en el área medio basal del hipotálamo, específicamente en el núcleo arcuato (Karsch et al., 1984; Karsch, 1984; Goodman, 1988)

Poco antes del inicio de la onda preovulatoria de la LH durante el estro, la frecuencia de pulsos de la LH se incrementa a 1 cada 30 minutos para estimular la maduración de los folículos, los cuales aumentan su secreción de estrógenos que inducen finalmente la onda preovulatoria de la LH. Este patrón de secreción de la LH, con duración de 12 a 24 h y valores máximos de 30 a 180 ng ml<sup>-1</sup>, es regulada por la acción de los estrógenos del folículo preovulatorio mediante un mecanismo de retroalimentación positiva sobre el área preóptica y el núcleo supraquiasmático del hipotálamo (Karsch et al., 1984; Karsch, 1984).

### **2.2.2 Hormona foliculo estimulante (FSH).**

La FSH ovina, hormona responsable del crecimiento y desarrollo folicular, ha presentado mayores dificultades para su determinación en comparación con la LH y sus valores de concentración no siempre han sido consistentes con las diferentes técnicas empleadas para su análisis; se ha mencionado que las diferencias en el patrón de secreción de la FSH pueden ser atribuidas a su naturaleza heterogénea y que las diferentes técnicas podrían haber determinado diferentes sub-poblaciones de FSH circulantes (Goodman, 1988). Sin embargo, se han establecido algunas características del patrón de secreción de esta hormona, en los cuales se observa una elevación que coincide con la onda preovulatoria de LH y una segunda elevación entre 18 a 24 h después, cuando las concentraciones de la LH han disminuido. Los valores máximos de los picos de secreción de la FSH están entre 133 y 177 ng ml<sup>-1</sup>, en tanto que sus valores basales se encuentra entre

los 20 y 60 ng ml<sup>-1</sup> (Hauger et al., 1977; Pant et al., 1977). Wheaton et al. (1984) observaron otras elevaciones de la FSH en diferentes días del ciclo estral en ovejas Suffolk, aunque el patrón de secreción observado por estos autores no ha sido consistente. Karsch et al. (1984) mencionan que la FSH puede tener una función permisiva en el proceso folicular ya que sus concentraciones circulantes han sido suficientes para permitir el crecimiento y la maduración de los folículos en cualquier momento del ciclo estral.

### **2.2.3 Progesterona (P<sub>4</sub>).**

La concentración de la progesterona (P<sub>4</sub>) en sangre periférica de la oveja presenta variación durante el ciclo estral. La concentración basal (.2 ng ml<sup>-1</sup>), se observa desde uno o dos días antes del estro hasta cuatro días después; a partir del quinto día, la concentración de P<sub>4</sub> aumenta a valores de 2 a 4 ng ml<sup>-1</sup> y permanece estable hasta por seis o siete días, disminuyendo nuevamente a una concentración menor a 1 ng ml<sup>-1</sup> en las 24 a 36 h previas al siguiente estro (Quirke et al., 1979). En ovejas Pelibuey, Padilla (1987) observó un patrón de secreción de progesterona similar al que se ha reportado para ovejas de clima templado.

Se han señalado diferencias entre razas en la concentración de P<sub>4</sub>, ya que las ovejas con tasas altas de ovulación presentan una mayor concentración de la P<sub>4</sub> al desarrollar una cantidad mayor de tejido lúteo. Aunque la relación de la concentración de P<sub>4</sub> con el número de cuerpos lúteos no es lineal, existe una alta correlación con el número de folículos preovulatorios, lo que indica que las ovejas prolíficas tienen una concentración más alta de P<sub>4</sub> que las ovejas con bajas tasas de ovulación (Bindon y Piper, 1984).

### **2.2.4 Estrógenos (E<sub>2</sub>).**

Entre los cambios hormonales que se observan durante el ciclo estral de la oveja, se incluyen las variaciones en la concentración de los estrógenos, especialmente las del 17 beta-estradiol (E<sub>2</sub>), cuya concentración máxima ocurre durante el período preovulatorio, aunque se ha observado un primer aumento dos o tres días antes de la liberación preovulatoria de la LH y otro durante la fase lútea temprana (Downey, 1980). Otros autores

(Hauger et al, 1977) han descrito también un aumento en los valores de los E<sub>2</sub> a mitad del ciclo estral.

El incremento preovulatorio de los E<sub>2</sub> inicia de 12 a 14 h antes del estro a partir de la concentración basal (11 pg ml<sup>-1</sup>) y alcanza valores más altos (21.1 pg ml<sup>-1</sup>) entre las -8 y 0 h antes del estro, observándose nuevamente valores basales 2 a 10 h después de iniciado el estro; la elevación de los E<sub>2</sub> tiene una duración de 16 a 22 h (Pant et al., 1977) y es sintetizado en los folículos antrales o preovulatorios (Gayerie et al., 1983). En ovejas se ha observado que el aumento de la LH en sangre eleva la producción folicular de andrógenos y estrógenos, lo cual sugiere que la secreción de E<sub>2</sub> depende de la LH y en consecuencia, de la presencia de andrógenos aromatizables (Downey, 1980).

### **2.3 ENDOCRINOLOGIA DEL ANESTRO.**

El anestro estacional de las ovejas, constituye una respuesta de comportamiento a la modificación de los patrones de secreción de las hormonas gonadotrópicas, específicamente a la inhibición de la secreción tónica de la LH, lo cual se refleja en la inactividad ovárica y por consiguiente en la ausencia de estros (Goodman y Meyer, 1984). De la frecuencia de 1 pulso h<sup>-1</sup> con que se libera la LH durante la fase folicular del ciclo estral, ésta disminuye a 1 ó 2 pulsos 6 h<sup>-1</sup> durante la fase lútea. Se ha observado que durante el anestro la secreción de LH se reduce a 1 pulso 5-6 h<sup>-1</sup> e incluso a 1 pulso 24 h<sup>-1</sup> (Scaramuzzi y Baird, 1977; Karsch et al., 1984).

La variación diaria del fotoperíodo, a través de la secreción de melatonina por la glándula pineal, parece estimular dos sistemas neuroendócrinos que regulan la secreción pulsátil del GnRH y por tanto de la LH, en las ovejas (Karsch et al., 1984).

Uno de los mecanismos que regulan la liberación pulsátil de la LH es el "esteroide-dependiente", mediante el cual se manifiesta un cambio en la sensibilidad del hipotálamo al estradiol (Legan et al., 1977). Durante la época reproductiva de la oveja de clima templado, la secreción de melatonina se incrementa y la sensibilidad del hipotálamo a los estrógenos se manifiesta por una disminución en la amplitud de los picos de la LH y en un aumento en

la frecuencia de secreción de los mismos; por el contrario, durante el anestro estacional la secreción de melatonina se reduce a sus valores basales y la sensibilidad del hipotálamo al mecanismo de retroalimentación negativa de los estrógenos aumenta, lo cual se inhibe la secreción pulsátil de la LH.

Sin el estímulo de la frecuencia en la secreción pulsátil de la LH, el crecimiento folicular se detiene. Consecuentemente, la secreción de estrógenos se torna insuficiente para inducir el pico preovulatorio de la LH y la actividad estral de la oveja (Goodman, 1988). Legan et al. (1985) indican que el efecto inhibitorio del estradiol durante el anestro estacional parece que se ejerce en el hipotálamo más que en la pituitaria, ya que la administración pulsátil de la GnRH se puede inducir la ovulación de las ovejas en anestro estacional; además, la secreción pulsátil de GnRH en ovejas con ovarios intactos es menor durante el anestro estacional que en la época de cría (Clarke, 1988).

Existe un segundo mecanismo que regula el comportamiento estacional de las ovejas a través de la secreción pulsátil de la LH. Este mecanismo fue descrito por Robinson et al. (1985) quienes observaron en ovejas ovariectomizadas, que la frecuencia de pulsos de LH fue menor en la época anestro que en la estación reproductiva, no obstante que estas ovejas no secretaban estrógenos, los cuales eran necesarios para ejercer el efecto de retroalimentación negativa en el hipotálamo. Este patrón de secreción de la LH (menor frecuencia pulsátil en la época de anestro que en la estación reproductiva), también fue observado en ovejas a las que se les había extirpado las glándulas adrenales, por lo que el mecanismo se conoce como el sistema "esteroide-independiente" de inhibición de la secreción de los pulsos de LH (Schillo et al., 1988).

Goodman y Meyer (1984) observaron que la administración de pentobarbital en ovejas en anestro estacional estimuló la secreción tónica de la LH. Estos autores, sugieren que la inhibición de la secreción de esta hormona se debe a una acción neuronal y que el anestro estacional de la oveja es el resultado de la activación de las neuronas sensibles al estradiol que inhiben la frecuencia de pulsos de la GnRH y en consecuencia los pulsos de la

LH. La activación del mecanismo "esteroide-dependiente" de inhibición de la frecuencia de pulsos de la LH, depende de la acción de las neuronas catecolaminérgicas (Meyer y Goodman, 1986), mientras que el mecanismo "esteroide-independiente" depende de la acción de las neuronas serotoninérgicas (Whisnant y Goodman, 1990). Aunque estas observaciones confirman la intervención de dos sistemas neuronales en la inhibición de la secreción de la LH, no se excluye una interacción entre los dos sistemas y se sugiere que el "esteroide-dependiente" es activado por el sistema "esteroide-independiente". Sin embargo, Whisnant y Goodman (1990) mencionan que el sistema "esteroide-independiente" de inhibición, no es absolutamente esencial para el funcionamiento del sistema "esteroide-dependiente" para inhibir los pulsos de la LH durante el anestro estacional.

## **2.4 ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA EN OVINOS.**

En la mayoría de las especies animales se observan cambios estacionales en los procesos fisiológicos y endócrinos que controlan su patrón de comportamiento reproductivo; los factores ambientales intrínsecos que regulan el inicio y la duración de los ciclos reproductivos estacionales pueden variar de una especie a otra. Sin embargo, para muchos autores (Karsch et al., 1984; Farner, 1985; Bronson, 1988; Turek y Van Cauter, 1988) es un hecho que la reproducción estacional, al menos en los mamíferos de clima templado, es controlada por la variación estacional del fotoperíodo y el que otras condiciones como la nutrición, temperatura ambiental y precipitación pluvial intervengan para regular el ritmo estacional de la reproducción en algunas especies, indica que esos factores pueden ser capaces de modular las oscilaciones cíclicas (Bronson, 1988).

### **2.4.1 Efecto del fotoperíodo.**

La variación del fotoperíodo y el ritmo estacional con que éste se manifiesta, difieren de acuerdo a la latitud. En las regiones cercanas al ecuador (menos de 30° de latitud), la variación del fotoperíodo es menor, mientras que en las regiones distantes (próximas a los polos) la variación aumenta, siendo más marcada entre los 40° y 60° de latitud:

Las primeras evidencias acerca de la influencia de la variación del fotoperíodo sobre el patrón estacional de la actividad reproductiva de las ovejas, fue presentada por Marshall (1937) al transportar un rebaño de 21 ovejas Southdown del Hemisferio Norte (Inglaterra) al Hemisferio Sur (Sudáfrica). Las ovejas de referencia parieron en enero al llegar a Sudáfrica y entraron nuevamente en estro en mayo del mismo año; para el año siguiente, los estros se presentaron en el mes de marzo, lo cual corresponde al reverso de su estación de cría en el Hemisferio Norte (octubre), pero totalmente adaptado a su nuevo fotoperíodo. Este autor, (Marshall, 1937) también mencionó que se han obtenido resultados similares en ovejas de la misma raza transportadas de Inglaterra a Argentina. Posteriormente, estos resultados fueron confirmados por Hafez (1952) quien al analizar el comportamiento reproductivo estacional en diversas razas ovinas, a diferentes latitudes, observó que la estación reproductiva fue más prolongada en las regiones cercanas al ecuador.

Se ha mencionado, que la importancia del fotoperíodo sobre la estacionalidad reproductiva de los ovinos radica en la exactitud con que se manifiesta este fenómeno a través de los años y en la respuesta animal a los cambios naturales y artificiales de este estímulo (Hafez 1952; Bronson, 1988). De esta forma, la sensibilidad de las ovejas a la variación natural del fotoperíodo ha permitido controlar experimentalmente la actividad reproductiva mediante la aplicación de diferentes esquemas de fotoperíodo artificial.

Hafez (1952) logró adelantar la estación de cría en 6 razas de ovejas al someterlas a un régimen artificial de fotoperíodo corto cuando en forma natural los días se alargaban. Otros autores (Ducker y Bowman, 1970; Ducker et al., 1970) observaron respuestas similares en ovejas Clun Forest, pero además señalaron la importancia de la estación del año y el régimen de fotoperíodo previo a la aplicación de los tratamientos lumínicos, ya que para inducir la actividad reproductiva, fue más efectiva una reducción abrupta después de un fotoperíodo largo que una reducción gradual, posterior a un fotoperíodo corto.

Es posible inducir la actividad estral de las ovejas al exponerlas a fotoperíodos decrecientes, desde la etapa de gestación hasta que vuelven a concebir y después a un

fotoperíodo largo. Sin embargo, el éxito en la aplicación de los diferentes esquemas de fotoperíodo artificial depende de la raza de la oveja y del manejo de la alimentación (Means et al., 1959). Pijoan et al. (1991) al someter a ovejas Suffolk y Corriedale en el último tercio de la gestación, primero a un fotoperíodo largo (16 h) durante 40 días y después a uno de corta duración (10 h) por 90 días, lograron inducir el estro hasta en un 64% de las ovejas, aunque el intervalo parto primer estro de las ovejas que ciclaron no fue diferente. Hackett y Wolynetz (1982) al aplicar un esquema similar de fotoperíodo controlado en ovejas de razas británicas, lograron reducir en forma significativa el intervalo entre partos.

La tasa de ovulación y el índice de prolificidad en las ovejas de clima templado, han sido estudiados generalmente para establecer sus variaciones dentro de la estación reproductiva más que para relacionarlos con la duración del fotoperíodo. Los valores de estos parámetros, obtenidos en diferentes razas ovinas, indican que por lo general son bajos al inicio y al final de la estación reproductiva y que alcanzan valores más altos a mediados de la estación de cría lo cual ocurre en los meses de otoño (Fletcher y Geytembeek, 1970; Hulet et al., 1974; Wheeler y Land, 1977). Hafez (1952) y Kelly et al. (1976) observaron, mediante la comprobación de ovulaciones sin la manifestación de estro así como por la manifestación de estros sin la ovulación correspondiente, un comportamiento errático tanto al inicio como al final de la estación de cría. Glimp (1971) al evaluar el comportamiento de siete razas ovinas apareadas a finales de verano y a mediados y finales del otoño, encontró diferencias en las tasas de fertilidad y de prolificidad; las tasas de pariciones fueron mayores a mediados de otoño, aunque las ovejas Corriedale y Suffolk alcanzaron sus valores más altos a finales de la misma estación. Otros autores han obtenido resultados similares tanto en latitudes bajas (Hamadeh et al., 1989) como en latitudes altas (Montgomery et al., 1988; Hall y Killeen., 1989).

Con respecto al índice de prolificidad de las ovejas de pelo, se han observado algunas variaciones por efecto de la época del año, aunque estas variaciones no ha sido consistentes. Perón et al. (1989) en una revisión de las características reproductivas de la

oveja Pelibuey en Cuba, no encontraron diferencias significativas en el índice de prolificidad en tres períodos de empadre, aunque los valores observados en los períodos de marzo y abril (1.49) y octubre y noviembre (1.47), fueron ligeramente menores al que se observó en los meses de junio y julio (1.69).

Estos resultados coinciden con los de otros autores. Pérez (1987) al analizar la información de aproximadamente 3500 partos de ovejas Pelibuey y Blackbelly en la Península de Yucatán, encontró que el índice de prolificidad disminuyó en los meses de enero a marzo. En condiciones ambientales similares, Valencia et al. (1981) al evaluar el comportamiento estacional de las ovejas Pelibuey con más de 100 días postparto (no lactantes), observaron que el índice de prolificidad del período de enero a abril fue menor (1.09) con respecto a los períodos de mayo a agosto (1.29) y septiembre a diciembre (1.41). Sin embargo, al evaluar el efecto de la época de parto, encontraron que las ovejas que parieron en los meses de mayo a agosto tuvieron menor índice de prolificidad (1.23) que las que parieron de enero a abril (1.43) y de septiembre a diciembre (1.29), probablemente debido a su menor intervalo parto-concepción.

Con relación a la tasa de ovulación de las ovejas de pelo, González et al. (1992) observaron menor número de cuerpos lúteos por oveja (.2 CL) y menos ovejas ovulando (20%) en el mes de abril en tanto que en los meses de mayo (1.86 CL y 86%) y julio (1.83 CL y 83%) los valores fueron más altos; la tasa de ovulación observada en el mes de mayo coinciden con los valores de obtenidos por Heredia et al. (1988) con ovejas Pelibuey adultas en buena condición corporal.

Desde el punto de vista neurológico, el estímulo de la variación estacional del fotoperíodo se transmite a la glándula pineal, la cual responde modificando su patrón de secreción de melatonina que, a su vez, regula la síntesis y secreción de las hormonas gonadotrópicas a través de la secreción pulsátil de la GnRH (Tamarkin et al., 1985; Steinlechner y Niklowitz, 1992; Williams y Helliwell, 1993).

La vía de transmisión neural por la que el estímulo lumínico (fotoperíodo) llega a la glándula pineal, se inicia con los impulsos nerviosos que se generan por la captación de dicho estímulo lumínico en la retina. Estos impulsos nerviosos se transmiten a los núcleos supraquiasmático y paraventricular del hipotálamo a través de las fibras retino-hipotalámica, de donde pasan al ganglio cervical superior a través del sistema nervioso simpático y finalmente a la glándula pineal (Karsch et al., 1984; Williams y Helliwell, 1993).

La conversión del impulso nervioso a una secreción endócrina en la glándula pineal se realiza por la secreción rítmica de los neuro-transmisores de las terminaciones del sistema simpático hacia las células pineales, de manera que se reflejan los cambios de luz entre el día y la noche. Aunque la mayoría de los estudios para determinar estos mecanismos de transmisión fueron realizados en ratas, existen evidencias que indican que ocurre por la misma vía en otros mamíferos (Tamarkin et al., 1985) entre los que se incluyen a los ovinos (Karsch et al., 1984).

Los mamíferos con actividad reproductiva estacional se clasifican en especies estacionales de días largos como el hurón y algunos roedores, en los cuales la actividad reproductiva es inducida por el alargamiento de los días (Tamarkin et al., 1985; Steinlechner y Niklowitz, 1992), y en especies estacionales de días cortos como las ovejas (O'Callaghan et al., 1991; Woodfill et al., 1991) y las cabras (Brackel-Bodenhausen et al., 1994), en las que la actividad reproductiva es inducida por el acortamiento de los días.

La respuesta de la glándula pineal al estímulo de la variación del fotoperíodo, se manifiesta por la producción de melatonina en concentraciones bajas durante el día y por el incremento de la secreción durante la noche; la duración de la curva de secreción de melatonina nocturna refleja de manera directa la duración de la noche o de la fase de oscuridad en un fotoperíodo artificial (Williams y Helliwell, 1993). No obstante, el patrón de secreción de melatonina varía entre especies con respecto a la cantidad total y con la amplitud y duración de las curvas de secreción durante el día o la noche (Steinlechner y Niklowitz, 1992).

El efecto regulador de la melatonina sobre la estacionalidad reproductiva de los ovinos ha sido bien establecida con el uso de ovejas pinealectomizadas. Estas ovejas, interrumpen su actividad gonadal a pesar de no ser sometidas a las variaciones del fotoperíodo y con la administración de melatonina exógena se desarrolló un efecto similar al estímulo del fotoperíodo (Bittman y Karsch, 1984). Sin embargo, el modo de acción de la melatonina para regular los ciclos de reproducción estacional no ha sido bien establecido (Williams y Helliwell, 1993).

Algunos autores han propuesto algunas posibles vías de acción de la melatonina. Se menciona que el ritmo de secreción diaria de la melatonina, sincroniza el ritmo de reproducción estacional de las ovejas adultas a las variaciones estacionales del fotoperíodo, para regular el desarrollo folicular a través de la secreción pulsátil de las gonadotropinas (Karsch et al., 1984). Por otra parte, Bronson (1988) señala que el fotoperíodo regula la secreción de las gonadotropinas actuando directamente sobre la GnRH y que, en forma independiente, modificando la sensibilidad del generador de pulsos de GnRH al mecanismo de retroalimentación negativa de los estrógenos, para modificar la frecuencia de la secreción pulsátil de LH. Foster (1988) coincide con este último concepto, pero cuestiona la existencia de un mecanismo a través del cual la melatonina active el generador de pulsos de GnRH.

El inicio y duración de la época de actividad estral en las ovejas es determinado por la raza y edad de las mismas, así como por diversos estímulos ambientales entre los que el fotoperíodo parece ejercer mayor influencia (Marshall, 1937; Hafez, 1952; Ducker et al., 1970; Karsch et al., 1984). Otros factores como el estado nutricional de la oveja (Cahill et al., 1984) y la presencia del macho (Williams, 1984a) pueden condicionar su manifestación.

Se cree que la reproducción estacional de las ovejas, así como la de muchas especies de pequeños mamíferos, se regula a través de un ritmo endógeno de actividad reproductiva neuroendócrina que se ajusta de alguna manera con las variaciones del fotoperíodo y que los ciclos biológicos estacionales reflejan la expresión de un ritmo endógeno propio inducido por diferentes factores ambientales de ciclos anuales,

especialmente la duración del fotoperíodo (Karsch et al., 1989; Woodfill et al., 1991; O'Callaghan et al., 1991).

Los ciclos estacionales parten de una secuencia de eventos ligados entre sí, que requieren de un estímulo externo para inducir al menos una parte de esa secuencia que dé inicio a un ciclo endógeno. A pesar de que en diferentes estudios se ha demostrado que el ciclo reproductivo estacional de las ovejas continúa manifestándose después de ser sometidas a un régimen de fotoperíodo constante o de suprimir la vía de captación de este estímulo por cirugía (enucleación o pinealectomía), Karsch et al. (1989) mencionaron que esos resultados no constituyen la evidencia de un ritmo endógeno ya que no habían sido demostrados en períodos diferentes de 365 días.

La evidencia más importante acerca de la existencia del ciclo endógeno en las ovejas y de su efecto sobre la actividad reproductiva endócrina fue presentada por Karsch et al. (1989). Estos autores demostraron en ovejas ovariectomizadas, con implante de estradiol y sometidas a un régimen constante de fotoperíodo artificial corto, la persistencia del ciclo anual de secreción de LH durante cinco años; los ciclos fueron asincrónicos entre individuos así como con respecto a los animales testigo que permanecieron en fotoperíodo natural. La supresión del estímulo del fotoperíodo en ovejas pinealectomizadas no afectó el inicio de la actividad reproductiva sino hasta cerca de un año después (Malpoux et al., 1990).

Woodfill et al. (1991) concuerdan con la existencia de un ciclo reproductivo endógeno en las ovejas, y que su manifestación es por efecto de la melatonina como transmisora del estímulo fotoperiódico, y aunque el fotoperíodo es necesario para sincronizar el ciclo endógeno, no es estrictamente necesario para generarlo, además, mencionan que para sincronizar el inicio de la actividad reproductiva endócrina fue suficiente un estímulo de fotoperíodo corto de 70 días. O'Callaghan et al. (1991) coinciden con estos resultados y resaltan la importancia del fotoperíodo de días cortos, al menos de 30 a 60 días, para mantener una época de actividad reproductiva prolongada.

Recientemente, Woodfill et al. (1994) realizaron un estudio de 3 años con ovejas pinealectomizadas a las cuales les administraron melatonina en un esquema similar al del patrón de secreción de esta hormona en las diferentes estaciones del año. Se observó que las ovejas pinealectomizadas que no recibieron melatonina, mantuvieron un ritmo anual asincrónico de secreción de la LH, indicando que a falta de la melatonina el control endocrino se pierde. El patrón de administración de melatonina que sincronizó mejor la actividad endócrina fue el del día largo en verano.

Con base a los resultados de investigación realizada a la fecha, se puede suponer que la reproducción estacional de las ovejas se genera a partir de un ritmo endógeno propio de actividad reproductiva endócrina, sincronizada por un fotoperíodo de días cortos de al menos 30 a 60 días después de un período de días largos, para mantener una época reproductiva larga.

#### **2.4.2 Efecto de la raza de la oveja.**

La estación reproductiva de los ovinos manifiesta variaciones en su inicio y duración por efecto de la raza de la oveja y por el origen geográfico de éstas. En un trabajo realizado en condiciones de clima templado, se observaron diferencias de hasta tres meses en la duración de la estación reproductiva de ovejas Scottish Blackface, Merino y Finnish Landrace (Wheeler y Land, 1977). Hafez (1952) observó una duración intermedia de la estación reproductiva al cruzar una raza ovina de estación de cría larga (Dorset), con otra raza de estación de cría corta (Welsh Mountain). Lamberson y Thomas (1982) al evaluar seis genotipos ovinos de clima templado, concluyeron que la raza paterna ejerce un efecto dominante sobre la duración del anestro estacional de las ovejas.

En el altiplano mexicano, Romero et al. (1984) observaron que en las ovejas criollas persiste la actividad reproductiva la mayor parte del año, aunque el 73% de las gestaciones en estas ovejas ocurrieron en los meses de junio a octubre. De Lucas (1987), al evaluar el comportamiento de 5 razas ovinas mediante la detección de estros a través del año en un ambiente controlado, observó que las ovejas Suffolk, Romney Marsh y Corriedale tuvieron

un período de anestro estacional bien definido mientras que las ovejas Rambouillet y Criollas presentaron estros casi todo el año, aunque con tendencias a ser estacionales.

El período de actividad sexual en la mayoría de las razas ovinas de latitudes altas es de 3 a 6 meses y se manifiesta en los meses del otoño e invierno. Sin embargo, el inicio y duración de este período de actividad depende del origen geográfico de las ovejas. Las ovejas de latitudes altas como las Lincoln y Scottish Blackface tienen una estación reproductiva corta, las ovejas de latitudes menos altas como las Suffolk, Hampshire y Corriedale tienen una duración intermedia y aquellas de latitudes más bajas como las Dorset y Merino su estación de cría es larga (Hafez, 1952; Scott, 1975). Sin embargo, estos patrones de comportamiento pueden ser modificados al transportar a los animales a latitudes diferentes a las de su origen e inclusive se puede provocar un desorden total por la variación individual en la respuesta de las ovejas (Marshall 1937; Hafez, 1952; Williams, 1984a). Hafez (1952) y Bronson (1988), mencionan que en regiones cercanas al Ecuador las ovejas mantienen la capacidad de reproducción a través del año y pueden adaptar su estación de cría a condiciones de los climas tropical y templado.

La tasa de ovulación y el índice de prolificidad también manifiestan variaciones por efecto de la raza de la oveja, lo que permite agruparlas en razas de prolificidad alta (más de 1.7 corderos por oveja parida), media (1.4 a 1.7) y baja (menos de 1.4) (Scott, 1982). Las razas ovinas más prolíficas son la Booroola, la Romanov, la Finnish Landrace y la D'man, mientras que entre las menos prolíficas se encuentran la Rambouillet y la Merino (Wheeler y Land, 1977; Scott, 1982; Meyer, 1985; Haresing, 1985). En un trabajo realizado en México para evaluar el comportamiento de las ovejas Suffolk, Corriedale, Romney Marsh, Rambouillet y Criollo del altiplano, se observaron que las tasas de ovulación (1.0 a 1.4) fueron similares entre razas (De Lucas, 1987)

Los ovinos tropicales, en especial los de la raza Pelibuey, se caracterizan por tener una prolificidad de baja a mediana; en la mayoría de los trabajos realizados en México esta raza, se reportan rangos de 1.1 a 1.4 corderos nacidos por oveja parida (Valencia y

González, 1983; Olazarán et al., 1986; Velázquez, 1989). Sin embargo, entre los ovinos de pelo sobresalen los de la raza Blackbelly, cuya prolificidad en términos generales es de 1.7 ó más corderos nacidos por parto (Olazarán et al., 1986; Pérez, 1987; Velázquez, 1989; Thomas, 1991), con tasas de ovulación de 2.5 (Rojas et al., 1991).

#### **2.4.3 Efecto de la nutrición.**

El estado nutricional influye de manera significativa sobre la eficiencia reproductiva de las ovejas y aunque los parámetros de comportamiento no han sido consistentes debido a las diversas condiciones en que se han realizado los experimentos, existen evidencias de su efecto sobre el inicio y duración de la estación de cría (Hulet et al., 1986), la tasa de ovulación (Thomas et al., 1987) y sobre la secreción hormonal (Hamadeh et al., 1989). No obstante, se duda que a través del manejo de la alimentación del rebaño se pueda modificar la estación de cría. Hafez (1952) y Williams (1984b) al sobrealimentar a las ovejas antes del empadre, no lograron adelantar el inicio de la estación de cría, aunque la restricción prolongada de alimento sí puede retrasarlo o adelantar su finalización.

Hafez (1952) al proporcionar una dieta por debajo de los requerimientos de mantenimiento en ovejas Suffolk, antes y al inicio de la estación de cría, no detectó diferencias sobre el inicio de la actividad estral de las ovejas. Sin embargo, la incidencia de estros silenciosos (ovulaciones sin la conducta estral correspondiente) fue mayor en las ovejas subalimentadas 8 semanas antes del inicio de la estación de cría (34%) y en las que fueron restringidas después del inicio (56%), que en el grupo testigo (0%). La restricción alimenticia, también inhibió la actividad estral de las ovejas más jóvenes y de las más viejas.

La importancia del manejo de la alimentación sobre el inicio de la actividad estral durante la estación de cría, fue presentada por Foster et al. (1988) quienes observaron que las corderas que crecieron en forma sostenida en un régimen de fotoperíodo decreciente alcanzaron rápidamente la pubertad, mientras que las que mantuvieron su peso sin cambios considerables por la restricción alimenticia, no alcanzaron la pubertad sino hasta que se les mejoró la dieta y alcanzaron el peso adecuado.

En las ovejas, la tasa de ovulación así como el índice de prolificidad, manifiestan marcadas variaciones por efecto del nivel nutricional. Doney et al. (1982) señalan que la influencia del nivel nutricional se puede manifestar por los efectos estáticos y dinámicos del peso y condición corporal. El efecto estático se refiere al peso y condición corporal absolutos de la oveja al momento del empadre mientras que el efecto dinámico involucra los cambios de peso y condición corporal que se manifiestan en el período inmediato anterior y durante el empadre por el manejo de la alimentación.

Las ovejas con mayor peso o condición corporal al inicio de la estación de cría, generalmente presentan mejores tasas de ovulación e índices de prolificidad, aunque pueden haber variaciones por efecto de la raza. En un trabajo realizado en Australia con ovejas Merino, las cuales fueron sometidas a diferentes esquemas de alimentación cinco semanas antes de ser inducidas en estro con esponjas intravaginales, se encontró que el peso absoluto de las ovejas al momento del estro tuvo mayor influencia sobre la tasa de ovulación que los cambios de peso corporal, ya que la incidencia de ovulaciones dobles aumentó 2.5% por cada kg de peso de las ovejas, dentro del rango de 42 a 56 kg (Fletcher, 1971).

Este mismo autor (Fletcher, 1974), al comparar diferentes niveles de alimentación en ovejas Merino, observó que la tasa de ovulación fue más alta en las ovejas más pesadas (sin llegar a la obesidad) y que los cambios de peso en el período previo a la ovulación no tuvieron efecto sobre esta variable. No obstante, el autor menciona que los cambios de peso corporal no fueron significativos. Cumming (1977) observó un aumento de .44 óvulos por cada 10 kg de aumento de peso corporal de las ovejas a partir de los 40 kg. Asimismo, encontró que la respuesta al manejo de la alimentación fue mejor al inicio de la estación de cría y cuando el peso de las ovejas era bajo. En México, Trejo (1982) observó una correlación positiva entre el peso y la condición corporal con la tasa de ovulación ovejas Rambouillet. Sin embargo, el efecto más importante fue el del peso corporal de la oveja a los 28 días de iniciado el empadre.

Los cambios de peso corporal en períodos cortos antes y durante el empadre, parecen tener efecto sobre la tasa de ovulación sólo dentro de intervalos bien definidos, en los cuales las ovejas con bajo peso o con una condición corporal moderada responden mejor a la suplementación alimenticia que las ovejas con mayor peso corporal o de condición corporal buena (Gunn et al., 1984).

Aunque el peso corporal de las ovejas representa en la mayoría de los casos el parámetro más importante para determinar su estado nutricional, la condición corporal también ha sido de utilidad para este propósito, especialmente para detectar a las ovejas muy flacas y a las muy gordas, las cuales generalmente presentan una baja eficiencia reproductiva (Engle, 1983). En las razas Cheviot (Gunn et al., 1983) y Scottish Blackface (Rhind et al., 1984), las ovejas más gordas parieron en promedio 25% menos que las de condición regular, mientras que en las ovejas flacas las gestaciones disminuyeron en proporción similar (Engle, 1983; Cahill et al., 1984), señalándose que la baja fertilidad de estas ovejas se debió principalmente a que fueron servidas en menor proporción. Estos resultados constituyen una evidencia de que los extremos en el estado nutricional de las ovejas reducen la eficiencia del rebaño y que el uso de una escala de condición corporal, permite detectar fácilmente las ovejas que requieran ser restringidas o suplementadas.

El origen y los niveles de consumo de los nutrientes, también infuyen sobre la actividad ovárica de las ovejas. Smith (1985) al proporcionar niveles crecientes de energía digestible (ED) en ovejas Coopworth, observó que la tasa ovulatoria aumentó 1.5% por cada Megajoul (MJ) de energía consumida en un rango de 6.3 a 23.3 MJ. La respuesta al consumo de proteína cruda (PC) no fue lineal, sin embargo, se observó que las ovejas que consumieron más de 125 g de PC por día (hasta 280 g) ovularon en promedio 20% más que las que consumieron menos de 125 g de PC. Este resultado permite considerar la existencia de un umbral de los requerimientos de proteína, por encima del cual ya no hay respuesta positiva y que por el contrario puede volverse negativa.

Se concluye, que aunque la respuesta puede variar por efecto de la raza de la oveja y del nivel nutricional al inicio de la suplementación, los niveles de energía y de proteína en la dieta afectan el comportamiento reproductivo, por lo que ambos nutrientes se deben proporcionar en las cantidades requeridas (Smith, 1985).

La fuente de proteína utilizada en la alimentación también puede afectar la respuesta de las ovejas. Kenney et al. (1980) en un trabajo realizado con ovejas Border Leicester x Merino en pastoreo, encontraron que las ovejas suplementadas con grano de lupino una semana antes del empadre ganaron más peso y tuvieron mejores tasas ovulatorias y tamaño de camada que las ovejas que recibieron otras fuentes de suplementación proteica. Davis et al. (1981), no encontraron efecto de la suplementación con soya o grano de lupino sobre el peso corporal de las ovejas, pero obtuvieron mejores tasas de ovulación. Por su parte, Hamadeh et al. (1989) no encontraron diferencias por efecto de la fuente de proteína sobre la actividad ovárica y la secreción hormonal en ovejas Rambouillet.

Los estudios acerca del efecto de la nutrición sobre la prolificidad y tasa de ovulación en ovejas de pelo son escasos y los resultados han sido variables. Valencia y González (1983) mencionan que la suplementación alimenticia una semana antes y durante el empadre incrementó el índice de prolificidad en ovejas Pelibuey. Por su parte, Heredia et al. (1985) al utilizar una clasificación subjetiva con cinco categorías la condición corporal de un rebaño de ovejas Pelibuey al inicio del empadre, encontraron que el índice prolificidad (expresado como el número de corderos nacidos por oveja expuesta) fue mayor en las ovejas de condición buena (1.28) que en las de condición corporal regular (.96) y mala (.79). Sin embargo, Rodríguez (1989) no observó cambios en la prolificidad en ovejas en condición corporal de regular a mala, a las cuales se había proporcionado una suplementación tres semanas antes del empadre, aunque el número de cuerpos lúteos fue mayor en las ovejas que habían sido suplementadas; White et al. (1988) no observaron diferencias en la tasa de ovulación (1.6 cuerpos lúteos) ni en la prolificidad (1.23 corderos nacidos por oveja parida) de las ovejas Pelibuey por efecto de la suplementación (desde tres semanas antes hasta

siete semanas después del empadre) con respecto al grupo testigo, aunque sí se detectó un efecto significativo del peso inicial de las ovejas. Rojas et al. (1991), al comparar el efecto de tres niveles de alimentación en ovejas Blackbelly, también observaron un efecto benéfico del peso de la oveja al inicio del empadre sobre la tasa de ovulación, pero no del nivel de suplementación.

#### **2.4.4 Efecto de la edad.**

La edad de la oveja representa un factor de variación en la productividad del rebaño, ya que los parámetros reproductivos de las corderas u ovejas jóvenes son menores que los de las ovejas adultas. Quirke et al. (1985) al evaluar el comportamiento reproductivo de cinco razas ovinas en condiciones de clima templado, observaron en todas las razas en estudio, que las ovejas de un año de edad produjeron un número menor de corderos por parto que las ovejas de dos años de edad o mayores. Razungles et al. (1985) trabajando en un sistema intensivo de tres partos en dos años con ovejas cruzadas de padre Romanov, observaron un incremento lineal en el número de corderos nacidos por oveja parida entre el primero (1.74), segundo (1.99) y tercer (2.03) parto.

Es probable que el índice bajo de prolificidad o tamaño pequeño de camada de las corderas se deba a que sus tasas de ovulación también son bajas. Meyer (1985) señala, basándose en resultados de nueve razas ovinas, que las ovejas de 18 meses de edad tuvieron 14% y 20% menos óvulos que las ovejas de 30 y 42 meses de edad, respectivamente, y en todas las razas la edad de la oveja afectó la presentación de ovulaciones múltiples. Montgomery et al. (1985) al estudiar el comportamiento de la cruce Booroola X Romney Marsh, observaron que las ovejas de 18 meses sin el gen F, tuvieron .3 óvulos menos que las ovejas de 42 meses de edad (1.25 contra 1.54). En las ovejas portadoras del gen F, la diferencia fue de .64 óvulos con 2.43 y 3.07 óvulos para las ovejas de 18 y 42 meses de edad, respectivamente. Entre las principales causas a las que se atribuyen estas diferencias, se menciona la menor duración del estro de las ovejas jóvenes,

la manifestación de estros anovulatorios, las menores tasas de ovulación, las mayores pérdidas embrionarias y la mayor incidencia de abortos (Dyrmundsson, 1983).

Otra de las causas que limitan la productividad de las corderas es su infertilidad postpuberal debido al anestro estacional. Se menciona que en condiciones normales de clima templado, las corderas que nacen en invierno y la primavera alcanzan la pubertad entre los 6 y 8 meses de edad, aunque después de algunos ciclos estrales en el otoño e invierno siguientes, si no quedan gestantes entrarán en anestro estacional, lo cual ocurre más temprano en las corderas que en las ovejas maduras (Hafez, 1952; Foster y Ryan, 1981). De esta forma, las corderas nacidas al final de la época de pariciones pueden iniciar su vida reproductiva más temprano, siempre que su nacimiento no ocurra extremadamente tarde ya que de ser así su vida reproductiva iniciará hasta la siguiente estación de cría (Foster, 1981).

Los estudios realizados con ovinos de pelo para evaluar el efecto de edad sobre los parámetros reproductivos son escasos. No obstante, algunas evidencias indican que la tendencia del comportamiento es similar al de las corderas de clima templado. Bradford et al. (1983) señalan que el tamaño de camada de las ovejas Blackbelly en Barbados se incrementó con el número de partos, asociándose este último a la edad de la oveja. A este respecto, Pérez (1987) y Perón et al. (1989) al analizar la productividad de las ovejas Pelibuey y Blackbelly en la Península de Yucatán y de la oveja Pelibuey en Cuba, respectivamente, encontraron que las ovejas de 3 a 5 partos fueron más prolíficas que las ovejas de menor edad.

## **2.5 ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA EN LA OVEJA PELIBUEY.**

Los resultados de los trabajos de investigación para determinar el comportamiento reproductivo estacional de la oveja Pelibuey en el trópico no han sido concluyentes. Esto se debe, probablemente, a la aplicación de diversos esquemas metodológicos para su estudio como consecuencia del desconocimiento de los factores que inducen este fenómeno. No obstante, existen indicios acerca de la manifestación de este patrón de comportamiento en

la oveja Pelibuey. Valencia et al. (1981) observaron, mediante un empadre continuo con monta controlada durante 3 años en la Península de Yucatán, una marcada disminución en la actividad estral de las ovejas durante el período de enero a abril (17% de ovejas en estro) con respecto al período de mayo a diciembre (95 al 100%); sin embargo, la tasa de fertilidad (100%) no disminuyó durante el período de menor actividad estral. En este estudio, se observó que el intervalo parto-primer estro (IPPE) de las ovejas que parieron de septiembre a diciembre fue más largo (164 días) que el de las ovejas que parieron de enero a abril (136 días) y de mayo a agosto (88 días); sin embargo, el 25% de las ovejas paridas de septiembre a diciembre tuvo un IPPE menor de 75 días, mientras que el IPPE del otro 75% de las ovejas fue igual o mayor a 128 días. Esto significa, que es posible el reinicio de la actividad reproductiva antes de la época de menor actividad estral.

Heredia et al. (1991b) coinciden con estos resultados, ya que observaron que independientemente de la fuente de alimentación (pulpa fresca de Henequén o ensilaje de pasto Taiwán), la oveja Pelibuey disminuye su manifestación de estros en los meses de febrero a mayo (15%) con respecto al período de junio a enero (93%); además, las ovejas jóvenes tuvieron menor proporción de estros en todo el experimento (61%) que las ovejas de mayor edad (70%). González et al. (1992) observaron que la proporción de estros fue más baja en los meses de marzo (40%) y abril (25%) con respecto al resto del año. Además, estos autores mencionan que la tasa de ovulación también disminuyó en el período de menor actividad estral.

Por el contrario, Rojas et al. (1986) al realizar un empadre de 35 días con ovejas Pelibuey en los meses de marzo-abril, observaron una incidencia alta de estros. De éstos, los mayores porcentajes fueron los de las ovejas adultas (96%) y las de buena condición corporal (90%) en comparación de las primaras (65%) y las ovejas de condición corporal regular (65%); Heredia et al. (1988) trabajando durante los meses de enero a mayo con ovejas Pelibuey adultas (5 a 6 años de edad) en buena condición corporal, observaron una alta incidencia de estros en dicho período (90%) y una tasa de fertilidad más alta en ovejas

sobrealimentadas (94%), que en ovejas que consumieron una dieta de mantenimiento (80%).

Con base a los resultados de investigación disponibles hasta ahora, se puede concluir que a diferencia del anestro estacional absoluto y prolongado que se observa en la mayoría de las razas ovinas de clima templado, la oveja Pelibuey en el trópico, entra en un anestro estacional menos profundo (persiste un porcentaje variable de ovejas con actividad estral) y de menor duración, al cual algunos autores se han referido como época de menor actividad reproductiva ó de actividad estral.

No obstante, no han sido bien establecidos ni el inicio ni la ubicación temporal de esta época de menor actividad estral, ya que se ha observado entre mediados de enero y mediados de abril (Valencia et al., 1981), entre mediados de febrero y fines de mayo (Heredia et al., 1991b) y en los meses marzo y abril (González et al., 1992).

Es importante señalar que en la mayoría de los trabajos, el estudio del comportamiento reproductivo estacional de la oveja Pelibuey se ha realizado precisamente a través de los porcentajes de manifestación de estros en diferentes períodos del año y para la determinación de esta variable de respuesta, ha sido necesaria la introducción de machos con el pene desviado, machos vasectomizados ó de hembras androgenizadas, en los rebaños experimentales. Es probable que la introducción y permanencia de los celadores en el rebaño, aunque fuera por períodos diarios cortos como los que se mencionan para la para la detección de estros, modifiquen el inicio de la época de menor actividad estral, aunque posteriormente algunas ovejas se vuelvan refractarias a este estímulo y entren en anestro.

En la mayoría de las razas ovinas y caprinas de clima templado, la introducción repentina de un macho en un rebaño en anestro puede inducir la ovulación 48 a 72 h después de la introducción, manifestándose la actividad estral cíclica a partir de la formación del cuerpo lúteo correspondiente a esta ovulación (Lindsay, 1991); durante la época de actividad reproductiva, el "efecto macho" se manifiesta a través de la sincronización de los estros en los primeros días de empadre (Ngere y Dzakuma, 1975). Buckrell (1994) menciona

que la presencia de una hembra androgenizada dentro del rebaño, también puede estimular el inicio de la actividad estral al final del período de anestro estacional.

La respuesta al "efecto macho" se inicia con el aumento en la frecuencia de los pulsos del GnRH y de la LH a los pocos minutos de haber iniciado el estímulo (Martin et al., 1986), por lo cual se sugiere que la presencia del macho en el rebaño puede contrarrestar en la hembra el efecto de retroalimentación negativa que ejercen los estrógenos sobre el eje hipotálamo-hipófisis durante la época de anestro (Goodman, 1988).

Goodman (1988) y Lindsay (1991) mencionan que el grado de respuesta de las ovejas está asociado con el tipo de anestro, ya que las ovejas de anestro ligero, como las de la raza Merino, manifiestan la misma respuesta a la introducción del macho durante todo el período de anestro, mientras que las ovejas de razas con anestro profundo responden mejor al inicio y al final de la época de anestro.

El estímulo viril sobre la actividad reproductiva, no es exclusivo de la especie ovina. En los roedores, se ha observado que la presencia del macho incrementa en la hembra el número de células GnRH inmunoreactoras en núcleos hipotalámicos relacionados en los centros olfatorios; la monta macho, ejerce el mismo efecto influyendo además sobre la región ventral del cerebro anterior (Dellovade y Rissman, 1994). Sin embargo, no existen resultados de pruebas a largo plazo ni con la utilización de los testigos adecuados.

Es importante señalar dos aspectos relacionados con el "efecto macho". Primero, que la respuesta depende fundamentalmente de que las hembras hayan permanecido aisladas del macho durante un período que todavía no ha sido definido (Martin et al., 1984), aunque algunos autores mencionan términos de 4 y 5 meses (Oldham et al., 1978/1979; Knight y Lynch 1980). El segundo aspecto, se refiere a la presencia corporal del macho sobre el comportamiento de las ovejas. Knight y Lynch, (1980) mencionan que no es estrictamente necesaria la presencia del macho para inducir su actividad estral, ya que las feromonas contenidas en la lana y en la secreción de las glándulas serosa, al menos en los machos de la raza Dorset, fueron suficientes para estimular la actividad estral de las ovejas; sin

embargo, Martin, et al (1984) consideran necesario el estímulo visual, táctil y olfativo para una mejor respuesta.

En condiciones de Trópico, la oveja Pelibuey ha demostrado una respuesta positiva al "efecto macho". Sarmiento, (1992) observó que la introducción de un macho en un rebaño de ovejas con 21 días postparto, reduce el intervalo al primer estro (68 días) con relación a las ovejas que no recibieron el estímulo (98 días). Ramón, (1993) menciona que la utilización del "efecto macho" en corderas Pelibuey, permite integrarlas al rebaño sin alterar el esquema productivo, ya que con el tratamiento se logra una sincronía en la presentación de estros fértiles. El autor también señala que en las ovejas adultas, la aplicación intramuscular de 20 mg de P<sub>4</sub> el día de la introducción del macho, más una suplementación alimenticia, proporciona una buena respuesta sobre la inducción y sincronización de estros fértiles.

Los factores que regulan de manera decisiva la disminución en la actividad estral de la oveja Pelibuey en el trópico todavía no han sido identificados. Sin embargo, algunos autores (González, 1983; Rodríguez, 1989; González et al., 1992) lo atribuyen a los estímulos de tipo climático y nutricional más que al efecto de la variación del fotoperíodo, aunque no presentan las evidencias correspondientes. Este concepto puede estar relacionado con la pobre calidad y baja disponibilidad de los forrajes, así como con las condiciones de altas temperaturas ambientales que generalmente prevalecen durante la época de menor actividad estral.

No obstante, se ha observado que las altas temperaturas ambientales de la temporada cálida (34.6°C), aunque provocaron alteraciones en las constantes fisiológicas de las ovejas Pelibuey sin acceso a sombra, el comportamiento reproductivo fue similar al de las ovejas con acceso a sombra y a las de la temporada fría (Padilla, 1987). Además, aunque se ha comprobado en diferentes trabajos la influencia del nivel de la alimentación sobre el comportamiento reproductivo del ovino Pelibuey, en estudios relacionados con la

estacionalidad reproductiva, en los cuales se detectó el efecto de la época, el factor nutricional ha sido controlado.

Para determinar si la oveja Pelibuey manifiesta un comportamiento reproductivo estacional en el trópico, así como los factores que lo regulan, es necesario realizar trabajos de investigación a largo plazo en diferentes condiciones climáticas y ambientales para evaluar simultáneamente la influencia de diferentes niveles de alimentación ó de condición corporal de las ovejas desde el inicio de la época prevista de menor actividad reproductiva; otros factores de importancia como la edad de la oveja, presencia del macho en el rebaño, así como las variaciones de la temperatura ambiental y del fotoperíodo, pueden estar relacionados con la disminución de la actividad estral de los ovinos de pelo, por lo que se debe establecer su influencia no sólo sobre la presentación de estros de este tipo de ovinos, sino también sobre su actividad ovárica y endócrina.

### **III. HIPOTESIS**

Las ovejas Pelibuey mantenidas en clima tropical subhúmedo manifiestan un período de anestro estacional o de menor actividad reproductiva desde finales de invierno hasta finales de primavera independientemente del cambio de peso corporal por el manejo de su alimentación.

### **IV. OBJETIVOS**

Determinar el comportamiento reproductivo de la oveja Pelibuey durante el período comprendido entre mediados de diciembre y principios de septiembre, en condiciones de clima tropical subhúmedo a 21° 06' latitud Norte.

Determinar el efecto del cambio de peso corporal sobre el comportamiento reproductivo de la oveja Pelibuey.

Evaluar los cambios en la tasa de ovulación en la época de menor actividad reproductiva.

Evaluar los cambios en el volumen ovárico y población folicular.

## V. MATERIALES Y METODOS.

Este trabajo se realizó del 12 de diciembre de 1990 al 7 de septiembre de 1991, en el Campo Experimental Mocochoá del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, ubicado al Noroeste del estado de Yucatán a 21° 06' latitud Norte y 87° 27' longitud Oeste (SPP, 1981), en condiciones de clima tropical subhúmedo con lluvias torrenciales en los meses de mayo a octubre (816 mm) y una época de sequía de noviembre a abril, aunque en los meses de diciembre y enero son comunes los "nortes" (167 mm). La temperatura media anual es de 27°C, siendo los meses de marzo a agosto los más cálidos del año con temperaturas medias mensuales de 29.5°C y máximas diarias de hasta 41°C (Duch, 1988). La variación máxima del fotoperíodo entre la salida y la puesta del sol es de 2 h con 25 min., mientras que entre el inicio de la aurora y el final del crepúsculo, la variación es de 3 h con 30 min. (UNAM, 1991).

### 5.1. MANEJO DE LOS ANIMALES.

Se usaron 124 ovejas Pelibuey de 1 a 8 años edad, no lactantes y con peso promedio de 27.5 ± .4 Kg, las cuales fueron distribuidas al azar en tres grupos (Cuadro I) y mantenidas en confinamiento en corrales rústicos, con piso de tierra y comedero de concreto, donde fueron alimentadas con raciones integrales.

CUADRO I DISTRIBUCION DE LAS OVEJAS POR CAMBIO DE PESO Y GRUPO DE EDAD

GRUPO DE CAMBIO DE PESO	GRUPO DE EDAD (meses)				TOTAL
	12 A 24	25 A 36	37 A 48	> A 48	
PIERDEN	9	15	7	11	42
MANTIENEN	10	14	5	12	41
GANAN	11	16	5	9	41
TOTAL	30	45	17	32	124

### 5.2 MANEJO DE LA ALIMENTACION.

Las ovejas fueron pesadas al inicio del experimento y a cada grupo se les proporcionó diferente cantidad de energía en la dieta para que al durante la época de supuesta menor actividad estral, un grupo estuviera perdiendo peso (PP), un grupo mantuviera su peso inicial (MP) y otro grupo estuviera ganando peso (GP). Por este motivo,

el aporte de energía de la dieta fue ajustado a través del consumo de alimento en diferentes períodos y de acuerdo con los cambios de peso corporal de las ovejas, determinado por pesajes mensuales.

La cantidad de energía ofrecida en la dieta de cada grupo de ovejas fue calculada con base a los requerimientos de mantenimiento de peso en borregos Pelibuey (143 Kcal de EM  $\text{kg}^{.75} \cdot \text{día}^{-1}$ ) sugerido por Bores et al. (1988); la proteína cruda fue ajustada para que al modificar la cantidad de alimento ofrecido, la dieta fuera lo más isoprotéica posible. Los grupos quedaron de la siguiente manera:

Pérdida de peso (PP) (n=42). Del 12 de diciembre de 1990 al 6 de marzo de 1991 se ofreció el 89% de los requerimientos de energía para el mantenimiento de peso, del 7 de marzo al 28 de mayo el 80% y del 29 de mayo al 7 de septiembre el 53%.

Mantenimiento de peso (MP) (n=41). Del 12 de diciembre de 1990 al 28 de mayo de 1991 se ofreció 100% de los requerimientos de energía para mantenimiento y del 29 de mayo al 7 de septiembre se ofreció el 80%.

Ganancia de peso (GP) (n=41). Del 12 de diciembre de 1990 al 28 de mayo de 1991 se ofreció 120% de los requerimientos de energía para mantenimiento y del 29 de mayo al 7 de septiembre se ofreció el 110%.

Los valores de energía de los ingredientes utilizados en la formulación se obtuvieron de las tablas del N.R.C. (1985) en tanto que los valores de proteína cruda se determinaron en el laboratorio de bromatología del Campo Experimental Mocochá. La composición y contenido de las raciones se muestran en el Cuadro II.

### **5.3 ACTIVIDAD ESTRAL.**

La actividad estral de las ovejas se determinó por observación 2 veces al día (de 6:00 a 7:00 h y de 17:00 a 18:00 h) del 12 de diciembre al 7 de septiembre, con ayuda de machos con el pene desviado quirúrgicamente y de hembras androgenizadas, las cuales fueron introducidos simultáneamente y permanecieron en el rebaño únicamente durante el horario antes mencionado; estos celadores fueron renovados cada dos semanas.

CUADRO II COMPOSICION PORCENTUAL Y CONTENIDO DE PROTEINA Y ENERGIA DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

INGREDIENTE	GRUPO DE CAMBIO DE PESO		
	PIERDEN	MANTIENEN	GANAN
HENO MOLIDO <sup>1</sup>	34.0	35.0	36.0
SORGO MOLIDO (4-20-894)*	38.0	41.8	44.0
PASTA DE SOYA (5-20-637)*	12.0	7.4	4.3
MELAZA DE CAÑA(4-04-696)*	12.0	12.0	12.0
UREA (5-05-070)*	1.0	0.8	0.7
SALES MINERALES	3.0	3.0	3.0
	100.0	100.0	100.0
MATERIA SECA (%) <sup>2</sup>	86.5	86.4	86.8
PROTEINA CRUDA (%) <sup>2</sup>	16.3	12.0	9.0
ENERGIA METABOLIZABLE <sup>3</sup>	2.30	2.35	2.34

\* Clave internacional de los ingredientes (NRC, 1985).

<sup>1</sup> Zacate Estrella de Africa (*Cynodon plectostachyus*).

<sup>2</sup> Calculado con base en la composición proximal de los ingredientes.

<sup>3</sup> Mcal/Kg. Calculado con datos tabulados del NRC (1985).

Para el análisis estadístico, los estros detectados fueron agrupados en periodos de 18 días y, para determinar el efecto de edad, las ovejas fueron agrupadas en 4 categorías:

- 1.- De 12 a 24 meses.
- 2.- De 25 a 36 meses.
- 3.- De 37 a 48 meses.
- 4.- Mayores de 48 meses.

Como apoyo a la evaluación de la actividad estral y con el objeto de determinar el número de ciclos estrales a través del número de elevaciones de progesterona sérica (P<sub>4</sub>), se muestrearon 39 ovejas seleccionadas al azar dentro de los grupos experimentales (14 PP; 13 MP; 12 GP); las muestras se obtuvieron una vez por semana, en un día preestablecido, entre el 18 de enero y el 30 de agosto. La duración del muestreo comprendió los periodos supuestos de actividad estral alta, de actividad estral baja y de actividad estral reestablecida.

Las muestras de sangre fueron extraídas por punción de la vena yugular e inmediatamente fueron refrigeradas a 4° C; posteriormente, dentro de las primeras 8 h de su obtención, fueron centrifugadas a 6700 G durante 20 minutos y el suero fue almacenado a -20°C.

La cuantificación de P<sub>4</sub> se realizó por radioinmunoanálisis (RIA) en fase sólida\* en el Laboratorio de Endocrinología del Departamento de Reproducción Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M.

Las muestras para el control de calidad y para los calibradores de la curva estandar de los ensayo (6 ensayos) fueron analizados por duplicado, mientras que las del suero problema se realizaron en muestras sencillas. Los coeficientes de variación intra e inter-ensayo fueron de 5.3% y de 6.5%, respectivamente. En el anexo 1 se presentan los detalles de la técnica.

La concentración de P<sub>4</sub> fue agrupada en 3 épocas de acuerdo al comportamiento estral de las ovejas (del 18 de enero al 12 de marzo; del 13 de marzo al 10 de junio; del 11 de junio al 30 de agosto) y luego en 2 grupos por el tipo de actividad estral (continua e interrumpida). Las ovejas con actividad continua fueron aquellas que mostraron estro en todos los períodos de 18 días y las ovejas con actividad interrumpida fueron aquellas que no manifestaron estro cuando menos en un período de 18 días.

Las variables de respuesta fueron: manifestación de estros y duración del ciclo estral y del período de anestro; concentración media y valores máximos de P<sub>4</sub> (ng ml<sup>-1</sup>) y número de elevaciones de P<sub>4</sub>.

La concentración media de P<sub>4</sub> representa el promedio de los valores para cada factor de estudio, mientras que los valores máximos corresponden a las concentraciones más altas detectadas.

Una elevación de P<sub>4</sub>, es la curva que se describe con los valores de la concentración de P<sub>4</sub> iguales o mayores a 1 ng ml<sup>-1</sup>, con un valor previo y otro posterior < 1 ng ml<sup>-1</sup>; cada elevación de P<sub>4</sub> representa la fase lútea de un ciclo estral.

Las ovejas que no manifestaron estro al menos en un período de 18 días durante la época de menor actividad estral, fueron consideradas en anestro.

---

\* Coat-a-Count Progesterone, Diagnostic Products Corporation.

Para estimar la curva de secreción de P<sub>4</sub> al inicio, durante y al final del período de menor actividad estral, se utilizaron los valores de concentración de P<sub>4</sub> de 22 ovejas que estuvieron en anestro. Las curvas de secreción se estimaron análisis de regresión cuadrática en el que la variable independiente fueron los días del ciclo estral de la oveja (en sus términos lineal y cuadrático) y la variable dependiente la concentración de P<sub>4</sub> (Steel y Torrie, 1985). Para proyectar la curva de secreción durante el período de menor actividad estral, se utilizaron los días transcurridos a partir del último estro detectado como variable independiente y los valores de concentración de P<sub>4</sub> como variable dependiente.

Las curvas de secreción de P<sub>4</sub>, fueron estimadas en las siguientes etapas:

- Al inicio de la época de menor actividad estral (0 ± 17 días), con el equivalente a un ciclo estral antes (-17 días) y uno después (+17 días). El día 0 correspondió al último estro observado.

- Al final de la época de menor actividad estral (0 ± 17 días), con el equivalente a un ciclo estral antes (-17 días) y uno después (+17 días). El día 0 correspondió al primer estro observado.

- Durante la época de menor actividad estral, desde el último estro detectado hasta el primer estro postanestro. El día 0 correspondió al último estro observado.

#### **5.4 ACTIVIDAD OVARICA.**

Para determinar la actividad ovárica, se utilizaron 114 ovejas ciclando, las cuales fueron seleccionadas al azar los meses de enero (n=30), mayo (n=27), junio (n=27) y agosto (n=30), en igual número en los 3 grupos de cambio de peso (9 ó 10 ovejas por grupo). Los períodos de observación se determinaron de acuerdo al comportamiento estral de las ovejas y fueron los siguientes:

- 1).- Del 22 al 28 de enero (época de actividad estral alta).
- 2).- Del 5 al 12 de mayo (época de actividad baja).
- 3).- Del 15 al 20 de junio (final de la época de actividad baja).
- 4).- Del 24 al 29 de agosto (época de actividad reestablecida).

Las evaluaciones se realizaron por observación de los ovarios en los días 6 al 10 del ciclo estral de la oveja por laparotomía en la línea media ventral de aproximadamente 5 cm, misma que se practicó desde el borde anterior de la ubre hasta poco antes de la cicatriz umbilical previo rasurado, asepsia y anestesia con Xilocaína al 2%<sup>1</sup> en la zona de la incisión; 20 minutos antes de la intervención quirúrgica, las ovejas fueron tranquilizadas con un sedante a base de Hidrocloruro de Xilazina al 2%<sup>2</sup>, por vía intramuscular.

Las variables de respuesta fueron las siguientes:

- Tasa de ovulación. Por conteo del número de cuerpos lúteos.
- Número de folículos de Graaf. Fueron clasificados en folículos chicos (< 5 mm) y folículos grandes (>5 mm).
- Volumen ovárico. Fue estimado al multiplicar las dimensiones ováricas (largo x ancho x grosor) y se expresó en cm<sup>3</sup>. Las dimensiones ováricas (y foliculares) fueron obtenidas con un Vernier.

## **5.5 ANALISIS ESTADISTICO.**

Las variables de respuesta se procesaron estadísticamente por medio de análisis de varianza, utilizando el método de cuadrados mínimos (SAS Institute Inc., 1985), mediante los modelos lineales de efectos fijos que se presentan en el anexo 2.

---

**1 Astra Chemical, S. A. División Astra Farmacéutica. México.**

**2 Bayer de México, S. A. de C. V. División Veterinaria.**

## VI RESULTADOS

### 6.1 CAMBIOS DE PESO CORPORAL

El manejo de la alimentación afectó el peso corporal (PC) de las ovejas ( $P < 0.01$ ). En el cuadro 1, se presenta la ganancia diaria de peso (GDP) (g día<sup>-1</sup>) en tres diferentes períodos, mientras que en la gráfica 1, se presentan los cambios mensuales de peso (kg) a través del experimento. La GDP y los cambios de PC, fueron diferentes entre grupos a partir del mes de marzo, observándose mayor ganancia de peso en el grupo GP (44 g) con respecto a los grupos MP (19 g) y PP (3 g).

Dentro de grupos, las ovejas del grupo PP no tuvieron cambios significativos en su PC entre diciembre de 1990 y mayo de 1991 ( $27.7 \pm .44$  kg); sin embargo, de junio a septiembre perdieron en promedio 3 kg de peso (18 g día<sup>-1</sup>), lo cual representó el 12.5% de su peso inicial. Las ovejas del grupo MP aumentaron 4 kg de diciembre a mayo (25 g en promedio), mientras que de junio a septiembre se observó una pérdida de peso (11 g). En el grupo GP, la ganancia de peso fue consistente entre diciembre de 1990 y septiembre de 1991 (9.7 kg).

CUADRO 1. GANANCIA DIARIA DE PESO (g día<sup>-1</sup>) Y CAMBIOS DE PESO CORPORAL EN OVEJAS PELIBUEY CON TRES ESQUEMAS DE ALIMENTACION.

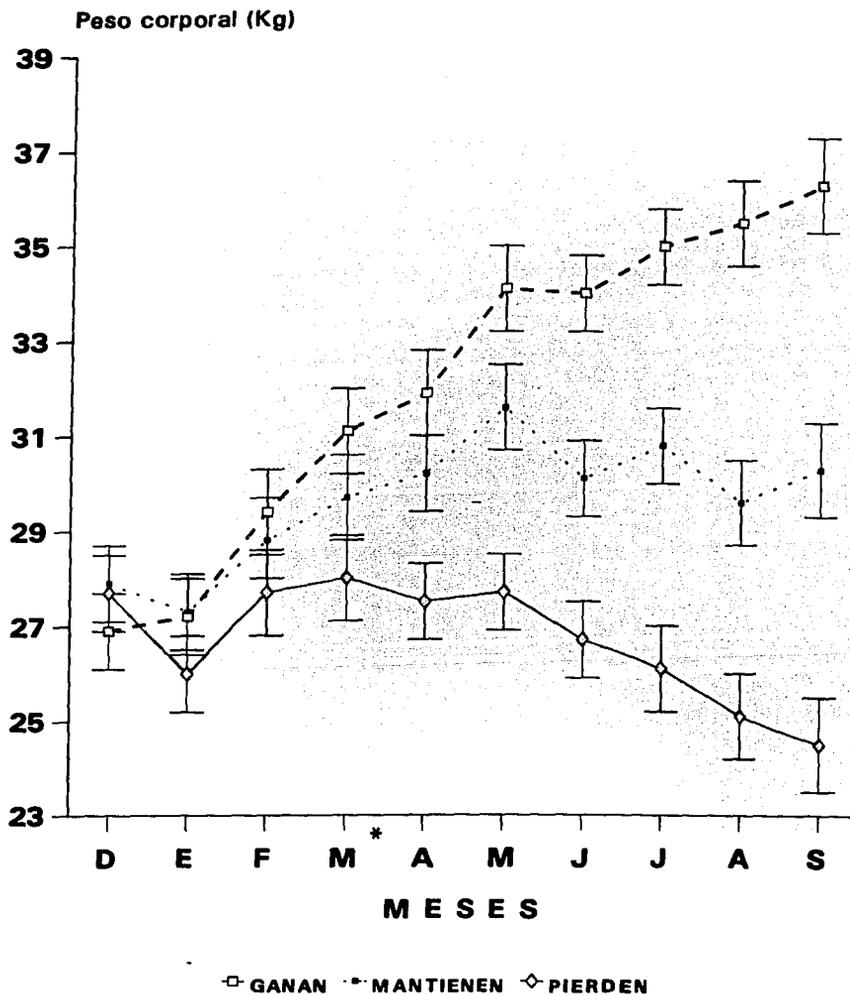
CAMBIO DE PESO	PERÍODO		
	10/dic/90 al 6/mar/91	7/mar/91 al 28/may/91	29/may/91 al 7/sep/91
PERDIDA	3 <sup>c</sup> (27.7)	-6 <sup>c</sup> (27.7) <sup>c</sup>	-18 <sup>c</sup> (24.5) <sup>c</sup>
MANTENIMIENTO	19 <sup>b</sup> (27.9)	31 <sup>b</sup> (31.6) <sup>b</sup>	-11 <sup>b</sup> (30.3) <sup>b</sup>
GANANCIA	44 <sup>a</sup> (26.9)	49 <sup>a</sup> (34.1) <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup> (36.6) <sup>a</sup>
EEM	3 (0.8)	4 (0.9)	3 (1.1)

Los valores entre paréntesis de la primera columna corresponden al peso inicial de las ovejas (kg), mientras que en las columnas siguientes, se presentan los pesos del final del período señalado.

a,b,c Literales distintas en una misma columna indican diferencias ( $P < 0.01$ )

EEM = Error estándar de la media.

**GRAFICA 1. CAMBIOS MENSUALES DEL PESO CORPORAL DE OVEJAS PELIBUEY MANTENIDAS EN TRES ESQUEMAS DE ALIMENTACION.**



\* A partir del mes de marzo los pesos entre grupos fueron diferentes ( $P < 0.01$ )

## 6.2 ACTIVIDAD ESTRAL

En la gráfica 2, se presenta la proporción de estros por períodos de 18 días y por grupo de cambio de peso, observándose un efecto de período sobre esta variable de respuesta ( $P < 0.01$ ). Del 12 de diciembre al 22 de febrero (primeros 4 períodos), el promedio de presentación de estros fue superior al 90% en los tres grupos experimentales. Sin embargo, a principios de marzo (período 5) el porcentaje de estros se redujo a 80% y continuó disminuyendo en forma paulatina en los períodos siguientes, hasta alcanzar un valor promedio de 50.8% entre los meses de abril y principios de junio (períodos 7 al 10); los porcentajes más bajos se observaron en los período 8 (con 46% en el grupo MP) y 9 (con 40% en los grupos PP y MP). A finales de junio (período 11), la presentación de estros aumentó abruptamente a 83% y ya para agosto y septiembre fueron nuevamente del 90% en promedio, siendo estos valores similares a los de los períodos iniciales.

El grupo de cambio de peso no tuvo efecto sobre la presentación total de estros ( $P > 0.05$ ) y tampoco se detectó interacción entre número de período y grupo de cambio de peso ( $P > 0.05$ ).

La proporción de estros por período y por edad de la oveja se presenta en la gráfica 3. Se observó un efecto significativo ( $P < 0.01$ ) de la interacción período por edad, en el cual las ovejas más jóvenes (12 a 24 meses) disminuyeron un 15% su presentación de estros desde el período tres (principios de febrero), dos períodos más temprano que los demás grupos de edad; estas ovejas jóvenes tuvieron consistentemente menor proporción de estros. Además, durante los períodos del 6 al 10 (fines de marzo a mediados de junio), sus porcentajes de estros fueron los más bajos (35%) junto con los de las ovejas del siguiente grupo de edad (25 a 36 meses), aunque en estas últimas sólo se observó en los períodos 9 y 10. Aunque la menor proporción de estros las ovejas de más edad ( $>$  de 48 meses) fue de 75%, la duración fue similar al de las ovejas más jóvenes (fines de marzo a mediados de junio). El reinicio de la actividad estral en todos los grupos de edad, se observó en forma abrupta y fue a fines de junio (período 11).

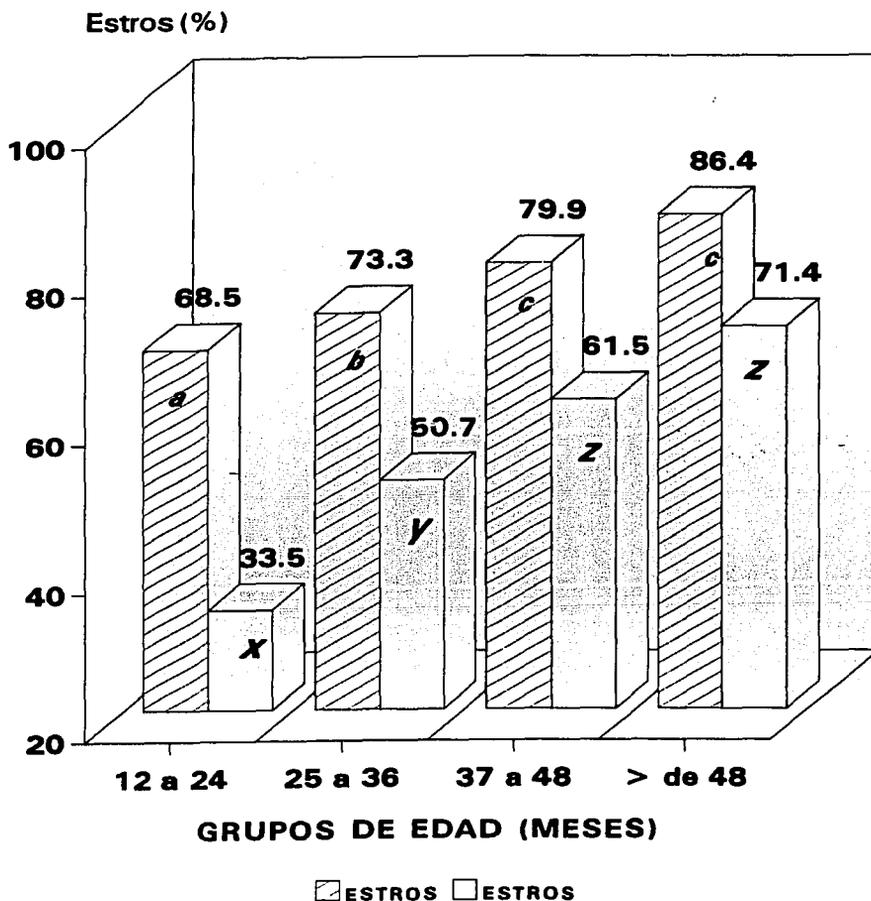




La edad de la oveja tuvo efecto sobre la proporción total de estros detectados (gráfica 4). A medida que aumentó la edad de la oveja, también se incrementó la presentación de estros; las ovejas de 12 a 24 meses tuvieron 18% menos de estros ( $P<0.05$ ) que las ovejas mayores de 48 meses (68.5% contra 86.4%). Este efecto, también fue observado durante la época de menor actividad estral (gráfica 4); las ovejas de 12 a 24 meses tuvieron 38% menos de estros ( $P<0.05$ ) que las ovejas mayores de 48 meses (33.5% contra 71.4%) e influyó la duración del anestro ( $P<0.05$ ), siendo éste 30 días más largo en las ovejas de 12 a 24 meses con respecto a las ovejas mayores de 48 meses (110 contra 80 días) (gráfica 5).

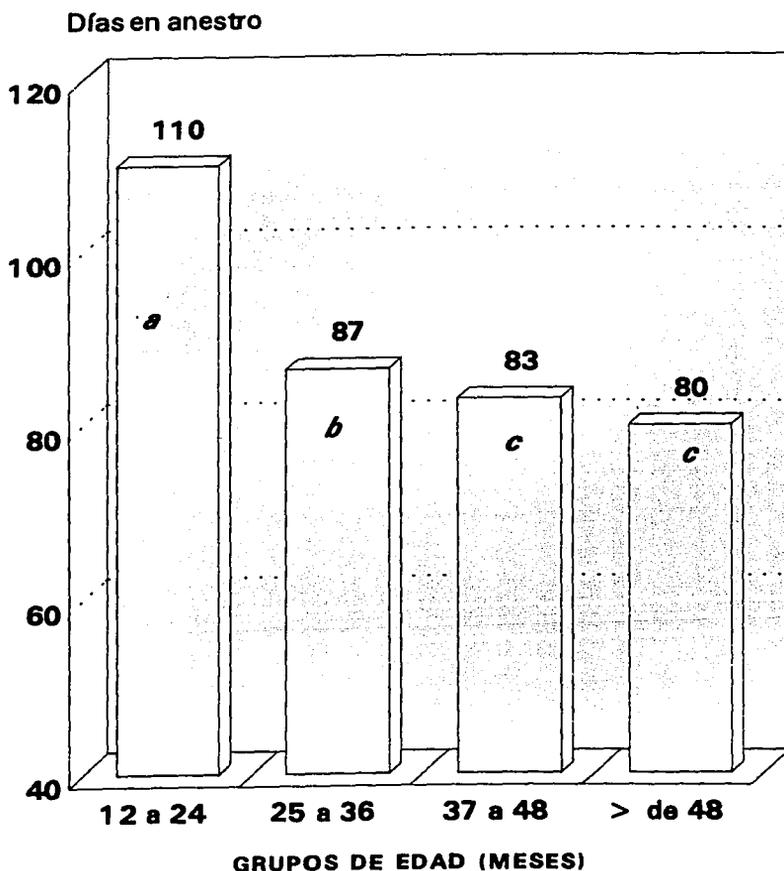
En la presentación total de estros, la interacción edad por grupo de cambio de peso fue significativa ( $P<0.01$ ). Las ovejas del grupo GP de 12 a 24 meses de edad, tuvieron una respuesta positiva a la mejor alimentación con 81% de estros contra 68% de las ovejas de los grupos PP y MP. En la categoría de 25 a 36 meses, las ovejas del grupo MP tuvieron mejor comportamiento (88%) que las del grupo PP (68%), las cuales incrementaron su manifestación de estros (86%) en la siguiente categoría de edad (37 a 48 meses). En las ovejas mayores de 48 meses, independientemente del grupo de cambio de peso, la presentación de estros fue superior al 80%. Este patrón de comportamiento, fue similar al que se observó durante la época de menor actividad estral ( $P<0.01$ ), en el cual las ovejas del grupo GP de 12 a 24 meses tuvieron mayor actividad estral (46%) que las de los grupos PP (31%) y MP (25%), aunque en la categoría de 37 a 48 meses ya no se detectaron diferencias.

**GRAFICA 4. EFECTO DE LA EDAD SOBRE LA PRESENTACION DE ESTROS EN OVEJAS PELIBUEY**



Liiterales distintas en la misma serie indica diferencias: a,b,c, ( $P < 0.05$ ) y,y,z, ( $P < 0.01$ ).  
 1 De todo el experimento (EEM= 1.14); 2 Durante el período de menor actividad estral (EEM= 2.08).  
 Ovejas por grupo de edad: 12 a 24 (n= 30); 25 a 36 (n= 45); 37 a 48 (n= 17); > 48 (n= 32).

**GRAFICA 5. EFECTO DE LA EDAD SOBRE LA DURACION DEL PERIODO DE ANESTRO EN OVEJAS PELIBUEY**



a, b, c. Literales distintas indican diferencia ( $P < 0.05$ )

Ovejas en anestro por grupo de edad: 12 a 24 (n= 22); 25 a 36 (n= 32); 37 a 48 (n= 11); > 48 (n= 26).

En la gráfica 6, se presenta la distribución de frecuencias de la duración del ciclo estral en ovejas con actividad estral continua o interrumpida; para la estimación de esta variable de respuesta, no se incluyó el período en que las ovejas estuvieron anestro. El 92.2% de los ciclos de las ovejas con actividad continua y el 91.3% de los de las ovejas con actividad interrumpida estuvieron dentro de un rango de 16 a 19 días, mientras que la duración promedio del ciclo estral fue de  $17.7 \pm 0.1$  y  $18.0 \pm 0.1$  días para las de actividad continua e interrumpida, respectivamente ( $P < 0.01$ ). Los ciclos estrales de 15 días ó menos, fueron del 1% para las ovejas con actividad continua y 1.7% en las de actividad interrumpida, mientras que los ciclos de 20 días ó más, fueron del 6.8% y 6.5% para las ovejas con actividad estral continua e interrumpida, respectivamente.

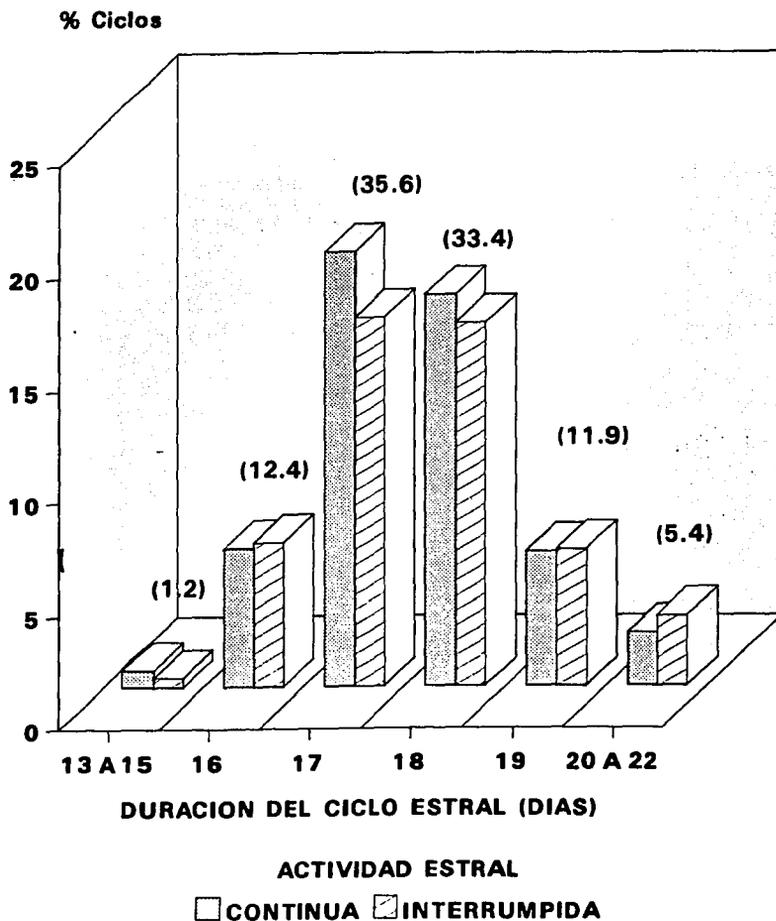
En la gráfica 7, se presenta la distribución de frecuencias de la duración del ciclo estral por grupo de cambio de peso. El 93.3% de los ciclo estrales se agruparon dentro de un rango 16 a 19 días, el 1.2% de los ciclos fueron de 15 días ó menos y el 5.4% de 20 días ó más. No se detectaron diferencias por efecto del grupo de cambio de peso sobre la duración del ciclo estral ( $P > 0.05$ ).

### **6.3 CONCENTRACION DE PROGESTERONA SERICA**

El grupo de cambio de peso no tuvo efecto sobre la concentración media, número de elevaciones, ni sobre los valores máximos de P<sub>4</sub>, a lo largo del experimento ( $P > 0.05$ ).

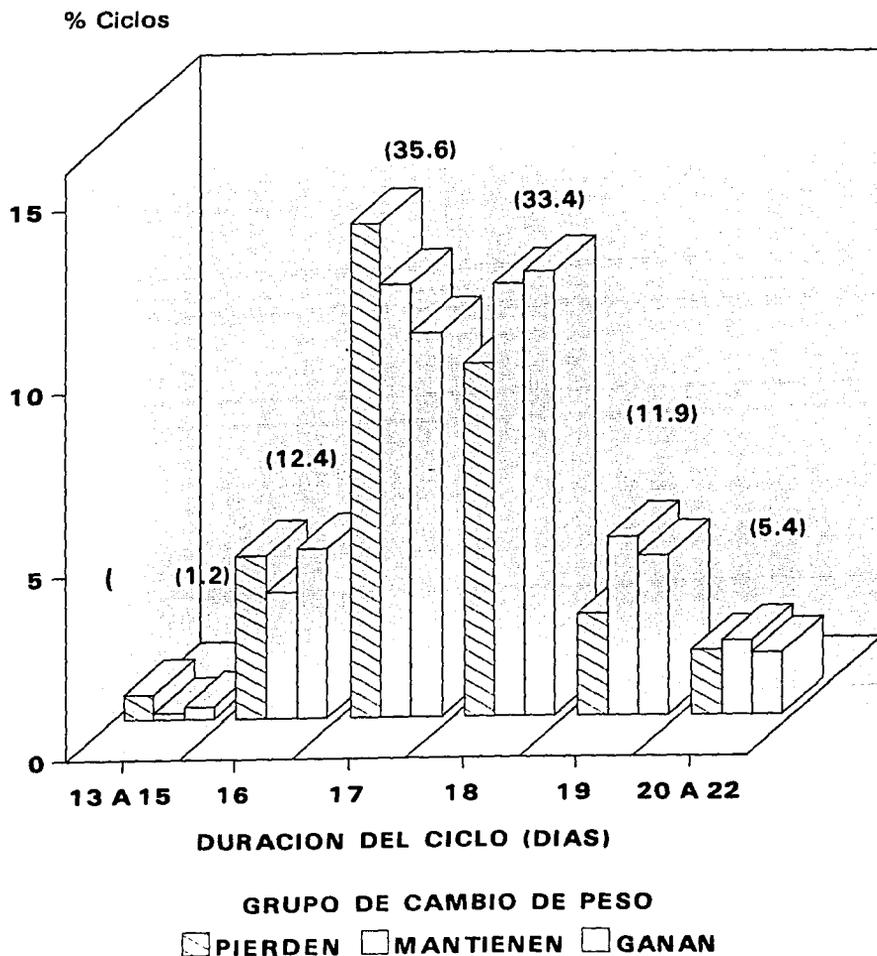
La concentración media, el número de elevaciones y los valores máximos de P<sub>4</sub>, se presentan el cuadro 2. La concentración media fue diferente entre épocas ( $P < 0.01$ ), observándose una menor concentración en la época 2 ( $0.94 \text{ ng ml}^{-1}$ ); la concentración más alta de P<sub>4</sub> se observó en la épocas 3 y fue diferente a la de la época 2 ( $1.55$  contra  $1.17 \text{ ng ml}^{-1}$ ). El número de elevaciones de P<sub>4</sub> de la época 2 (2.98 elevaciones), también fue menor ( $P < 0.01$ ) al de las épocas 1 (4.37 elevaciones) y 3 (4.28 elevaciones), con diferencias de 1.4 y 1.3 elevaciones. Por el contrario, los valores máximos de P<sub>4</sub> fueron mayores en la época 3 ( $3.11 \text{ ng ml}^{-1}$ ) con respecto a las épocas 1 y 2 ( $P < 0.01$ ), con diferencias de 1.06 y 1.32  $\text{ng ml}^{-1}$ , respectivamente.

**GRAFICA 6. DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LA DURACION DEL CICLO ESTRAL POR TIPO DE CICLICIDAD.**



(%) Total para cada duración del ciclo  
 Cíclicas interrumpidas (N° de ciclos = 579)  
 Cíclicas continuas (N° de ciclos = 620)

# GRAFICA 7. DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LA DURACION DEL CICLO ESTRAL POR GRUPO DE CAMBIO DE PESO



(%) Total para cada duración del ciclo  
 Pierden (N= 391)   Mantiene (N= 407)   Ganan (N= 401)

**CUADRO 2. CONCENTRACION MEDIA<sup>1</sup>, NUMERO DE ELEVACIONES Y VALORES MAXIMOS<sup>1</sup> DE PROGESTERONA EN OVEJAS PELIBUEY, POR EPOCA.**

PARAMETROS	EPOCA 1	EPOCA 2	EPOCA 3	
	18/ENE al 12/MAR EEM	13/MAR al 10/JUN	11/JUN al 30/AGO	
Concentración de P <sub>4</sub>	1.17 <sup>b</sup>	0.94 <sup>a</sup>	1.55 <sup>c</sup>	0.14
Elevaciones de P <sub>4</sub>	4.37 <sup>x</sup>	2.98 <sup>y</sup>	4.28 <sup>x</sup>	0.42
Valores Máximos de P <sub>4</sub>	2.05 <sup>x</sup>	1.79 <sup>x</sup>	3.11 <sup>y</sup>	0.26

<sup>1</sup> Valores expresados en ng ml<sup>-1</sup>.

a,b,c Literales distintas en el mismo renglón indican diferencia (P<.05)

x,y Literales distintas en el mismo renglón indican diferencia (P<.01)

La concentración media de P<sub>4</sub> de las ovejas con actividad estral interrumpida (0.8 ng ml<sup>-1</sup>), fue 50% menor al de las ovejas con actividad continua (P<0.01) y el promedio de elevaciones de P<sub>4</sub> (10.6 y 12.6, respectivamente) también fue menor (P<0.01) (cuadro 3).

**CUADRO 3. EFECTO DEL TIPO DE ACTIVIDAD ESTRAL SOBRE LA CONCENTRACION MEDIA DE PROGESTERONA (ng ml<sup>-1</sup>) EN OVEJAS PELIBUEY.**

PARAMETROS	TIPO DE ACTIVIDAD ESTRAL		EEM
	CONTINUA	INTERRUMPIDA	
Concentración de P <sub>4</sub>	1.6 <sup>b</sup>	0.8 <sup>a</sup>	0.14
Elevaciones de P <sub>4</sub>	12.6 <sup>b</sup>	10.6 <sup>a</sup>	0.42
Valores Máximos de P <sub>4</sub>	2.3	2.3	0.26

a,b Literales distintas en el mismo renglón indican diferencia (P<0.01)

En la gráfica 8 se presenta la interacción época X tipo de actividad estral sobre el número de elevaciones de P<sub>4</sub>. En la época 2, las ovejas con actividad estral interrumpida tuvieron casi 2 elevaciones menos que las ovejas con actividad continua (3.9 y 2.1, respectivamente) (P<0.01); el 60% de las elevaciones observadas en las ovejas con actividad interrumpida fueron acompañadas de estro.

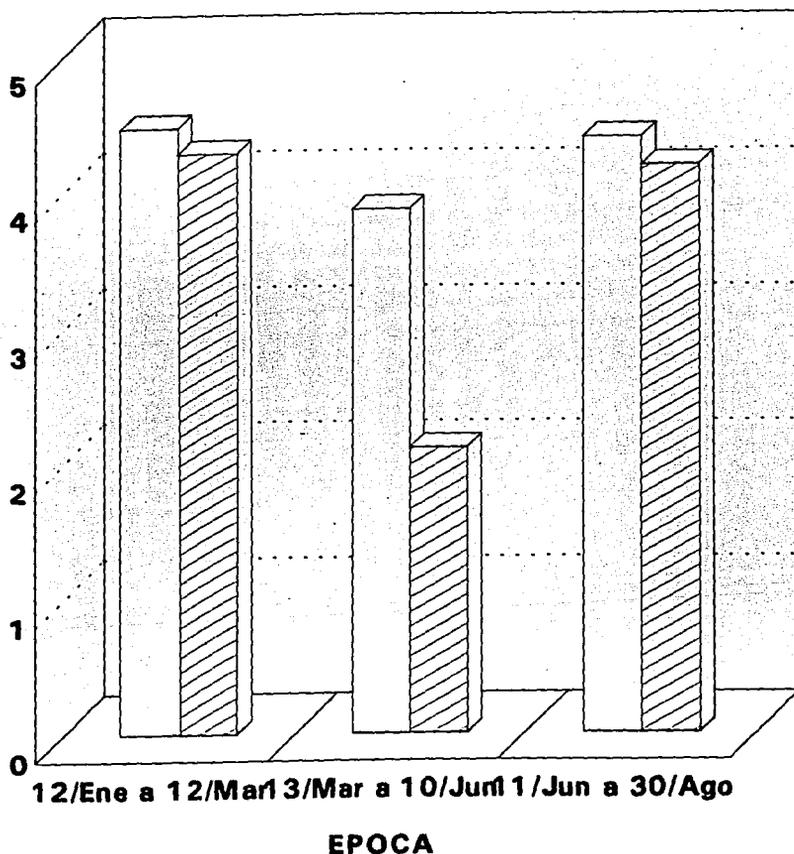
En la gráfica 9 se muestra la interacción época X grupo de cambio de peso sobre los valores máximos de P<sub>4</sub>. Las ovejas del grupo GP tuvieron valores más altos que los demás grupos en las 3 épocas (P<0.05), y el valor más alto para este grupo (3.7 ng ml<sup>-1</sup>) se observó en la época 2.

La fase del ciclo estral constituyó una fuente de variación sobre la concentración de

P<sub>4</sub>

**GRAFICA 8. NUMERO DE ELEVACIONES DE P, POR EPOCA Y TIPO DE ACTIVIDAD ESTRAL EN OVEJAS PELIBUEY**

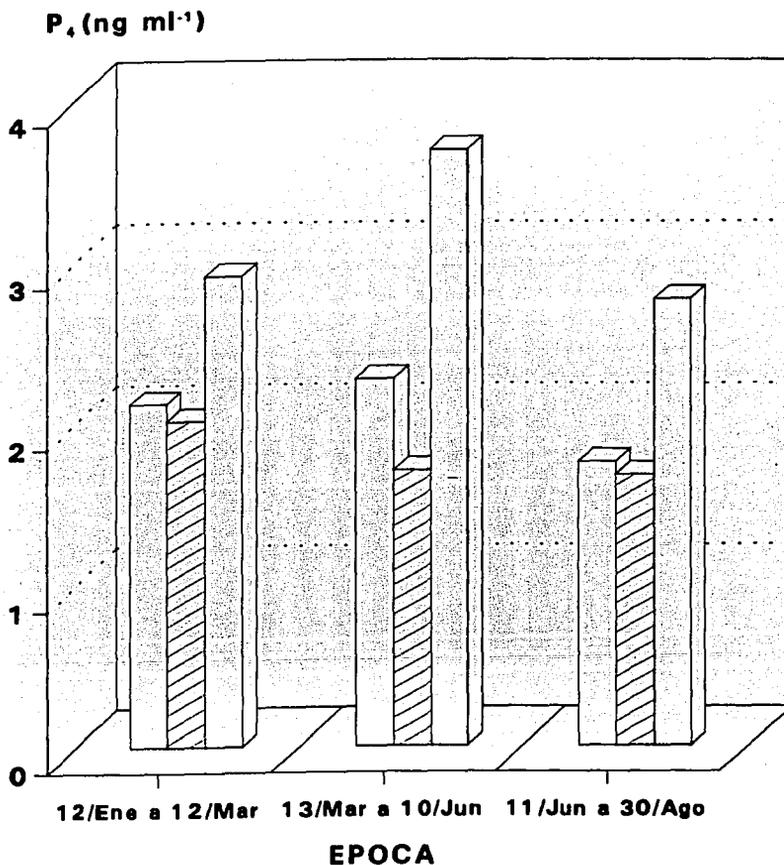
**No Elevaciones de P,**



□ CONTINUAS    ▨ INTERRUPTIDAS

Interacción significativa de Epoca x Tipo de actividad ( $P < 0.01$ )  
 EEM = 0.88

**GRAFICA 9. VALORES MAXIMOS DE P<sub>4</sub> POR EPOCA Y GRUPO DE CAMBIO DE PESO EN OVEJAS PELIBUEY**



**PIERDEN**

**MANTIENEN**

**GANAN**

**Interacción significativa de Epoca x Grupo de cambio de peso (P < 0.05)**

(gráfica 10). El diestro (2.5 ng ml<sup>-1</sup>) y el proestro (1.5 ng ml<sup>-1</sup>) tuvieron valores más altos que el estro (.17 ng ml<sup>-1</sup>) y el metaestro (.56 ng ml<sup>-1</sup>) (P<0.05). Las concentraciones de estas dos fases, al igual que en el anestro (.61 ng ml<sup>-1</sup>) fueron menores de 1 ng ml<sup>-1</sup>.

#### **6.4 CURVAS ESTIMADAS DE SECRECIÓN DE P<sub>4</sub>.**

Las curvas de secreción de P<sub>4</sub> que se presentan en las gráficas 11 y 12 fueron estimadas con los datos de 22 ovejas que estuvieron en anestro.

Partiendo del último estro detectado antes del anestro (día 0), se observaron 2 curvas de secreción de P<sub>4</sub>. La primera curva (día -17 al 0) corresponde al penúltimo cicloestral detectado, en tanto la segunda (día 0 al +17) corresponde al último estro. Ambas curvas tuvieron proyecciones similares observándose concentraciones de P<sub>4</sub> menores a 1 ng ml<sup>-1</sup> en los primeros 4 días del ciclo estral, en los siguientes 10-11 días se observó un incremento a valores superiores a 1 ng ml<sup>-1</sup> y luego declinaron nuevamente (gráfica 11).

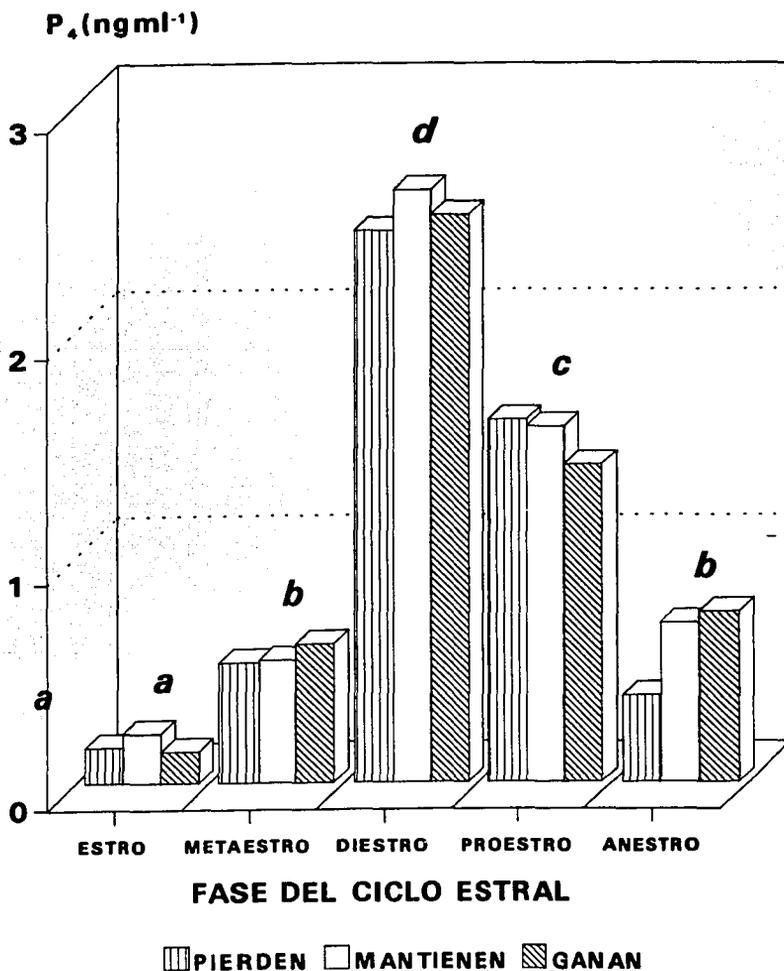
La proyección de las curvas de secreción del final del anestro (gráfica 12) fue similar a las del inicio, la primera curva (día -17 al 0) corresponde probablemente a una ovulación silenciosa mientras que la segunda (día 0 al +17) corresponde al primer estro observado después del período de anestro. Los análisis de regresión del inicio y final de la época de anestro fueron significativos en sus términos lineal y cuadrático (P<0.01) y explican el desarrollo de las curvas de secreción a través del ciclo estral.

A diferencia de las curvas estimadas al inicio y al final del anestro, la concentración de P<sub>4</sub> durante el anestro fue errática e irregular (gráfica 13), y el análisis de regresión sólo fue significativo en su término lineal (P<0.01). En el anexo 5 se presentan algunas gráficas individuales de las concentraciones de P<sub>4</sub> a través del período de muestreo.

#### **6.5 ACTIVIDAD OVARICA.**

En el Cuadro 4 se presentan los promedios de: número de folículos, de cuerpos lúteos y volumen ovárico estimado por época y grupo de cambio de peso. El cambio de peso no tuvo efecto sobre las variables de respuesta (P>.05), sin embargo, el mes de observación afectó significativamente el número de folículos grandes y volumen ovárico estimado.

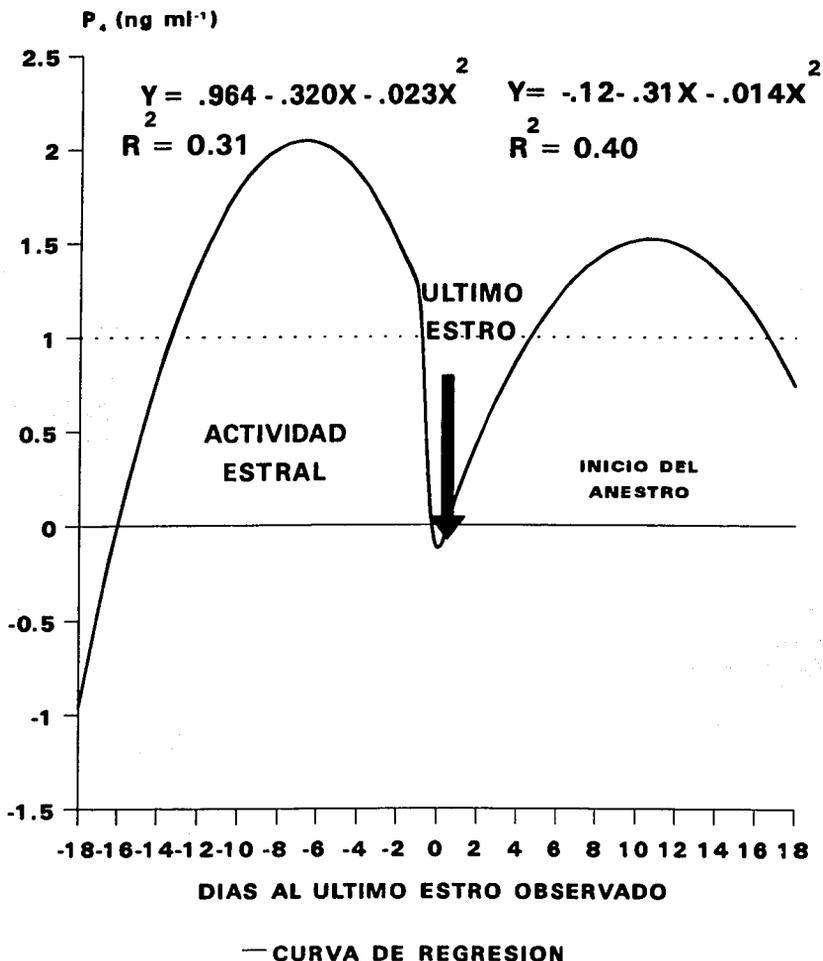
**GRAFICA 10. CONCENTRACION DE PROGESTERONA SERICA POR FASE DEL CICLO ESTRAL Y DURANTE EL ANESTRO EN OVEJAS PELIBUEY**



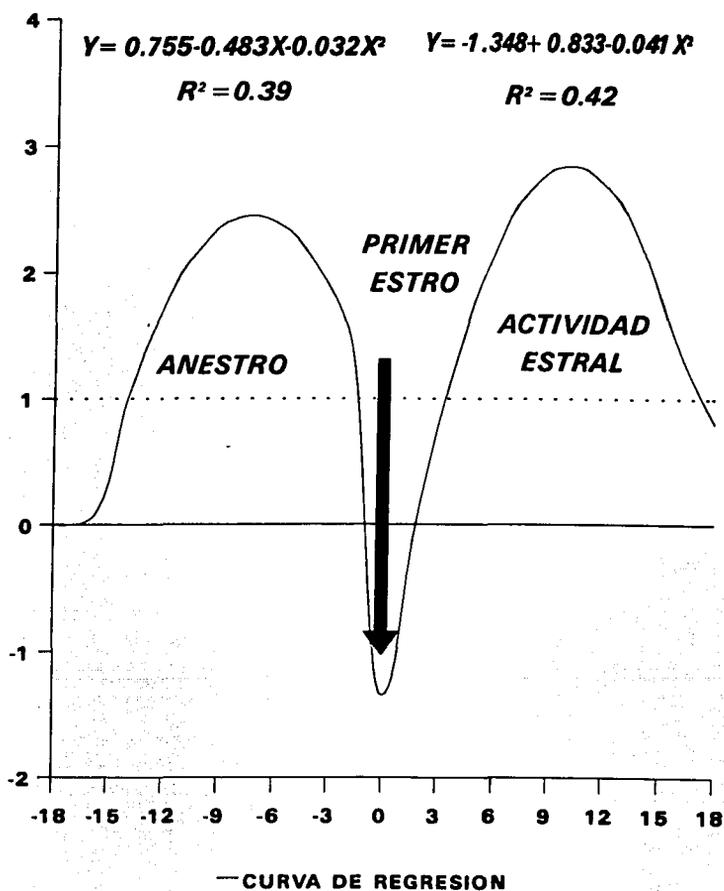
a,b,c. Literales distintas indican diferencias ( $P < 0.01$ ).

Número de ovejas y de muestras por grupo: pierden 11 (71); mantiene 9 (41); ganan 9 (62).

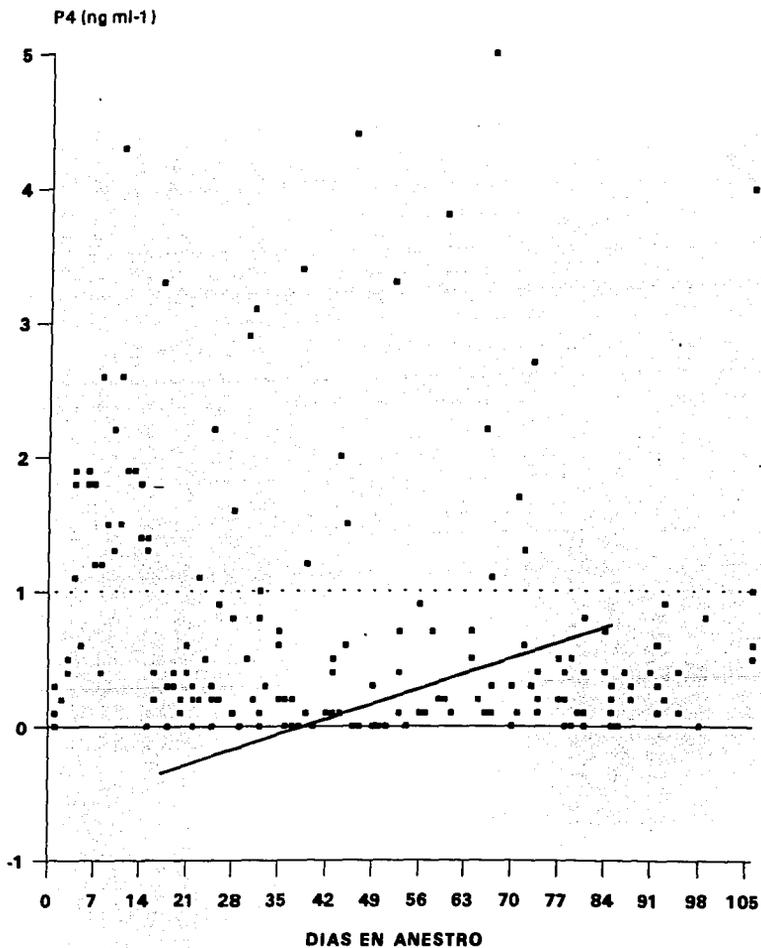
**GRAFICA 11. CONCENTRACION ESTIMADA DE PROGESTERONA SERICA EN OVEJAS PELIBUEY AL INICIO DEL ANESTRO.**



**GRAFICA 12.- CONCENTRACION ESTIMADA DE PROGESTERONA SERICA EN OVEJAS PELIBUEY AL FINAL DEL ANESTRO**



**GRAFICA 13.- CONCENTRACION DE PROGESTERONA SERICA DE LAS OVEJAS PELIBUEY QUE ESTUVIERON EN ANESTRO.**



—  $Y = .623 + .018X (P < 0.01)$  ■ VALORES INDIVIDUALES

Este efecto está dado por el incremento de 0.9, 0.6 y 0.9 en el número de folículos grandes observado en los meses de mayo, junio y agosto con respecto al del mes de enero (1 folículo) ( $P < 0.01$ ).

El volumen ovárico estimado del mes de enero ( $4.9 \text{ cm}^3$ ) fue mayor al de los demás meses ( $P < 0.05$ ) y las diferencias fueron de  $1.2 \text{ cm}^3$ ,  $1.7 \text{ cm}^3$  y  $1.7 \text{ cm}^3$  para a los meses de mayo, junio y agosto, respectivamente.

No se detectaron interacciones significativas ( $P > 0.10$ ) entre época y grupo de cambio de peso para las variables asociadas con tasa de ovulación (folículos grandes, folículos chicos, cuerpos lúteos y volumen ovárico).

**CUADRO 4. NÚMERO DE FOLÍCULOS, CUERPOS LUTEOS Y VOLUMEN OVARICO ESTIMADO POR EPOCA Y GRUPO DE CAMBIO DE PESO**

GRUPO EXPERIMENTAL	MESES DE OBSERVACION				MEDIA
	FOLICULOS GRANDES (> 5 mm)				
	ENERO	MAYO	JUNIO	AGOSTO	
N	27	30	26	30	
PIERDEN	1.0	1.1	1.7	1.6	1.3
MANTIENEN	1.1	2.6	1.9	2.1	1.9
GANAN	0.9	1.8	1.3	1.9	1.5
MEDIA	1.0 <sup>a</sup>	1.9 <sup>b</sup>	1.6 <sup>b</sup>	1.9 <sup>b</sup>	
EEM = 0.05					
FOLICULOS CHICOS (< 5 mm).					
PIERDEN	4.3	2.2	2.5	3.5	3.1
MANTIENEN	4.4	3.0	3.5	3.4	3.6
GANAN	5.6	5.1	2.3	3.8	4.2
MEDIA	4.8	3.4	2.8	3.6	
EEM = 0.07					
CUERPOS LUTEOS.					
PIERDEN	1.3	1.3	1.3	1.6	1.4
MANTIENEN	1.2	1.3	1.8	1.6	1.5
GANAN	1.2	1.8	1.6	1.8	1.6
MEDIA	1.2	1.5	1.6	1.7	
EEM = 0.02					
VOLUMEN OVARICO ESTIMADO ( $\text{cm}^3$ ).					
PIERDEN	4.5	3.1	3.5	3.5	3.6
MANTIENEN	5.5	3.4	2.8	2.8	3.6
GANAN	4.6	4.5	3.2	3.4	3.9
MEDIA	4.9 <sup>x</sup>	3.7 <sup>y</sup>	3.2 <sup>y</sup>	3.2 <sup>y</sup>	
EEM = 0.19					

N Es el total de ovejas utilizadas por mes de observación. En junio, una oveja del grupo PP tuvo adherencias ováricas por lo que no fue posible determinar sus estructuras.

a, b Literales distintas en el Total indican diferencia ( $P < 0.01$ ).

x, y Literales distintas en el Total indican diferencia ( $P < 0.05$ ).

## VII DISCUSIÓN

A pesar de que el nivel de energía en la dieta tuvo efecto sobre la ganancia de peso corporal al inicio del período de menor actividad estral, estas ganancias fueron mayores a las esperadas de acuerdo al diseño, excepto en el grupo de ganancia, en el cual las ovejas ganaron peso consistentemente. En el grupo restringido, en vez de perder, las ovejas mantuvieron su peso inicial durante la época de menor actividad estral, mientras que en las de mantenimiento, se observó un aumento en el peso corporal, aunque en menor proporción que en las del grupo de ganancia. Estas ganancias de peso por encima de lo esperado, puede estar relacionada con los requerimientos de energía para mantenimiento de peso en ovinos Pelibuey utilizada para calcular las dietas de este trabajo. Bores et al. (1988) señalaron que estos requerimientos ( $143 \text{ Kcal de EM kg}^{0.75} \text{ día}^{-1}$ ) eran 30% superiores a los que se recomiendan en tablas (N.R.C., 1985).

La disminución de la actividad estral de la oveja Pelibuey en poco más del 50% entre principios de marzo y principios de junio, así como el menor número de cuerpos lúteos observado en dicho período, independientemente de las ganancias de peso corporal, demuestra que este período de anestro ó de menor actividad estral, no es por efecto el negativo de una alimentación deficiente como se ha sugerido. En cambio, este resultado confirma la observación previa de este fenómeno por parte otros autores.

El patrón de presentación de estros observado en este trabajo, difiere de alguna manera con lo señalado por Hafez (1952) y Jainuden y Hafez (1989) en el sentido de que, a diferencia de las ovejas de clima templado que presentan un período de anestro estacional bien definido, las ovejas tropicales tienden a mantener su actividad reproductiva a lo largo del año. Lo ambiguo de esta definición permite suponer, de acuerdo con los resultados del presente trabajo, que la oveja Pelibuey en el trópico tienden a disminuir su actividad estral, a finales del invierno; este patrón de comportamiento puede definirse como un anestro parcial de corta duración. Asimismo, los resultados de este trabajo, son diferentes a los de otros autores en trabajos realizados con ovejas Pelibuey en el trópico, tanto en México (Rojas et

al., 1986; Heredia et al., 1988) como en Cuba (Perón et al., 1989), en los que no se detectaron efecto de época sobre la actividad reproductiva.

Las evidencias que apoyan la manifestación de un período de anestro estacional ó de menor actividad estral en ovinos tropicales, ha sido presentada por Valencia et al. (1981), al observar únicamente el 17% de estros en ovejas Pelibuey en la Península de Yucatán, entre mediados de enero y mediados de abril, y por Heredia et al. (1991b), quiénes observaron poco menos del 20% de estro entre mediados de febrero y finales de mayo, en condiciones similares; en ambos casos, las investigaciones fueron realizadas con ovejas Pelibuey y en condiciones de trópico de la Península de Yucatán. Los datos de estos autores, representan del 30 al 35% menos de estros con respecto al presente trabajo y un adelanto de 8 y 4 semanas, respectivamente. Asimismo, González et al. (1992) trabajando con ovejas Pelibuey, bajo condiciones de una alimentación constante en el estado de Tamaulipas, observaron una marcada disminución en la presentación de estros en los meses de marzo y abril (40% y 25% de estros) con respecto al resto del año, así como en el porcentaje de ovejas ovulando en el mes de abril (20%). La disminución de la actividad estral y la época en fue detectada, son similares a los del presente estudio.

Aunque los factores que regulan la disminución de la actividad estral de las ovejas de pelo no han sido identificadas, se sabe que la variación estacional del clima en el trópico puede afectar el comportamiento reproductivo de la hembra. En el ganado vacas Cebú, la presentación de estros, duración del estro y duración del ciclo estral, disminuyen durante el otoño e invierno, asociándose este comportamiento con la reducción de la temperatura ambiental y del fotoperiodo (Villagómez, 1990). Asimismo, en ovinos de pelo se ha observado que la variación del clima influye sobre la presentación de estros (González, 1983) y la tasa de ovulación (Rojas et al., 1991).

Las condiciones climáticas en las que se condujo el presente estudio se caracterizaron por temperaturas ambientales altas, especialmente durante la época de menor actividad estral, en la que se alcanzó una temperatura máxima superior a los 40° C.

Aunque este estudio no fue diseñado para evaluar el efecto de este componente climático, es posible que hubiera afectado negativamente el comportamiento de las ovejas. Hill y Alliston (1981) señalan que la exposición de ovejas de clima templado a un ambiente de temperatura de 36°C provoca en ellas una disminución en su comportamiento estral y un descenso en el pico preovulatorio de LH. No obstante, Padilla (1987) no encontró diferencias en el comportamiento reproductivo de ovejas Pelibuey, ni en la concentración de la LH al en clima tropical húmedo (33.8°C de temperatura máxima), aunque la concentración de P<sub>4</sub> fue más baja durante la época cálida.

El período en el que inició la época de menor actividad estral de las ovejas en el presente estudio, fue diferente a lo que se han reportado entre los distintos trabajos; esta variación entre experimentos puede estar asociada, entre otros factores, con la presencia del macho en el rebaño. En la mayoría de las razas ovinas y caprinas de clima templado, la introducción repentina del macho en un rebaño en anestro estacional induce la ovulación 48 h después, manifestándose la actividad estral cíclica a partir de la formación del cuerpo lúteo correspondiente a esta ovulación (Lindsay, 1991). A este respecto, se ha señalado que las ovejas con anestro ligero, como las de raza Merino, manifiestan una buena respuesta a la introducción del macho durante todo período de anestro, mientras que las ovejas de razas con anestro profundo sólo tienen buena respuesta al inicio y al final de la época de anestro (Goodman, 1988; Lindsay, 1991)

En trabajos previos tendientes a determinar el comportamiento reproductivo estacional de la ovejas Pelibuey (Rojas et al., 1986; Perón et al., 1989), la introducción del macho en el rebaño para la detección de estros, posiblemente haya estimulado la manifestación de estros, y por tanto, retrasado la disminución de la actividad estral. También es posible que una proporción variable de ovejas se hayan vuelto refractarias a la presencia del macho y posteriormente hayan entrado en anestro (Heredia et al., 1991b).

En el presente trabajo, las ovejas estuvieron diariamente en contacto directo con los machos utilizados para la detección de estros (una hora en la mañana otra en la tarde) e

indirectamente con los machos de los corrales aledaños, desde aproximadamente 30 y 60 días antes del inicio de la época prevista de menor actividad estral y desde 90 días, según los datos obtenidos en este mismo trabajo. Con base a lo anterior, y teniendo en cuenta que la respuesta al efecto macho depende fundamentalmente de que las ovejas hubieran permanecido aisladas del macho por algún tiempo, se puede asumir que no se dieron las condiciones para que se manifestara el "efecto macho". No existe información en la que se indique un período después del cual las ovejas se vuelven refractarias, por lo que es probable que sin la presencia del macho, la época de menor actividad estral de este trabajo, hubiera coincidido con las señaladas por Valencia et al. (1981) y Heredia et al. (1991b).

Para tener un concepto más definido acerca de la existencia de un período de anestro estacional ó de menor actividad estral en ovejas tropicales, es necesario realizar estudios a largo plazo que contemplen varios ciclos anuales de reproducción y en los cuales se puedan controlar y evaluar la presencia del macho, así como los diferentes factores climáticos y ambientales que puedan afectar su actividad reproductiva, tales como la temperatura, la luminosidad, la humedad y el fotoperíodo.

En las ovejas de clima templado, la variación del fotoperíodo representa el componente ambiental mejor documentado y su influencia sobre la estacionalidad reproductiva, al menos en la actividad estral de las ovejas, ha sido comprobada desde hace muchos años. A través de la aplicación de diferentes esquemas de fotoperíodo artificial, se ha logrado establecer que para sincronizar el inicio de la actividad reproductiva, ha sido suficiente un estímulo de fotoperíodo corto de 8 h por 70 días (Woodfill et al., 1991). Además, se ha resaltado la importancia de este fotoperíodo de días cortos para mantener una estación reproductiva prolongada (O'Callaghan et al., 1991). En la actualidad, los investigadores se han concentrado en determinar la respuesta del eje hipotálamo-hipófisis al estímulo del fotoperíodo.

Dadas las características del período de anestro ó de menor actividad estral que se observó en las ovejas en el presente trabajo, aunque no se tienen las evidencias que lo

confirmer, también podría estar relacionado con la variación del fotoperíodo ó con la interacción de éste con la temperatura ambiental. Con el fotoperíodo, porque no obstante estar adaptada al trópico a través de un proceso evolutivo de miles de años, es posible que persista en ellas, vestigios de la sensibilidad a este estímulo y con la temperatura, porque el efecto negativo que ésta ejerce sobre la actividad sexual de las ovejas, parece ser más marcado en condiciones donde no existe la variación fotoperiódica (Pijoan, 1984).

Con relación a la temperatura ambiental, ésta se encuentra altamente relacionada con la nubosidad y la luminosidad. Al aumentar la nubosidad en verano, disminuyen tanto la luminosidad como la temperatura ambiental, lo cual podría modificar la percepción del fotoperíodo de días largos en las ovejas tropicales. Lo anterior, explicaría el reinicio de la actividad estral de estas ovejas precisamente durante los días de fotoperíodo largo.

Las diferencias que se observan con relación al inicio de la época de menor actividad estral, así como en la proporción de ovejas que mantienen su actividad estral cíclica, entre el presente trabajo y el de otros autores (Valencia et al., 1981; Heredia et al., 1991b; González et al., 1992), sugieren que esta disminución en la actividad estral de la oveja Pelibuey en el trópico, puede estar condicionada por el efecto de factores diferentes al de la variación del fotoperíodo ó por la interacción con este último.

La ubicación temporal de la época de menor actividad estral observada en este estudio, concuerda con la época de anestro de las ovejas de clima templado, aunque diferentes en la duración y en la intensidad. El período de anestro estacional de la mayoría de las razas ovinas de clima templado, varía de 6 a 9 meses por efecto de la raza y la latitud, y en ese período la inactividad estral de las ovejas es absoluta, con excepción de algunas razas (Hafez, 1952; Lax et al., 1979; Lamberson y Thomas, 1982; De Lucas, 1987; Quirke et al., 1988; Cummins et al., 1992).

De acuerdo con los resultados del presente trabajo, la duración del período de anestro estacional o de menor actividad estral en la oveja Pelibuey, es de aproximadamente tres meses y persiste un porcentaje variable de ovejas con actividad estral durante este

período. Este patrón de comportamiento, caracterizado por una aparentemente menor profundidad del anestro y por la corta duración de éste, en comparación con el anestro de las ovejas de clima templado, puede estar influenciado por la menor variación del fotoperíodo en los trópicos y por la adaptación de las razas de pelo a este ambiente; no obstante, no se tienen datos al respecto. El estudio del comportamiento de estos ovinos en latitudes diferentes o en fotoperíodos controlados, pueden ser de interés para conocer su ciclo de reproducción. De acuerdo con los trabajos realizados con ovejas de clima templado (Karsch et al., 1989; Woodfill et al., 1991; O'Callaghan et al., 1991), es probable que la disminución de la actividad estral que se ha observado en las ovejas Pelibuey, dependa también de un ritmo endógeno propio de control endócrino, el cual debido a la falta de una variación fotoperiódica similar al de las latitudes altas, no se manifiesta con las mismas características de duración e intensidad como en el anestro estacional de las ovejas de clima templado.

No se detectaron diferencias en la manifestación de estros, duración del período de anestro, ni sobre la duración del ciclo estral, probablemente debido a que ninguno de los tres grupos perdió peso drásticamente al inicio del período de menor actividad estral como se había previsto, aunque en el grupo que fue restringido de alimento las ovejas perdieron peso al final de dicho período. El efecto de la nutrición sobre el inicio y duración de la época de menor actividad reproductiva en las ovejas de pelo, no ha sido suficientemente estudiado y los resultados de investigación a la fecha, no han sido concluyentes. Por lo tanto, aunque algunos autores (González, 1983; Rodríguez, 1989; González et al., 1992) sugieren que este fenómeno podría estar asociado al nivel de alimentación, esta hipótesis no ha sido confirmada.

En ovejas de clima templado, Hafez (1952) menciona que la sobrealimentación antes del empadre no acelera el inicio de la estación reproductiva y que subalimentar a las ovejas antes y después del inicio del empadre, con una pérdida del 40 al 45% del peso corporal, no afecta el inicio ni la duración de la estación reproductiva, pero sí el número de estros

silenciosos. La pérdida de peso corporal, inhibió la actividad estral tanto en las ovejas más jóvenes como en las más viejas. Gibson y Robinson (1971) observaron que las ovejas que perdieron del 35 al 40% de su peso corporal tuvieron 30% menos estros en el período de transición entre la estación reproductiva y la de anestro con respecto a las ovejas que mantuvieron o que ganaron peso, señalando que la subalimentación había acelerado el cambio de sensibilidad del hipotálamo al efecto inhibitorio de los estrógenos en la época de anestro.

El efecto negativo de un estado nutricional deficiente sobre la estacionalidad reproductiva, probablemente sólo se manifiesta cuando la restricción alimenticia sea severa y prolongada, ó en ovejas muy jóvenes o muy viejas y por tanto más sensibles a la restricción nutricional. En el presente estudio, los cambios de peso no fueron lo suficientemente drásticos ni oportunos para afectar la presentación total de estros, como tampoco en los periodos de 18 días.

Las ovejas menores de 24 meses de edad presentaron menos estros y su período de anestro fue más largo que las ovejas de más de 25 meses, es probable que esta respuesta sea consecuencia de la inmadurez sexual de las ovejas, ya que experimentaban su primer período de anestro. Este comportamiento es semejante al de las corderas de razas de clima templado, las cuales en su primera estación reproductiva tienen menor número de estros que las ovejas adultas y que después de estos ciclos estrales entran en anestro estacional más temprano que las ovejas adultas (Hafez, 1952; Foster y Ryan, 1981). Lo anterior, junto con la imposibilidad de adelantar la pubertad o de retrasarla en forma indefinida a través del manejo del fotoperíodo artificial, se puede explicar como una incapacidad de las corderas para traducir el estímulo del fotoperíodo corto a la señal endócrina (la secreción de melatonina) que les permita tener un comportamiento estacional similar al de las ovejas maduras (Williams y Helliwell, 1993).

La duración del ciclo estral de las ovejas que estuvieron en anestro, así como en las que ciclaron en forma continua, fue similar a lo que se ha mencionado para la raza

((González, 1977; Cruz et al., 1982; Padilla, 1987; Rodríguez et al., 1991), aunque es importante señalar que al estimar esta variable no se incluyó el período de inactividad estral de las ovejas que estuvieron en anestro. Los ciclos irregulares en las ovejas de pelo, especialmente en las de la raza Pelibuey, no han sido estudiados como en las ovejas de clima templado. En ovejas Islándicas, se ha detectado hasta un 30% de ciclos estrales cortos, a través de la concentración de P4 sérica, al inicio y al final de la estación reproductiva (Eldon, 1993).

l'Anson y Legan (1989) suponen que las pulsaciones de la LH que preceden a la primera fase lútea normal, al inicio de la estación de cría, estimulan el desarrollo de un folículo capaz de ovular y de formar un cuerpo lúteo pequeño de vida corta, que da lugar a un ciclo estral corto; este fenómeno, se explica como un proceso de adaptación del sistema endócrino de las ovejas altamente estacionales, al cambio de un estado de inactividad estacional, a otro de actividad estral cíclica. En la etapa prepuberal de las novillas Cebú y Suizo Pardo, en condiciones de trópico, se ha observado un fenómeno similar al de las ovejas al inicio de la estación reproductiva. Al inicio de la pubertad ocurre una ovulación silenciosa, con la formación posterior de un cuerpo lúteo de vida corta (Calderón et al., 1993).

Las curvas estimadas de secreción de P4, indican que al reinicio de la actividad estral, las ovejas tuvieron un ciclo estral de duración normal a partir de una ovulación silenciosa previa. Es probable que las ovejas tropicales, al estar sometidas a un estímulo inhibitorio de la actividad estral menos intenso que el de las ovejas de clima templado, no requieran del proceso de adaptación mencionado anteriormente, lo que les permite reiniciar su actividad reproductiva con ciclos estrales de duración normal, según lo sugerido por Heredia et al. (1991a) para ovejas Pelibuey; en el presente trabajo, no fue posible determinar individualmente la vida media de los cuerpos lúteos, debido a la baja frecuencia del muestreo sanguíneo, sino solamente a través de los análisis de regresión.

En cuanto a la tasa de ovulación, ésta no fue afectada por el mes de observación, probablemente debido a que sólo se utilizaron ovejas que habían manifestado estro previamente. Los valores observados, son similares a los que se encontraron en ovejas adultas Pelibuey, que también estaban ciclando, durante la época de menor actividad reproductiva (Heredia et al., 1988). Por el contrario, fueron diferentes a los que se observaron cuando se incluyeron en la evaluación, ovejas que estaban en anestro (González et al., 1992). En ovejas Blackbelly ciclando, Rojas et al. (1991) observaron que la tasa de ovulación fue más alta en la época de lluvias que en la época de sequía, aunque esta respuesta puede estar asociada más con el factor nutricional, por la mayor disponibilidad de forraje, que con el aspecto estacional propiamente.

La tasa ovulatoria de algunas razas ovinas de clima templado tampoco han manifestado variaciones significativas entre estaciones en el altiplano mexicano, a una latitud similar a la del presente trabajo, aunque se observó un incremento en las ovulaciones silenciosas durante el verano (De Lucas, 1987). En el presente trabajo no fue posible determinar esta última variable, debido a que únicamente se utilizaron ovejas que habían tenido un estro previo. No obstante, tampoco se detectó que alguna oveja, habiendo estado en estro, no hubiera ovulado. Esto significa, que la fertilidad de las ovejas que continúan ciclando durante la época de menor actividad estral, puede ser igual a la del resto del año.

En las latitudes altas, debido al anestro estacional absoluto de la mayoría de las razas ovinas, la tasa de ovulación ha sido estudiada con el objeto de establecer las variaciones dentro de la estación reproductiva más que para determinar las diferencias a través del año como se realiza con las ovejas tropicales. Aunque se han observado variaciones por efecto de la raza, la tasa ovulatoria de las ovejas en las latitudes altas por lo general es baja al inicio de la estación reproductiva, alcanza sus valores más altos a mediados de este período y al final disminuye nuevamente. Este patrón de comportamiento de las ovejas, se ha observado tanto en el hemisferio Norte (Hulet et al., 1974; Hamadeh et al., 1989) como en el hemisferio Sur (Montgomery et al., 1988; Hall y Killeen., 1989).

La cantidad de folículos encontrados en las ovejas que ciclaron en el período de menor actividad estral (mayo) no disminuyó con respecto a los demás períodos, ya que la condición para que se incluyeran las ovejas en estos muestreos fue que hubiesen presentado estro de 6 a 10 días antes de la exploración, lo que constituye un indicio de que el manejo de la alimentación no afectó la actividad ovárica en ninguno de los cuatro muestreos.

## VIII CONCLUSIONES

La oveja Pelibuey, en condiciones de trópico del estado de Yucatán (21° 06' latitud Norte y 87° 27' longitud Oeste), presentó un período de menor actividad estral ó de anestro parcial, desde mediados de marzo hasta principios de junio.

Con los valores de la concentración de progesterona sérica, así como con el número de elevaciones, se confirmó la disminución de la actividad estral de las ovejas.

Con los cambios de peso que se observaron en este trabajo, no fue posible detectar la influencia del alimentación sobre el comportamiento reproductivo de las oveja.

En las ovejas que continuaron ciclando durante la época de menor actividad estral, no disminuyó el número de folículos ni el número de cuerpos lúteos, pero sí el volumen ovárico.

La curva estimada de secreción de progesterona, indicó que la actividad ovárica de las ovejas que estuvieron en anestro, reinició con una ovulación silenciosa.

Se observó que la disminución de la actividad estral fue más marcada en las ovejas jóvenes, lo cual indica que son más susceptibles a los factores que inducen este fenómeno.

## **IX BIBLIOGRAFIA**

Aguilera, S.R. y Aguilar, B.U., 1992. Situación de la ovinocultura en el municipio de Medellín, Veracruz. Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Chihuahua, Chih., México. p. 386.

Alvarez, L.J., 1985. Sistemas de producción ovina en el área de influencia C.I.E.E.G.T. Memorias del curso: Producción de ovinos en zonas tropicales. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 2-21.

Arbiza, S.I., 1994. Perspectivas de la producción ovina a nivel mundial. Memorias del curso de actualización de ovinos. Toluca, Edo de Méx. México. pp. 1-14.

Arcos, A. M., 1993. Políticas actuales en torno al servicio de asistencia técnica y extensión a los ovinocultores. Memorias del VI Congreso Nacional de Producción Ovina. Cd. Valles, S.L.P., México. pp. 259-278.

Bindon, B.M. and Piper, L.R., 1984. Endocrine basis of genetic differences in ovine prolificacy. X Congreso Internacional de Reproducción Animal e Inseminación Artificial. University of Illinois, U.S.A. pp. VI.17-26 (Vol. IV).

Bittman, E.L. and Karsch, F. J., 1984. Nightly duration of pineal melatonin secretion determines the reproductive response to inhibitory daylength in the ewe. Biol. Reprod., 30:585-593

Bores, Q.R., Martínez, A.M. y Castellanos, R.A., 1988. Crecimiento compensatorio en el borrego Pelibuey. Téc. Pecu. Méx. 26(1):8-15.

Brackel-Bodenhausen, A.V., Wuttke, W. and Holtz, W., 1994. Effects of photoperiod and slow-release preparation of bromocryptine and melatonin on reproductive activity and prolactin secretion in female goats. J. Anim. Sci., 72:955-962.

Bradford, G.E. and Fitzhugh, H.A., 1983. Hair Sheep: a general description. In: H.A. Fitzhugh and G.E. Bradford (Editors), Hair Sheep of Western Africa and the Americas. A Genetic Resource for the Tropics. Westview Press. Boulder, Co. U.S.A. pp. 3-22.

Bradford, G.E., Fitzhugh, H.A. and Dowding, A., 1983. Reproduction and birth weight of Barbados Blackbelly sheep in the Golden Glove Flock, Barbados. In: H. A. Fitzhugh and G. E. Bradford (Editors), Hair sheep of the Western Africa and the Americas: A genetic resource for the tropics. Westview press, Boulder, Co. U.S.A. pp. 163-170.

Bronson, F.H., 1988. Seasonal regulation of reproduction in mammals. In: E. Knobil and J. Neill et al., (Editors), The Physiology of Reproduction. Raven Press, Ltd., New York, U.S.A. pp. 1831-1871.

Cahill, L.P., Anderson, G.A. and Davis, I.F., 1984. Effect of winter nutrition and lactation on ovulation and ovulation rate in ewes in autumn. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. 15:278-281.

Calderón, R.R., Villa-Godoy, A., Zapata, S.L. y Lagunes, L.J., 1993. Actividad ovárica en becerras Suizo Pardo y Cebú en clima tropical Af(c) II.- Frecuencia de las elevaciones transitorias de progesterona y su origen en becerras prepúberes. Memoria de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria 1993. Guadalajara, Jal., México. p. 161.

Castillo, R.H., Hernández, J.J., Berruecos, J.M. y López, J.J., 1977. Comportamiento reproductivo del borrego Tabasco mantenido en clima tropical. III. Pubertad y duración del estro. *Téc. Pecu. Méx.* 32:32-35.

Clarke, I.J., 1988. Gonadotropin-releasing hormone(GnRH) secretion in anestrus ewes and induction of GnRH surges by oestrogen. *J. Endocrinol.* 117:3555-3560

Cruz, L.C., Ramírez, B. y Fernández-Baca, S., 1982. Características reproductivas del ovino Tabasco: Actividad ovárica postparto y ciclos estrales. *Memorias del VIII Congreso Nacional de Buiatría. Veracruz, Ver., México.* pp. 485-488.

Cruz, L.C., Fernández-Baca, S., Escobar, M.F. y Quintana, F., 1983. Edad al primer parto e intervalo entre partos en ovejas Tabasco en el Trópico húmedo. *Vet. Méx.* 14:1-5.

Cumming, I.A., 1977. Relationships in the sheep of ovulation rate with liveweight, breed, season and plane of nutrition. *Aust. J. Exp. Agri. Anim. Husb.* 17:234-241.

Cummins, L.J., Spiker, S.A. and Wilson, J.M., 1992. Ewe genotype effects on seasonality of oestrus and ovulation in South- Western Victoria. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 19:181-184.

Davis, I.F., Brien, F.D., Findlay, J.K. and Cumming, I.A., 1981. Interactions between dietary protein, ovulation rate and follicle stimulating hormone level in the ewe. *Anim. Reprod. Sci.* 4:19-28.

Dellovade, T.L. & Rissman, E.F., 1994. Gonadotropin-releasing hormone-immunoreactive cell numbers change in response to social interactions. *Endocrinology.* 134:2189-2197.

De Lucas, T.J., 1987. Estacionalidad reproductiva en 5 razas ovinas en el altiplano mexicano. Tesis Maestría. FES-Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlán, Edo. de México. 95 pp.

De Lucas, T.J., 1994. Sistemas de producción ovina en el altiplano central mexicano. *Memorias del curso de actualización de ovinos. Toluca, Edo. de México.* pp. 35-51.

Doney, J.M., Gunn, R.G. and Horák, F., 1982. Reproduction. In: I.E. Coop (Editor), *Sheep and Goat production.* Elsevier Sci. Publishers Co. Amsterdam, The Netherlands. pp. 57-80.

Downey, B.R., 1980. Regulation of the estrous cycle in domestic animals. A review. *Can. Vet. J.* 21:301-311.

Duch, G.J., 1988. Los regímenes climáticos. En: *La conformación territorial del estado de Yucatán.* Universidad Autónoma de Chapingo, Centro Regional de la Península de Yucatán. México. pp. 107-231.

Ducker, M.J. and Bowman, J.C., 1970. Photoperiodism in the ewe III. The effects of various patterns of increasing daylength on the onset of anoestrus in Clun Forest ewes. *Anim. Prod.* 12:465-471.

Ducker, M.J., Thwaites, C.J. and Bowman, J.C., 1970. Photoperiodism in the ewe II. The effects of various patterns of decreasing daylength on the onset of oestrus in Clun Forest ewes. *Anim. Prod.* 12:115-123.

Dyrmundsson, O. R., 1983. The influence of environmental factors on the attainment of puberty in the ewe lamb. In: W. Haresign (Editor), Sheep production. Butterworths, publ., Garden City, Press. Lechtworth, Herts, U.K., pp. 393-408.

Eldon, J., 1993. Time of onset and potential length of the breeding season of Icelandic sheep: Luteal activity. *Anim. Reprod. Sci.* 34:101-109.

Engle, C., 1983. Condition scoring of sheep and its use in management. *Pennsylvania Dairy and Livestock Day Proceedings*. Pennsylvania State University. 39 pp.

Farner, D.S., 1985. Annual rhythms. *Ann. Rev. Physiol.* 47:65-82.

Fitzhugh, H.A. and Bradford, G.E., 1983. Productivity of Hair Sheep and Opportunities for Improvement. In: H.A. Fitzhugh and G.E. Bradford (Editors), *Hair Sheep of Western Africa and the Americas. A Genetic Resource for the Tropics*. Westview Press. Boulder, Co. U.S.A. pp. 23-54.

Foster, D. L., 1981. Mechanism for delay of first ovulation in lambs born in the wrong season (fall). *Biol. Reprod.*, 25:85-92.

Foster, D. L. and Ryan, K. D., 1981. Premature season inhibition of tonic LH secretion by oestradiol in the female lamb and its consequences. *J. Reprod. Fertil.*, 63:289-294.

Foster, D.L., 1988. Puberty in the female sheep. In: E. Knobil and J. Neill et al., (Editors), *The Physiology of Reproduction*. Raven Press, Ltd., New York, U.S.A. pp. 1739-1762.

Fletcher, I.C. and Geytenbeek, P.E., 1970. Seasonal variation in the ovarian activity of Merino ewes. *Aust. J. Exp. Agri. and Anim. Husb.* 10:267-271.

Fletcher, I.C., 1971. Effects of nutrition, liveweight, and season on the incidence of twin ovulation in south australian strong-wool Merino ewes. *Aust. J. Agri. Res.*, 22:321-330.

Fletcher, I.C., 1974. An effect on previous nutritional treatment on the ovulation rate of Merino ewes. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 10:261-267.

Franco, C.C., Sarmiento, F.L. y Esquivel, M.H., 1991. Avances y perspectivas del diagnóstico de la ovinocultura en el estado de Yucatán. *Memoria de la IV Reunión de Producción Animal*. Martínez de la Torre, Ver., México. pp. 102-109.

Gayerie, F., Cognie, Y., Locatelli, A. and Saumande, J., 1983. A study of ovarian activity in the ewe using chronic catheterization of the utero-ovarian vein. *Theriogenology*, 19:739-748.

Gibson, W.R. and Robinson, T.J., 1971. The seasonal nature of reproductive phenomena in the sheep. I. Variation in sensitivity to oestrogen. *J. Reprod. Fert.*, 24:9-18

Glimp, H.A., 1971. Effect of breed and mating season on reproductive performance of sheep. *J. Anim. Sci.* 82(6):1176-1182.

Goodman, R.L., and Meyer, S.L., 1984. Effects of pentobarbital anesthesia on tonic luteinizing hormone secretion in the ewe: evidence for active inhibition of luteinizing hormone in anestrus. *Biol. Reprod.* 30:374-381.

Goodman, R.L., 1988. Neuroendocrine control of the ovine estrous cycle. In: E. Knobil, and J. Neill, et al. (Editors), *The Physiology of Reproduction*. Raven Press, Ltd., New York., U.S.A. pp. 1929-1969.

González, R.A., 1977. Reproduction in Pelibuey sheep in the Mexican tropics. MSc. Thesis, Utah State University, U.S.A. 93 pp.

González, R.A., Valencia, M.J., Foote, W.C. and Murphy, B.D., 1991. Hair sheep in Mexico: reproduction in the Pelibuey sheep. *Anim. Breeding Abstracts*. 6(59):509-524.

González, R.A., Murphy, P.D. Foote W.C. and Ortega, R.E., 1992. Circannual estrous variations and ovulation rate in Pelibuey ewes. *Small Rumin. Res.*, 8:225-232.

González, S.C., 1983. Comercial hair sheep production in a semiarid region of Venezuela. In: H.A. Fitzhugh and G.E. Bradford (Editors), *Hair Sheep of Western Africa and the Americas. A Genetic Resource for the Tropics*. Westview Press Inc. Boulder, Co., U.S.A. pp. 85-104.

Gunn, R.G., Smith, W.F., Senior A.J. Barthram, E. and Sim, D.A., 1983. Pre-mating pasture intake and reproductive responses in North Country Cheviot ewes in diferent body condition at mating. *Anim. Prod.* 36:509. (Abst)

Gunn, R.G., Doney, J.M. and Smith, W.F., 1984. The effect of level of pre-mating nutrition on ovulation rate in Scottish Blackface ewes in diferent body condition at mating. *Anim. Prod.* 39:235-242.

Hackett, A.J. y Wolynetz, M.S., 1982. Reproductive performance of confined sheep in accelerated controlled breeding. Program under two lighting regimes. *Theriogenology*, 18(6):621-628.

Hafez, E.S.E. 1952. Studies on the breeding season and reproduction of the ewe Part. I. The breeding season in diferent enviroments. Part II. The breeding season in one locality. *J. Agric. Sci.* 42:189-265.

Hall, D.G. and Killeen I.D., 1989. Seasonality of ovulation and estrus in Border Leicester ewes. *Theriogenology*, 31(3):721-726.

Hamadeh, S.K., Hulet, C.V., Ross T.T. and Hallford, D.M., 1989. Ovarian ciclicity and serum progesterone and luteinizing hormone in fine-wool ewes supplemented with alfalfa or pinto beans. *Theriogenology*, 32(1):149-158.

Haresing, W., 1985. The physiological basis for variation in ovulation rate and litter size in sheep: A review. *Liv. Prod. Sci.*, 13:320-332.

Hauger, R.L., Karsch, F.J. and Foster, D.L. 1977. A new concept for control of the estrous cycle of the ewe based on the temporal relationships between luteinizing hormone, estradiol and progesterone in peripheral serum and evidence that progesterone inhibits tonic LH secretion. *Endocrinology*, 101:807-817.

Heredia, A.M., Quintal, F.J. y Rodríguez, R.O., 1985. Evaluación de dos escalas de condición física por medio del comportamiento reproductivo de la oveja Pelibuey. Memoria de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. México, D.F. p 217.

Heredia, A.M., Fajardo, M.M. y Rodríguez, R.O., 1988. Estacionalidad en la oveja Pelibuey. Efecto de la sobrealimentación. Memorias de la Primera Reunión Científica y Forestal y Agropecuaria. CIFAP-Yucatán, INIFAP-SARH. Mérida, Yuc., México. p 131.

Heredia, A.M.; Quintal, F.J.; Montes, P.R.; Velázquez, M.P.; Rodríguez, R.O., 1991a. Actividad ovárica de las ovejas Pelibuey al reinicio de la época de cría. Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Cd. Victoria, Tam. p. 83.

Heredia, A.M., Velázquez, M.P., Quintal, F.J., Mex, R.J. y Aragón, G.A, 1991b. Efecto de dos fuentes de alimentación sobre la estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey. Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Cd. Victoria, Tams., México. p 96.

Hill, T.G. and Alliston, C.W., 1981. Effects of thermal stress on plasma concentrations of luteinizing hormone, progesterone, prolactin and testosterone in the cycling ewe. *Theriogenology*, 15:201-209.

Hulet, C.V., Price, A.D. and Foote, W.C., 1974. Effects of month of breeding and feed level on ovulation and lambing rates of Panama ewes. *J. Anim. Sci.*, 39(1):73-78.

Hulet, C.V., Shupe, W.L., Ross, T. and Richards, W., 1986. Effects of nutritional environment and ram effect on breeding season in range sheep. *Theriogenology*, 25:317-323.

l'Anson, H. and Legan, S.J., 1988. Does the first LH surge of the breeding season initiate the first full-length cycle in the ewe? *J. Reprod. Fertil.*, 82:761-767.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 1990. Aspectos Geográficos. En : Agenda Estadística de 1990. México, D.F. pp. 23-30.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 1991. Agricultura y Ganadería: Producción y Consumo. En: Sector Alimentario en México. Comisión Nacional de Alimentación. México, D.F. pp. 44-52.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 1994. Agricultura y Ganadería: Producción y Consumo. En: Sector Alimentario en México. Comisión Nacional de Alimentación. México, D.F. pp. 59-73.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 1994. Anuario estadístico del comercio exterior de los Estados Unidos Mexicanos, 1993. pp. 3-6.

Jainuden, M.R. y Hafez, E.S.E., 1989. Ovejas y cabras. En: E.S.E. Hafez (Editor), Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. Nueva Editorial Interamericana. 5ª Edición. México. pp. 341-353.

Karsch, F.J., 1984. The hypothalamus and anterior pituitary gland. In: Austin and Short (Editors), *Reproduction in Mammals*. Vol 3. Hormones in Reproduction. Cambridge University Press. pp. 1-20.

Karsch, F.J., Bittman, E.L., Foster, D.L. Goodman, R.L., Legan, S.J. and Robinson, J.E., 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent. Prog. Horm. Res.* 40:185-232.

Karsch, F.J., Robinson, J.E. Woodfill, C.J.I. and Brown M.B., 1989. Circannual cycles of luteinizing hormone and prolactin secretion in ewes during prolonged exposure to a fixed photoperiod: evidence for an endogenous reproductive rhythm. *Biol. Reprod.* 41:1034-1046.

Kelly, R.W., Allison, A.J. and Shackell, G.H., 1976. Seasonal variation in oestrus and ovarian activity of five breeds of ewes. *N.Z. J. Exp. Agri.* 4:204-214.

Kenney, P.A., Reeve, J.L., Baxter, R.W. and Cumming, I.A., 1980. Effect of diferent levels of supplements luping grain, lucerne, wheat and wheat with urea had sulphur fed during mating in february to Border Leicester X Merino ewes in North-East Victoria, Australia. *J. Exp. Agri. Anim. Husb.* 20:15-19.

Knight, T.W. and Lynch, P.R., 1980. Source of ram pheromones that stimulate ovulation in the ewe. *Anim. Reprod. Sci.*, 3:133-136.

Lamberson, W.R. and Thomas, D.L., 1982. Effects of season and breed of sire on incidence of estrus and ovulation rate in sheep. *J. Anim. Sci.* 54(3):533-539.

Legan, S.J., Karsch, F.J. and Foster, D.L., 1977. The endocrine control of seasonal reproductive function in the ewe: a marked change in response to the negative feedback action of estradiol on luteinizing hormone secretion. *Endocrinology* 101:818-824.

Legan, S.J., l'Anson, H., Fitzgerald, B.P. y Fitzovich, D., 1985. Does the seasonal increase in estradiol negative feedback prevent luteinizing hormone surges in anestrus-ewe by suppressing hypothalamic gonadotropin-releasing hormone pulse frequency?. *Biol. Reprod.* 33:117-131.

Lindsay, D.R., 1991. Reproduction in the sheep and goat. In: P.T. Cups (Editor), *Reproduction in Domestic Animals*. Academic Press, Inc. 4a Ed. pp. 491-517.

Lizarraga, C.O., 1985. Determinación de la edad y peso a la pubertad y comportamiento reproductivo a diferentes pesos de las razas Pelibuey y Blackbelly en clima tropical seco. Tesis de Licenciatura. FES-Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlán, Edo. de México. 52 pp.

Marshall, F.H.A., 1937. On the change over in the oestrous cycle in animals after transference across the Equator, with further observations on the incidence of the breeding seasons and the factors controlling sexual periodicity. *Proc. Roy. Soc., Serie B.* 122:413-428.

Martin, G.B., Oldham, C.M., Cognie, Y. and Pearce, D.T., 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams- a review. *Livest. Prod. Sci.*, 15:219-247.

Means, T.M., Andrews, F.N. and Fontaine, W.E., 1959. Environmental factors in the induction of oestrus in sheep. *J. Anim. Sci.*, 18:1388-1395.

Meyer, H. H., 1985. Breed differences in ovulation rate and uterine efficiency and their contribution to fecundity. In: R. B. Land and D. W. Robinson (Editors), *Genetics of Reproduction in Sheep*. Butterworths, publ., Garden City, Press. Lechtworth, Herts, U.K., pp. 184-191.

Meyer, S.L. and Goodman, R.L., 1986. Neurotransmitters involvement in mediating the steroid-dependent and steroid-independent suppression of tonic luteinizing hormone secretion in the anestrus ewe. *Biol. Reprod.* 35:562-571.

Montgomery, G. W., Kelly, R. W., Davis, G. H. and Allison, A. J., 1985. Ovulation rate and oestrus in Booroola genotypes: some effects of age, season and nutrition. In: R. B. Land and D. W. Robinson (Editors), *Genetics of Reproduction in Sheep*. Butterworths, publ., Garden City, Press. Lechtworth, Herts, U.K., pp. 237-243.

Montgomery, G.W., Scott, I.C. and Johnstone, P.D., 1988. Seasonal changes in ovulation rate in Coopworth ewes maintained at different liveweights. *Anim. Reprod. Sci.* 17:197-205.

N. R. C., 1985. *Nutrient Requirement of Sheep*. (6th Ed). National Academy of Sciences. Washington D C, U.S.A. 99 pp.

Ngere, L.O. and Dzakuma, J.M., 1975. The effect of sudden introduction of rams on oestrus pattern of tropical ewes. *J. Agric. Sci. Camb.* 84:263-264.

O'Callaghan, D., Karsch F.J., Boland, M.P. and Roche, J.F., 1991. Role of short days in timing the onset and duration of reproductive activity in ewes under artificial photoperiods. *Biol. Reprod.* 44:23-28.

Olazarán, S.J., Lagunes, J., Castillo, H., 1986. Comportamiento del ovino Pelibuey en el Módulo San Pedro en clima subtropical. *Memorias del XII Congreso Nacional de Buiatría*. Tampico, Tams., México. pp. 672-675.

Oldham, C.M., Martin, G.B. and Knight, T.W., 1978/1979. Stimulation of seasonally anovular Merino ewes by rams. I. Time from introduction of the rams to the preovulatory LH surge and ovulation. *Anim. Reprod. Sci.*, 1:283-290.

Ortega, E., Acosta, C., González, A., De Alba, J., 1981. Edad al primer parto y frecuencia reproductiva en ovinos de pelo. *Memorias de la VIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal*. Sto. Domingo, Rep. Dominicana. p. F-44.

Padilla, R.F., 1987. Respuestas fisiológicas y reproductivas en borregas Tabasco o Pelibuey con y sin sombra en clima tropical. Tesis de Maestría. FES-Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 161 pp.

Pant, H.C., Hopkinson, C.R.N. and Fitzpatrick, R.J., 1977. Concentration of oestradiol, progesterone, luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone in the jugular venous plasma of ewes during the oestus cycle. *J. Endocr.* 73:247-255.

Pérez, C.R., 1987. Factores que influyen la prolificidad en ovinos tropicales. Tesis de Maestría. FES-Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 70 pp.

Perón, N.M., Lima, T. y Fuentes, J.L., 1989. Algunas características del ganado ovino Pelibuey de Cuba. *Conferencias del Primer Seminario Ovino-caprino*. Tomo III. Reproducción. Cd. de La Habana, Cuba. pp. 5-36.

Pijoan, A.P. 1984. Factores ambientales y endócrinos que afectan el anestro estacional en los ovinos. En: J.P. Pijoan y S.I. Arbiza (Editores), *Memorias del curso: Bases de la Cría Ovina*. Toluca, Edo de Méx. México. pp. 59-66.

Pijoan, A.P., Morales, G.V., Reynoso, S.L. y de Lucas, T.J., 1991. Inducción de la actividad reproductiva en ovejas lactantes de raza Suffolk y Corriedale por medio de la modificación del fotoperiodo. *Téc. Pecu. Méx.* 29(2):61-68.

- Ponce de León, C.J., Valencia, Z.M., Rodríguez, A.A. y González, P.E., 1981. Efecto del sistema de alimentación y época de nacimiento sobre la aparición del primer celo en borregas Pelibuey. Memorias de la XV Reunión Anual del Instituto de Investigaciones Pecuarias en México. México, D.F. pp. 39-43.
- Quintal, F.J., Heredia, A.M. y Rodríguez, R.O., 1986. Conducta sexual de tipo macho en hembras Pelibuey tratadas con testosterona. *Téc. Pecu. Méx.* 50:106-114.
- Quirke, J.F., Hanrahan, J.P. and Gosling, J.P., 1979. Plasma progesterone levels throughout the oestrus cycle and release of LH at oestrus in sheep whit different ovulation rates. *J. Reprod. Fert.* 55:37-44.
- Quirke, J.F., Stabenfeldt, G.H. and Bradford, G.E., 1985. Onset of puberty and duration of the breeding season in Suffolk, Rambouillet, Finnish Landrace, Dorset and Finn-Dorset ewe lambs. *J. Anim. Sci.*, 60:1463-1469ag.
- Quirke, J.F., Stabenfeldt, G.H. and Bradford, G.E., 1988. Year and season effects on oestrus and ovarian activity in ewes of different breeds and crosses. *Anim. Reprod. Sci.*, 16:39-52.
- Ramón, J.P., 1993. Descripción del comportamiento reproductivo de la oveja de pelo en America. *Información Técnica Económica Agraria* 89A(1):66-77.
- Razungles, J., Tchamitchain, L., Bibe, C., Lefevre, C., Brunel, J. C. and Ricordeau, G., 1985. The performance of Romanov crosses and their merits as a basis for selection. In: R. B. Land and D. W. Robinson (Editors), *Genetics of Reproduction in Sheep*. Butterworths, publ., Garden City, Press. Lechtworth, Herts, U.K., pp. 39-45.
- Rhind, S.M., Doney, J.M., Gunn, R.G. and Leslie, I.D., 1984. Effects of body condition and environmental stress on ovulation and embryo survival rates and associated plasma FSH, LH, prolactine and progesterone profiles in Scottish Blackface ewes. *Anim. Prod.* 38:201-210.
- Robinson, J.E., Radford, H.M. and Karsch, F.J., 1985. Seasonal changes in pulsatile luteinizing hormone (LH) secretion in the ewe: Relationship of frequency of LH pulses to day length and response to estradiol negative feedback. *Biol. Reprod.* 33:324-334.
- Rodríguez, A.A., 1979. Determinación de la pubertad y otros parámetros reproductivos de la oveja Pelibuey o Tabasco. Tesis de Licenciatura. Universidad de Yucatán. Mérida, Yuc., México. 20 pp.
- Rodríguez, R.O., Quintal, F.J. y Heredia, A.M., 1986. Influencia de factores exoceptivos sobre la productividad en ovejas Pelibuey e índices al primer parto. *Téc. Pecu. Méx.* 52:92-98.
- Rodríguez, R.O., 1989. Otros aspectos reproductivos. En: A. Castellanos y C. Arellano (Editores), *Tecnología para la producción de ovejas tropicales*. FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Rep. de Chile. pp. 53-66.
- Rodríguez, M.R., Zarco, Q.L. y Cruz, L.C., 1991. Efecto de la suplementación sobre el inicio de la pubertad en la borrega Tabasco o Pelibuey. Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Cd. Victoria, Tams., México. p. 101.

Rojas, R.O., Rodríguez, R.O., Quintal, F.J. y Celis, G.J., 1986. Evaluación de la actividad reproductiva de la borrega Pelibuey durante marzo-abril. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. México, D.F. p. 178.

Rojas, R.O., Rodríguez, R.O. y Fraga, E.E., 1984a. Sistemas de monta en borrego Pelibuey y Blackbelly. I. Diferentes intervalos celo-monta. Memorias del X Congreso Nacional de Buiatría. Acapulco, Gro., México. pp. 264-267.

Rojas, R.O., Rodríguez, R.O. y Heredia, A.M., 1984b. Sistemas de monta en borrego Pelibuey y Blackbelly. II. Comparación de monta continua y monta controlada. Memorias del X Congreso Nacional de Buiatría. Acapulco, Gro., México. pp. 268-271.

Rojas, R.O., Bores, Q.R. y Murguía, O.M., 1991. Efecto de la sobrealimentación sobre la tasa ovulatoria en borregas Blackbelly en condiciones tropicales. Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Cd Victoria, Tams., México. p 100.

Romano, M.J., 1989. Evaluación de la respuesta productiva de ovinos de pelo y lana ante diferente medio ambiente y densidad energética de la dieta. Tesis, Maestría en Ciencias. FES-Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 90 pp.

Romero, B.H., Mendoza, V.R., Martínez, R.L. Hernández, J.J. y Avila, D.A., 1984. Estacionalidad reproductiva en borregas Criollas sacrificadas en el rastro de San Felipe del Progreso, México. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. México, D.F. p. 327.

Sarmiento, F.L., (1992). Efecto del macho sobre el comportamiento reproductivo postparto de ovejas Pelibuey. Memorias de la reunión nacional de investigación pecuaria. Chihuahua, Chih., México. pp. 243.

SAS Institute Inc., 1985. SAS User's Guide: Statistics. Version 5 Edition. Cary, N.C.: SAS Institute Inc. 956 pp.

Scaramuzzi, R.J. and Baird, D.T., 1977. Pulsatile release of luteinizing hormone and the secretion of ovarian steroids in sheep during anestrus. *Endocrinology* 101:1801-1806.

Schillo, K.K., Green, M.A. and Haynes, S.H., 1988. Effects of adrenalectomy on photoperiod induced changes in release of luteinizing hormone and prolactin in ovariectomized ewes. *J. Reprod. Fertil.* 83:431-438.

Scott, G., 1975. *The Sheepman's Production Handbook*, 2da. Ed. SID. Denver, Colorado. U.S.A.

Scott, G., 1982. *The Sheepman's Production Handbook*. Abegg Printing Co., Inc. U.S.A.

Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). 1981. Mérida. Carta de Climas. Escala 1:1,000,000. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. México. 1 hoja.

Segura, C.V., Quintal, F.J. y Sarmiento, F.L., 1991. Duración del estro y momento de la ovulación en ovejas Pelibuey. Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Cd. Victoria, Tamps., México. p. 94.

Smith, J.F., 1985. Protein, energy and ovulation rate. In: R.B. Land and D.W. Robinson (Editors), *Genetics of Reproduction in Sheep*. Butterworths, publ., Garden City, Press. Lechtworth, Herts, U.K., pp. 349-359.

- Soto, I.E., Uwe, F.G., De Haro, D.A. y Ruíz, B.J., 1988. Panorama de la ganadería mexicana. Aspectos estructurales. Secretaría de Educación Pública. Ed. Foro 2000. México. 243 pp.
- Steel, R.G y Torrie, J.H. 1985. Bioestadística: Principios y Procedimientos. Mc. Graw-Hill. Segunda Edición. Colombia, 622 pp.
- Steinlechner, S. and Niklowitz, P., 1992. Impact of photoperiod and melatonin on reproduction in small mammals. Anim. Reprod. Sci. 30:1-28.
- Tamarkin, L., Baird, C.J. and Almeida, O.F., 1985. Melatonin: a coordinating signal for mammalian reproduction?. Science 27:714-720.
- Thomas, D.L., Thomford, P.J., Crickman, J.G., Cobb, A.R. and Dziuk, P.J., 1987. Effects of plane nutrition and phenobarbital during the pre-mating period on reproduction in ewes fed differentially during the summer and mated in the fall. J. Anim. Sci. 64:1144-1152.
- Thomas, D.L., 1991. Hair sheep genetic resources of the Americas. In: S. Wildeus (Editor), Hair sheep research. Proceedings of a Symposium Held. St. Croix, Virgin Islands U.S.A. pp. 3-20.
- Trejo, G.A., 1982. Correlaciones entre una escala para el estado de carnes en peso vivo y la tasa ovulatoria en ovejas Rambouillet. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. México, D.F. pp. 600-603.
- Troncoso, A.H., 1984. Suplementos en la alimentación ovina. En: J.P. Pijoan y S.I. Arbiza (Editores), Memorias del Curso: Bases de la Cría Ovina. Toluca, Edo. de Méx., México. pp. 108-114.
- Turek, F.W. and Van Cauter, E., 1988. Rhythms in reproduction. In: E. Knobil, and J. Neill, et al. (Editors), The physiology of reproduction. Raven Press, Ltd., New York., U.S.A. pp. 1789-1830.
- Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Astronomía, 1991. Anuario del observatorio astronómico nacional 1992. México, D.F. pp. 18-19.
- Valencia, Z.M., Heredia, A.M. y González, P.E., 1981. Estacionalidad reproductiva en la oveja Pelibuey. Memorias de la XV Reunión Anual del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. México, D.F. p 34-38.
- Valencia, Z.M. and González P. E., 1983. Pelibuey sheep in Mexico. In: H.H. Fitzhugh and G.E. Bradford (Editors), Hair sheep of Western Africa and the Americas. A Genetic Resource for the Tropics. Westview Press. Boulder, Co. U.S.A., pp. 55-74.
- Velázquez, M.P., 1989. Algunas Razas Ovinas de América Tropical. En: A. Castellanos y C. Arellano (Editores), Tecnología para la Producción de Ovejas Tropicales. FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. p 17-22.
- Villagómez, A.E., 1990. Influencia estacional sobre el estro y el ciclo estral en hembras cebú mantenidas en clima tropical. Tesis de Maestría en Ciencias. FES-Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlán, Edo. de Méx. 69 pp.
- Wheaton, J.E., Mullet, M.A., and Cornelius, S.G., 1984. Plasma follicle stimulating hormone and luteinizing hormone patterns during the estrous cycle of ewes. Theriogenology, 21:994-1001.

Wheeler, A.G. and Land, R.B., 1977. Seasonal variation in oestrus ovarian activity of Finnish Landrace, Tasmanian Merino and scottish Blackface ewes. *Anim. Prod.* 24:363-376.

Whisnant, C.S. and Goodman, R.L., 1990. Further evidence that serotonin mediates the steroid-independent inhibition of luteinizing hormone secretion in anestrus ewes. *Biol. Reprod.* 42:656-661.

White, R., Alvarez, L.J. y Zarco, Q.L., 1988. Efecto de la suplementación y la condición corporal sobre la tasa de ovulación y prolificidad de ovejas de pelo en el trópico húmedo. *Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. México D.F.* p. 123.

Williams, H., 1984a. Efecto de la latitud en la estacionalidad de las ovejas. En: J.P. Pijoan y S.I. Arbiza (Editores), *Memorias del curso: Bases de la Cría Ovina. Toluca, Edo de Méx. México.* pp. 67-73.

Williams, H., 1984b. The effect of the physical and social environments of reproduction in adult sheep and goats. Invited paper. X Congreso Internacional de Reproducción Animal e Inseminación Artificial. University of Illinois, U.S.A. pp. VII.31-38 (Vol. IV).

Williams, L.M. and Helliwell, R.J., 1993. Melatonin and seasonality in the sheep. *Anim. Reprod. Sci.*, 33:159-182.

Woodfill, C.J.I., Robinson, J.E. Malpoux, B. and Karsch, F.J., 1991. Synchronization of the circannual reproductive rhythm of the ewe by discrete photoperiodic signals. *Biol. Reprod.* 45:110-121.

Woodfill, C.J.I., Wayne, N.L., Moenter, S.M. and Karsch, F.J., 1994. Photoperiodic synchronization of a circannual reproductive rhythm in sheep: identification of season-specific time cues. *Biol. Reprod.* 50:965-976.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## **ANEXO 1**

### **TECNICA DE RADIOINMUNOANALISIS (RIA) EN FASE SOLIDA**

El RIA se basa en un principio de "competencia" por un sitio de unión entre la progesterona marcada (<sup>125</sup>I) y la progesterona presente en las muestras; los sitios de unión se encuentran en los anticuerpos específicos adheridos (fase sólida) en tubos de polipropileno. La cantidad de progesterona marcada, unida al anticuerpo, es inversamente proporcional al logaritmo de la concentración de progesterona presente en la muestra.

### **MATERIALES**

- Anticuerpo específico para progesterona adherido en tubos de polipropileno de 12 x75 mm.
- Progesterona marcada (<sup>125</sup>I) en forma líquida.
- Progesterona (P<sub>4</sub>) procesada en suero humano en concentraciones estandar de 0, .1, .5, 2, 5, 10, 20 y 40 ng/ml que constituyen los puntos de la curva de calibración. Estas concentraciones cubren los niveles fisiológicos de progesterona en la especie ovina.
- Tres muestras de progesterona (P<sub>4</sub>) en concentraciones conocidas (baja, media y alta) para el control de calidad.

### **PROCEDIMIENTO**

El material de laboratorio, incluyendo las muestras del suero problema, estuvieron a temperatura ambiente al realizar los análisis.

Los ensayos fueron de 200 tubos:

- Tubos 1 y 2 sin anticuerpo (Ac.) para las cuentas totales.
- Tubos del 3 al 16 con Ac para la curva estandar. En cada par de tubos se pusieron 100 µl de una concentración estandar de progesterona hasta completar los 7 estandares en los 14 tubos.

- Tubos del 17 al 26 con Ac para el control de calidad. En cada par de tubos se pusieron 100  $\mu$ l de progesterona de los controles de calidad bajo, medio, alto y 2 adicionales.

- Tubos del 27 al 200 con Ac para las muestras problema. En cada tubo se pusieron 100  $\mu$ l de una muestra del suero problema.

- En todos los tubos se añadieron 1 ml de progesterona marcada (<sup>125</sup>I) y se incubaron por 3 h a temperatura ambiente.

Después de la incubación todos los tubos, excepto los de cuentas totales, se decantaron para eliminar su contenido líquido.

Los tubos fueron dispuestos en un Contador automático de Rayos Gamma que proporcionó la cantidad de progesterona presente en cada muestra (ng/ml) después de un minuto de conteo.

La técnica de RIA en fase sólida es sensible y específica a la progesterona (100 %) ya que puede detectar desde .05 ng/ml y su reacción con otros esteroides es baja:

11-Deoxycorticosterona (1.7%)

11-Deoxycortisol (2.4 %)

20 Ó-Dihydroprogesterona (2.0 %)

5  $\beta$ -Pregnan-3,20-dione (1.3%).

† La sensibilidad de la técnica y la especificidad del anticuerpo fueron los reportados por el fabricante.

## ANEXO 2

### MODELOS LINEALES PARA LOS ANALISIS DE VARIANZA POR MINIMOS CUADRADOS

#### MODELO 1.- CAMBIOS DE PESO CORPORAL

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + M_j + TM_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Al peso corporal de la j-ésima oveja en el i-ésimo grupo de cambio de peso.

$\mu$  es la media general de peso corporal.

$T_i$  es el efecto del i-ésimo grupo de cambio de peso ( $i=1,2,3$ ).

$M_j$  es el efecto del j-ésimo mes en que se efectuó el pesaje ( $j=1,2,\dots,10$ ).

$e_{ij}$  es el error aleatorio asociado con cada observación NID( $0, \sigma^2$ ).

Los términos restantes corresponden a las interacciones estudiadas.

#### MODELO 2.- PRESENTACION DE ESTROS A LO LARGO DEL EXPERIMENTO

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + C_j + G_k + TG_{ik} + e_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = Una observación de la presencia de celo en un ciclo predeterminado asociada con la l-ésima oveja del k-ésimo grupo de edad, en el j-ésimo ciclo, en el i-ésimo grupo de cambio de peso.

$\mu$  es la media general.

$T_i$  Es el efecto del i-ésimo grupo de cambio de peso ( $i=1,2,3$ ).

$C_j$  Es el efecto del j-ésimo ciclo ( $j=1,2,\dots,15$ ).

$G_k$  Es el efecto del k-ésimo grupo de edad (1,2,3,4)

$e_{ijkl}$  es el error aleatorio asociado con cada observación NID ( $0, \sigma^2$ ).

Los términos restantes corresponden a las interacciones estudiadas.

**MODELO 3.- PROPORCION DE ESTROS DURANTE LA EPOCA DE MENOR ACTIVIDAD ESTRAL Y DURACION DEL PERIODO DE ANESTRO EN DIAS (PREVIA TRANSFORMACION A RAIZ CUADRADA).**

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + G_j + TG_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  es una observación de la variable dependiente (presentación de calor o raíz cuadrada de días en anestro) dentro de la época de anestro asociada con la k-ésima oveja en el j-ésimo grupo de edad y el i-ésimo grupo de cambio de peso.

$\mu$  es la media general

$T_i$  es el efecto del i-ésimo grupo de cambio de peso ( $i=1,2,3$ )

$G_j$  es el efecto del j-ésimo grupo de edad ( $j=1,2,3,4$ )

$TG_{ij}$  es la interacción del j-ésimo grupo de edad con el i-ésimo grupo de cambio de peso.

$e_{ijk}$  es el error aleatorio asociado con cada observación  $NID(0, \sigma^2)$

**MODELO 4.- DURACION DEL CICLO ESTRAL (PREVIA TRANSFORMACIÓN A RAIZ CUADRADA DIAS)**

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + C_j + G_k + TC_{ij} + TG_{ik} + CG_{jk} + e_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  es una observación de la duración del ciclo estral (raíz cuadrada días) asociada con la l-ésima oveja, en el k-ésimo grupo de edad, la j-ésima ciclicidad y el i-ésimo grupo de cambio de peso.

$\mu$  es la media general

$T_i$  es el efecto del i-ésimo grupo de cambio de peso ( $i=1,2,3$ )

$C_j$  es el efecto de la j-ésima ciclicidad ( $j=1,2$ )

$G_k$  es el efecto del k-ésimo grupo de edad ( $k=1,2,3,4$ )

$e_{ijkl}$  es el error aleatorio asociado con cada observación  $NID(0, \sigma^2)$

Los términos restantes corresponden a las interacciones.

## MODELO 5.- CONCENTRACION DE PROGESTERONA POR FASE DEL CICLO ESTRAL

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + T_j + FT_{ij} + e_{ijk}$$

Donde

$Y_{ijk}$  es una observación de la concentración de progesterona sérica en la k-ésima oveja del j-ésimo grupo de cambio de peso en la i-ésima fase del ciclo estral.

$\mu$  es la media general

$F_i$  es el efecto de la i-ésima fase del ciclo estral ( $i=1,2,3,4,5$ ).

$T_j$  es el efecto del j-ésimo grupo de cambio de peso ( $j=1,2,3$ )

$FT_{ij}$  es la interacción del j-ésimo grupo de cambio de peso con la i-ésima fase del ciclo.

$e_{ijk}$  es el error aleatorio asociado con cada observación  $NID(0, \sigma^2)$

## MODELO 6.- CONCENTRACION, NUMERO DE ELEVACIONES (RAIZ CUADRADA) Y VALORES MAXIMOS DE PROGESTERONA A LO LARGO DEL EXPERIMENTO.

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + C_j + TC_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  es una observación de la variable dependiente asociada con la k-ésima oveja en el j-ésimo grupo de edad y el i-ésimo grupo de cambio de peso.

$\mu$  es la media general

$T_i$  es el efecto del i-ésimo grupo de cambio de peso ( $i=1,2,3$ )

$C_j$  es el efecto de la j-ésima ciclicidad ( $j=1,2$ )

$TC_{ij}$  es la interacción de la j-ésima ciclicidad con el i-ésimo grupo de cambio de peso.

$e_{ijk}$  es el error aleatorio asociado con cada observación  $NID(0, \sigma^2)$ .

**MODELO 7.- TASA DE OVULACION, NUMERO DE FOLICULOS Y VOLUMEN OVARICO ESTIMADO.**

$$Y_{ijkl} = \mu + E_i + T_j + G_k + ET_{ij} + e_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = Una observación de la variable dependiente asociada con la  $i$ -ésima oveja del  $k$ -ésimo grupo de edad, en el  $j$ -ésimo grupo de cambio de peso, en la  $i$ -ésima época.

$\mu$  es la media general.

$E_i$  es el efecto de la  $i$ -ésima época. ( $i=1,2,3$ )

$T_j$  es el efecto del  $j$ -ésimo grupo de cambio de peso ( $j=1,2,3$ )

$G_k$  es el efecto del  $k$ -ésimo grupo de edad ( $k=1,2,3,4$ )

$e_{ijkl}$  es el error aleatorio asociado con cada observación  $NID(0, \sigma^2)$ .

Los términos restantes corresponden a las interacciones estudiadas.

## ANEXO 3

## CUADROS DE ANALISIS DE VARIANZA.

CUADRO 1. CUADRADOS MEDIOS PARA LOS CAMBIOS DE PESO CORPORAL EN TRES GRUPOS DE OVEJAS PELIBUEY

FUENTE DE VARIACION	G.L.	CUADRADOS MEDIOS
GRUPO DE CAMBIO DE PESO	2	2828.0**
MES DE PESAJE	9	236.9**
GRUPO*MES	18	162.7**
ERROR	1146	28.9

R<sub>2</sub> = .235

\*\*(P&lt;0.01)

CUADRO 2. CUADRADOS MEDIOS PARA LA PRESENTACION DE ESTROS EN OVEJAS PELIBUEY A LO LARGO DEL EXPERIMENTO

FUENTE DE VARIACION	G.L.	CUADRADOS MEDIOS
CAMBIO DE PESO	2	.04ns
PERIODO (DE 18 DIAS)	14	3.55**
EDAD	3	2.81**
CAMBIO x CICLO	28	0.04ns
CAMBIO x EDAD	6	0.99**
CICLO x EDAD	42	0.32**
ERROR	1,760	.14

R<sub>2</sub> = .27

\*\* (P&lt;0.01); ns (P&gt;0.05)

CUADRO 3. CUADRADOS MEDIOS PARA LA PROPORCION DE ESTROS DURANTE LA EPOCA DE MENOR ACTIVIDAD ESTRAL Y PARA DURACION DEL ANESTRO

VARIACION	G.L.	PRESENTACION DE ESTROS	DURACION DEL FUENTE DE ANESTRO
CAMBIO DE PESO	2	.015ns	2.460ns
EDAD	3	3.908**	9.262*
PESO x EDAD	6	1.103**	6.083ns
ERROR (72)			.223 (568) <sup>a</sup> 3.52
R <sub>2</sub>		.12	.24

<sup>a</sup> Entre paréntesis grados de libertad del error.

\*\* (P&lt;0.01); \* (P&lt;0.05); ns (P&gt;0.05).

CUADRO 4. CUADRADOS MEDIOS PARA LA DURACION DEL CICLO ESTRAL (RAIZ CUADRADA DIAS) EN OVEJAS PELIBUEY

FUENTE DE VARIACION	G.L.	CUADRADOS MEDIOS
CAMBIO DE PESO	2	12.40ns
CICLICIDAD	1	862.19**
EDAD	3	27.58ns
ERROR	114	28.24

R<sub>2</sub> = .23

\*\* (P < 0.01)

CUADRO 5. CUADRADOS MEDIOS PARA LA CONCENTRACION DE PROGESTERONA SERICA EN OVEJAS PELIBUEY POR FASE DEL CICLO ESTRAL

FUENTE DE VARIACION	G.L.	CUADRADOS MEDIOS
FASE DEL CICLO ESTRAL	4	223.43**
CAMBIO DE PESO	2	.65ns
ERROR	1050	1.12

\*\* (P < 0.01)

R<sub>2</sub> = .43

CUADRO 6. CUADRADOS MEDIOS PARA CONCENTRACION, NUMERO DE ELEVACIONES Y VALORES MAXIMOS DE PROGESTERONA EN OVEJAS PELIBUEY

FUENTE DE VARIACION	G.L.	CONCENTRACION PROGESTERONA	Nº DE ELEVACIONES	VALORES MAXIMOS
EPOCA	2	18.67**	1.12**	10.93**
CICLICIDAD	1	34.82**	.78**	.004ns
CAMBIO DE PESO	2	2.90ns	.002ns	1.38ns
EPOCA x CICLICIDAD	2	.	.45**	.
EPOCA x PESO	4	.	.	4.16*
ERROR		1.74(1051)	.03(66)	1.23(355)
R <sub>2</sub>		.041	.65	.09

Entre paréntesis grados de libertad del error.

\*\* (P < 0.01); \* (P < 0.05); ns (P > 0.05).

CUADRO 7. CUADRADOS MEDIOS PARA NUMERO DE ELEVACIONES DE PROGESTERONA EN OVEJAS PELIBUEY A LO LARGO DEL EXPERIMENTO

FUENTE DE VARIACION	G.L.	CUADRADOS MEDIOS
CAMBIO DE PESO	2	.0007
CICLICIDAD	1	.5082**
ERROR	20	.0264

\*\* (P<0.01)

R<sub>2</sub>= .49

CUADRO 8. CUADRADOS MEDIOS PARA NUMERO DE FOLICULOS Y CUERPOS LUTEOS EN OVEJAS PELIBUEY

FUENTE DE VARIACION	G.L.	FOLICULOS		CUERPOS LUTEOS
		GRANDES	CHICOS	
EPOCA	3	1.84**	1.25	.12
CAMBIO DE PESO	2	.24	.60	.07
EDAD	3	.54*	.49	.009
ERROR	106	.23	.58	.05
R <sub>2</sub>		.24	.08	.09

\* (P<0.05); \*\* (P<0.01)

CUADRO 9. CUADRADOS MEDIOS PARA VOLUMEN OVARICO EN OVEJAS PELIBUEY

FUENTE DE VARIACION	G.L.	CUADRADOS MEDIOS
EPOCA	3	11.64**
CAMBIO DE PESO	2	1.52
EDAD	3	13.84**
ERROR	102	2.09

R<sub>2</sub> = .27

\*\* (P<0.01).

#### ANEXO 4.

### RESUMEN DE LOS EFECTOS DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES SOBRE LAS VARIABLES DE RESPUESTA.

CUADRO 1. EFECTOS DETECTADOS SOBRE LAS VARIABLES DE RESPUESTA EN OVEJAS PELIBUEY BAJO 3 ESQUEMAS DE ALIMENTACION

VARIABLES DE RESPUESTA	VARIABLES INDEPENDIENTES			
	GRUPO	CAMB. PESO	EPOCA	EDAD CICLICIDAD
Cambio de peso corporal (Kg)		**		
Presentación de estros (%)	ns		**	**
Duración del anestro (d) <sup>1</sup>	ns			*
Duración del ciclo estral (d)	ns			ns **
Concentración de P <sub>4</sub> (ng/ml)	ns		**	**
Nº de elevaciones de P <sub>4</sub>	ns		**	**
Valores máximos de P <sub>4</sub> (ng/ml)	ns		**	ns
Número de folículos chicos	ns	ns	ns	ns
Número de folículos grandes	ns	ns	ns	**
Número de cuerpos lúteos	ns	ns	ns	ns
Volumen ovárico (cm <sup>3</sup> )	ns	ns	ns	*

\* (P<0.05); \*\* (P<0.01); ns (P>0.05).

<sup>1</sup> El largo del ciclo estral y la duración del anestro se expresa en días

CUADRO 2. INTERACCIONES QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO DE LAS OVEJAS PELIBUEY EN TRES GRUPOS DE CAMBIO DE PESO.

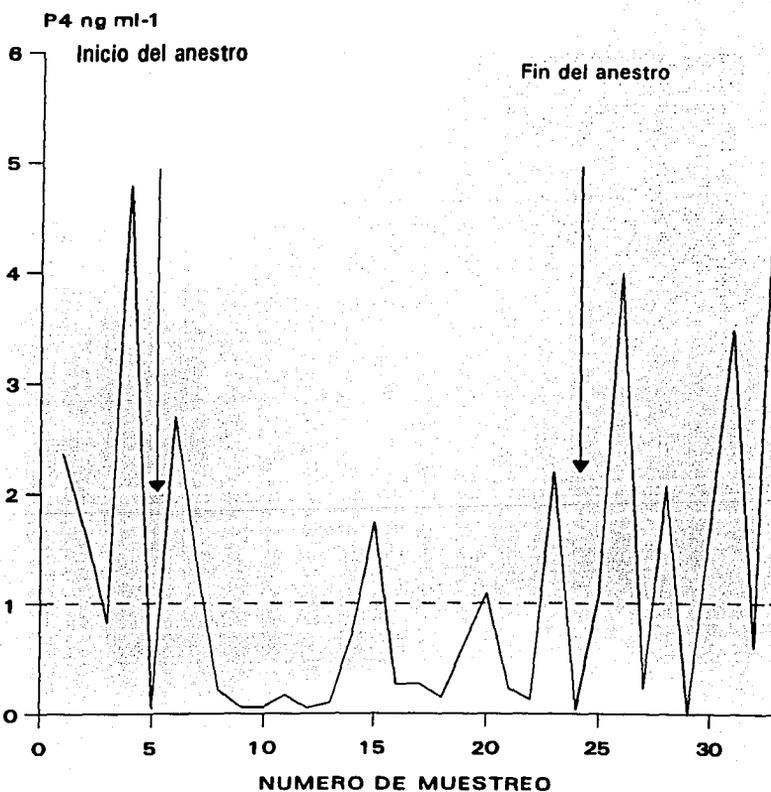
VARIABLES DE RESPUESTA	INTERACCION
Presentación de estros (%)	GRUPO CAMB. PESO X EDAD **
Nº de elevaciones de P <sub>4</sub>	EPOCA X CICLICIDAD **
Valores máximos de P <sub>4</sub> (ng/ml)	EPOCA X GRUPO CAMB. PESO *

\* (P<0.05) \*\* (P<0.01)

ANEXO 5.

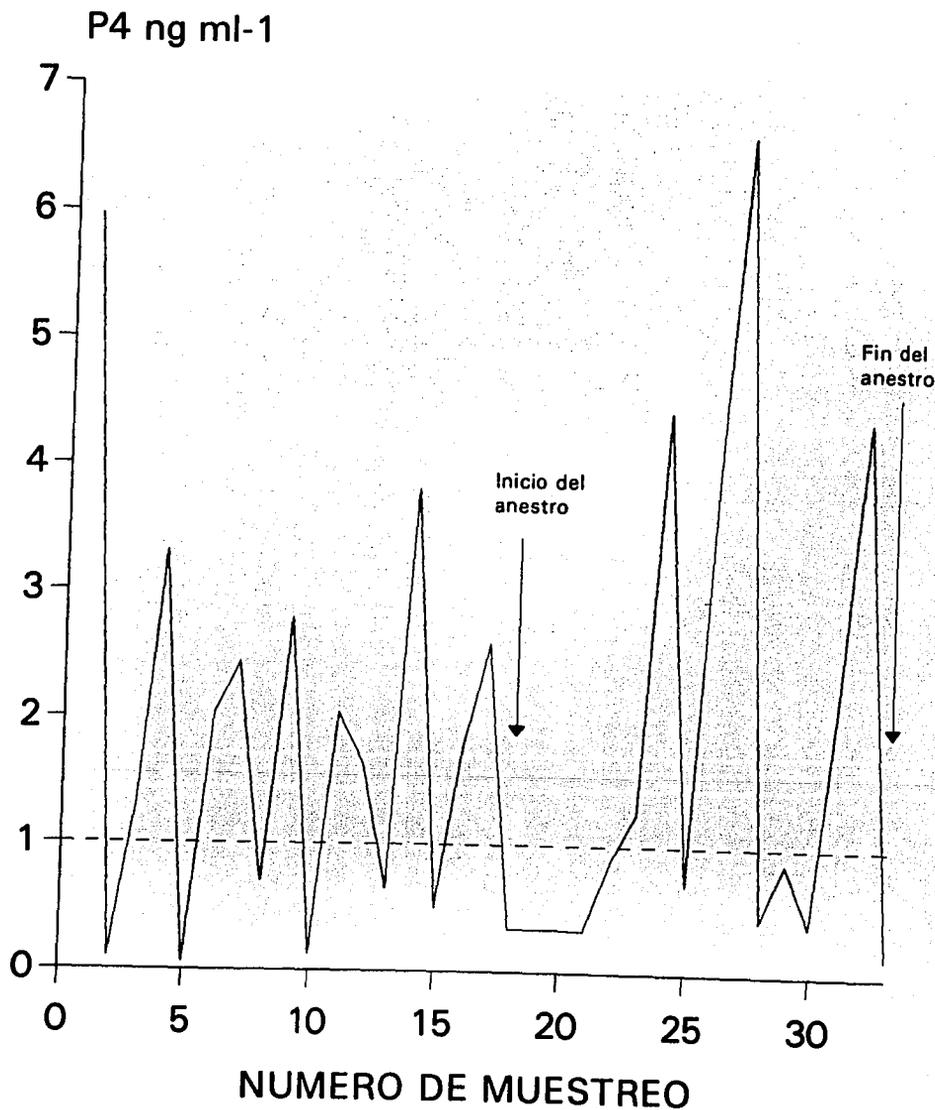
GRAFICAS INDIVIDUALES DE LAS CONCENTRACIONES DE PROGESTERONA EN OVEJAS PELIBUEY A TRAVES DEL PERIODO DE MUESTREO.

OVEJA No 7-576



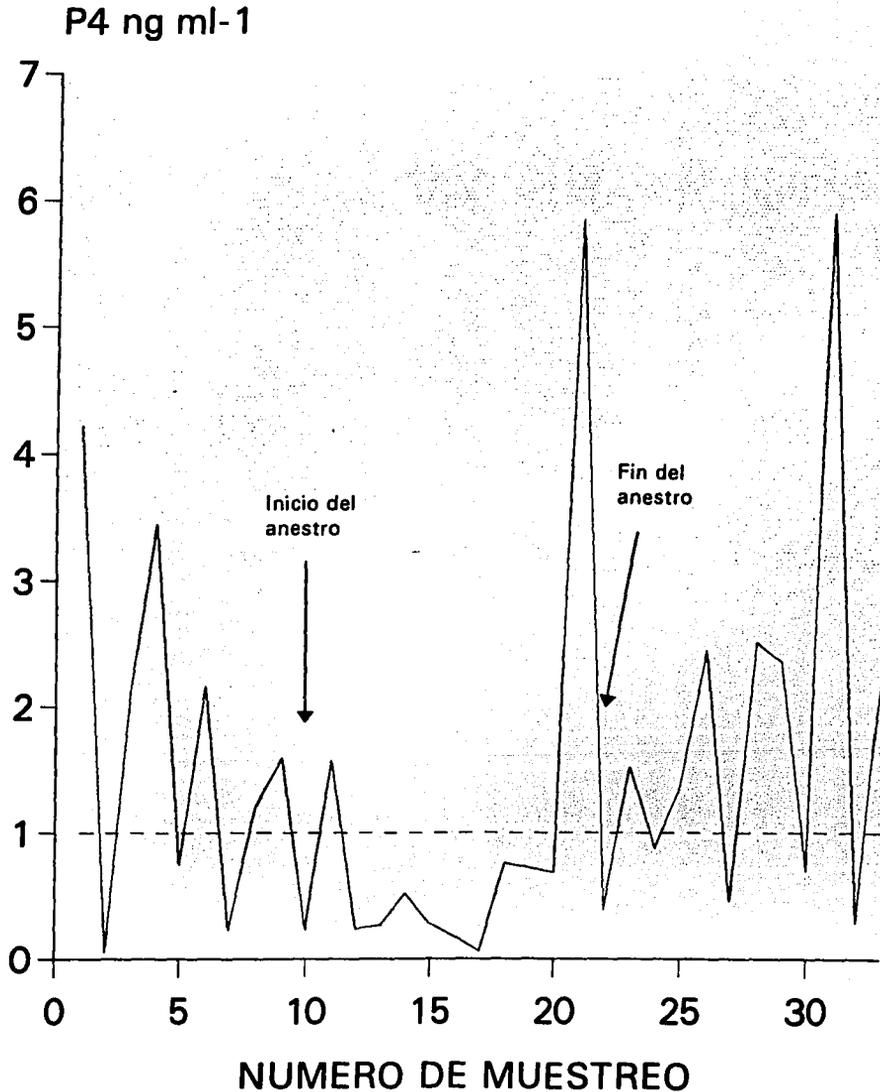
Se detectaron 6 elevaciones de progesterona durante el anestro

# OVEJA No 8-76



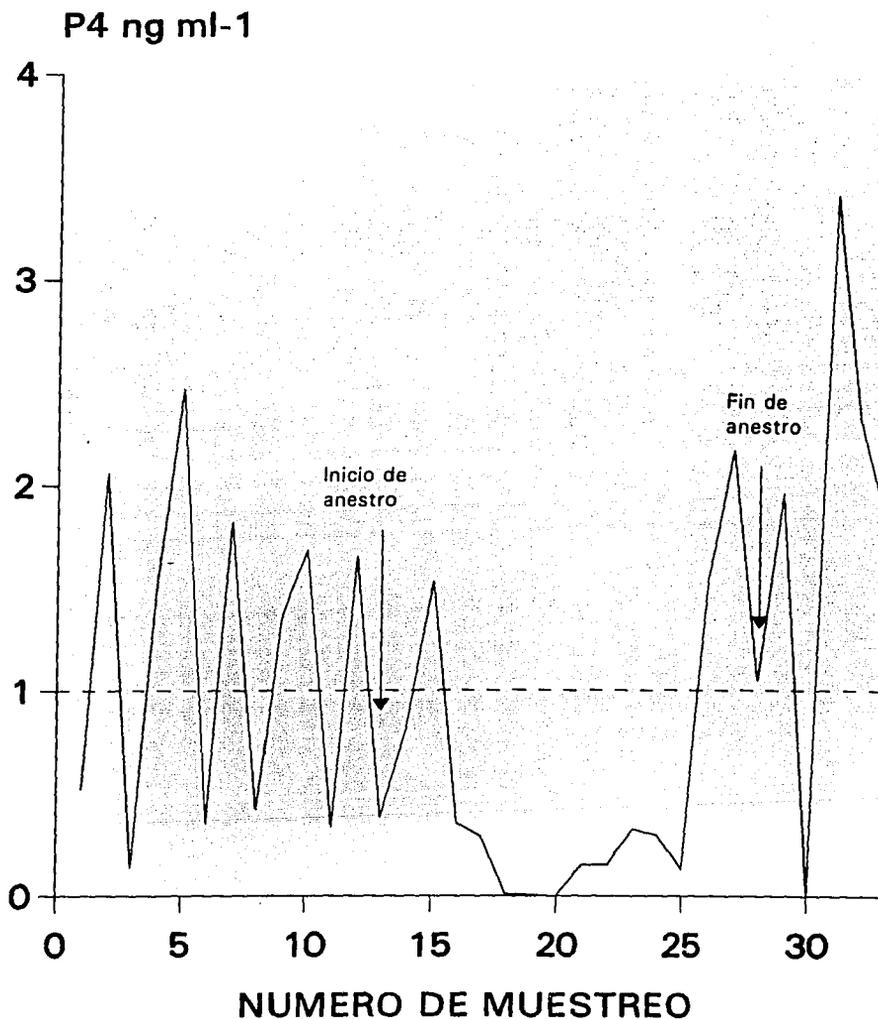
Se detectaron tres elevaciones de progesterona durante el anestro

# OVEJA No 8-304



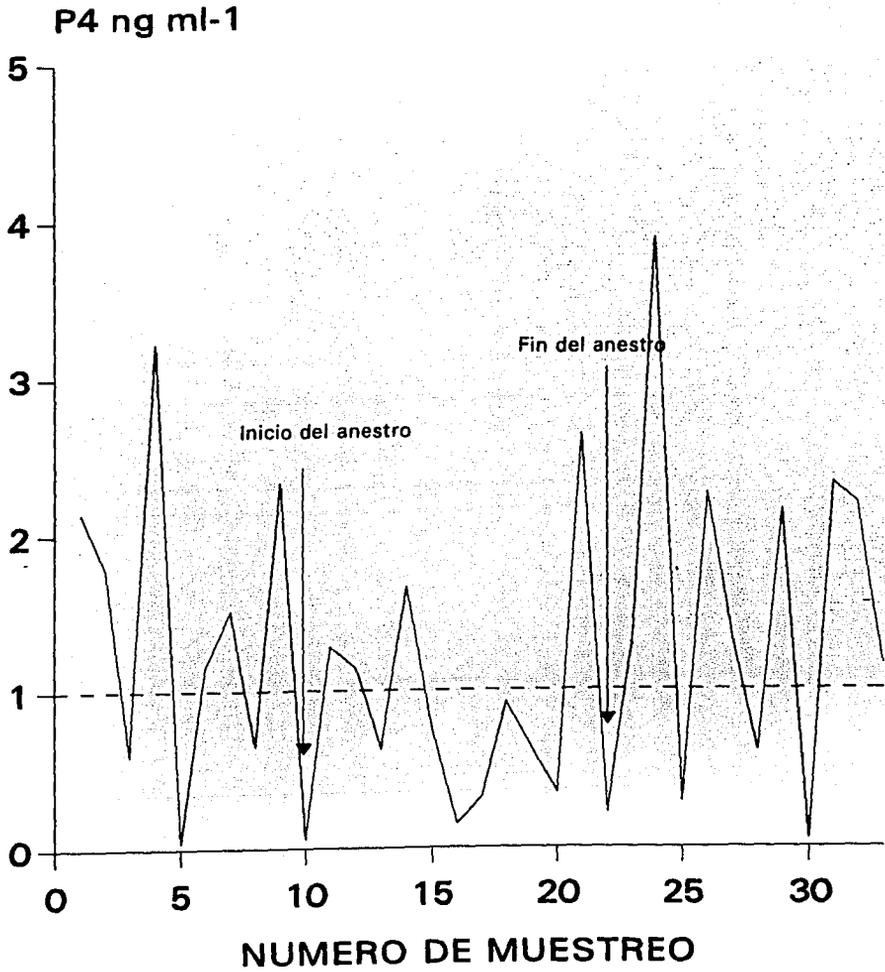
Se detectaron dos elevaciones de progesterona durante el anestro

# OVEJA No 8-540



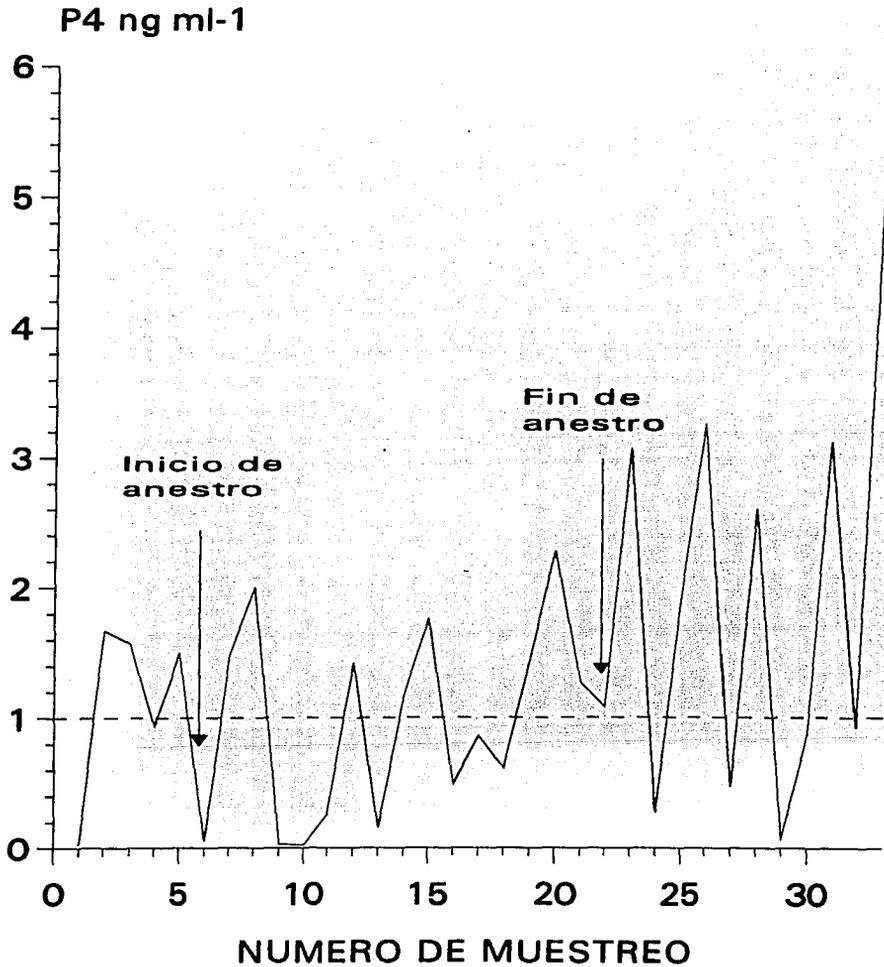
Se detectaron 2 elevaciones de progesterona durante el anestro

# OVEJA No 8-641



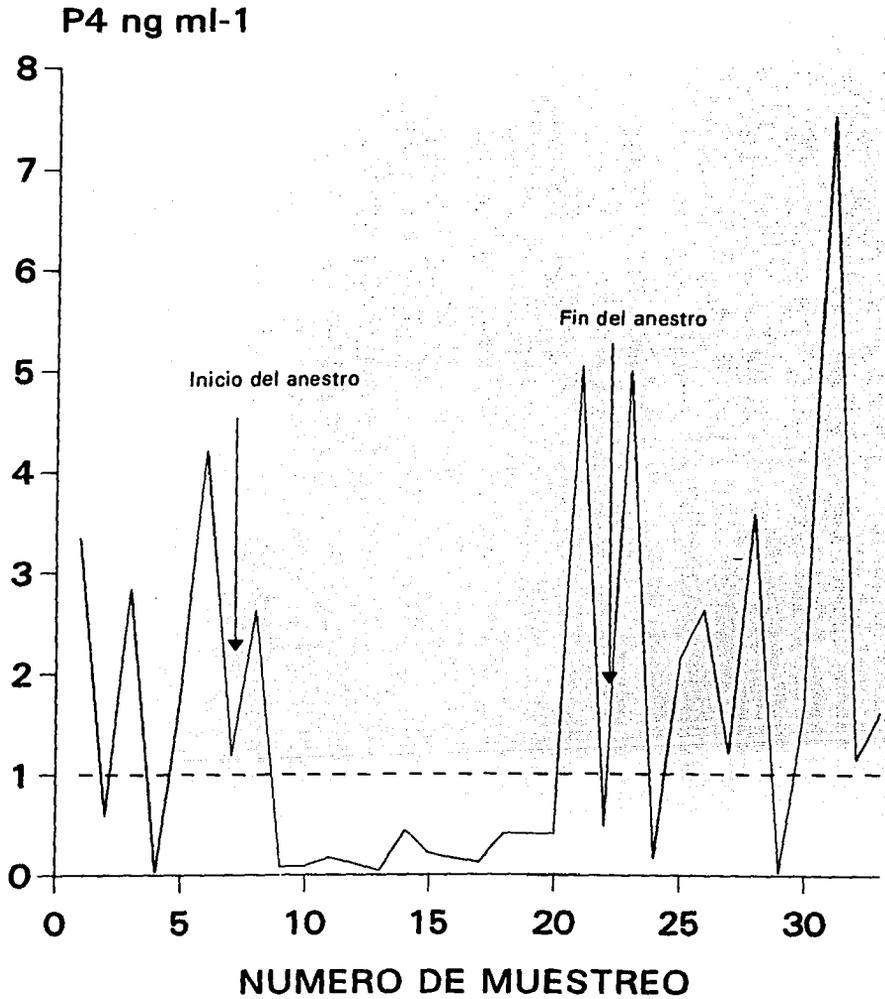
Se detectaron 3 elevaciones de progesterona durante el anestro

# OVEJA No 8-760



Se detectaron 4 elevaciones de progesterona durante el anestro

# OVEJA No 8-809



Se detectaron dos elevaciones de progesterona durante el anestro