



01674

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA
PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL

CARACTERIZACIÓN DE LOS EVENTOS
REPRODUCTIVOS EN OVEJAS PELIBUEY
SELECCIONADAS PARA CICLAR
DE MANERA CONTINUA

TESIS
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS

PRESENTA
MARÍA JAHEL TRUJILLO QUIROGA

TUTOR:
DR. JAVIER VALENCIA MÉNDEZ

COMITÉ TUTORAL:
DR. JAIME GALLEGOS SÁNCHEZ
DR. ANTONIO PORRAS ALMERAYA

MÉXICO D.F.

2005

m. 341032



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

*El futuro humano, depende de nuestra habilidad para saber combinar,
el conocimiento de la ciencia con la sabiduría de la naturaleza.*

Anónimo.

Maracaibo, Venezuela 2004.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: María Johel Tajillo

Quiraga

FECHA: 09-02-05

FIRMA: [Firma manuscrita]

Gracias....

A Dios, por darme el don maravilloso, la vida.

A mi madre, por el amor y apoyo siempre brindado en cada paso de mi vida.

A mi padre, por tu cariño y por cada palabra de aliento dada para terminar este proyecto.

A ti, Oscar, por caminar junto a mi en esta etapa de mi vida, por compartir experiencias, por tu comprensión y apoyo, pero sobre todo y lo mas importante, por darme de tu amor.

A las dos personas, las cuales para mi significan mucho y que pese a su ausencia, su esencia esta presente, los extraño abuelos!

A mi familia, la cual ha crecido y me ha ayudado a crecer como persona. Los quiero y todos son especiales para mi.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por mantener sus puertas siempre abiertas y darme las herramientas básicas para desarrollarme y superarme como profesionista. Por ser mi *Alma matter*.

Al PAPPIT por el financiamiento para la realización del proyecto, IN-201701.

Al Dr. Javier Valencia M. por la confianza depositada, las enseñanzas dadas, su apoyo y guía en el inicio de este camino.

Al Dr. Jaime Gallegos S. por su interés, tiempo y consejos en el desarrollo y finalización de este trabajo.

Al Dr. Antonio Porras, Dra. Teresa Sánchez y Dr. J. Manuel Berruecos, por el tiempo dedicado a la lectura y corrección de mi trabajo, por sus acertadas sugerencias.

Al MC Federico Escobedo, por su ayuda y asesoría en el análisis estadístico de los datos.

Al MC Mario A. Espinosa Martínez, por ser un gran amigo y ayudarme en el final de este proyecto.

Al MC Jaime Arroyo Ledezma, por su ayuda en la realización del escrito del trabajo, por sus consejos y por su amistad.

A mis amigos y compañeros, por estar en los buenos y malos momentos y por el apoyo recibido a lo largo de este camino, Alejandra, Nicolás, Gaby Esperanza, Yazmín y Cipatli.

A los estudiantes del Servicio Social del CEIPSA, por su apoyo en el manejo de los animales.

Y a ti, quien quiera que seas, que con simplemente estar aunque sólo por un momento, me enseñaste mucho.

La autora da consentimiento a la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de Universidad Nacional Autónoma de México, para que la presente tesis este disponible para cualquier tipo de reproducción e intercambio bibliotecario



María Jahel Trujillo Quiroga
Tesisista

ÍNDICE

	Pág.
Índice de Cuadros	<i>i</i>
Índice de Figuras	<i>ii</i>
Abreviaturas utilizadas	<i>iii</i>
Resumen	<i>iv</i>
Abstrac	<i>v</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Situación de la producción ovina en México	4
2.1.1 Población ovina en México	5
2.1.2. Sistemas de producción ovina en México	6
2.2. Origen y características generales de los ovinos de pelo	9
2.3. Estacionalidad reproductiva en la oveja	10
2.3.1. Estacionalidad reproductiva en ovejas de pelo	12
2.4. Descripción y regulación neuroendocrina del ciclo estral	14
2.5. Melatonina	16
2.5.1. Sitios de acción de la melatonina	17
2.5.2. Mecanismo de acción de la melatonina	19

2.6. Fotorrefractoriedad en la oveja	20
2.6.1. Transición a la época reproductiva	20
2.6.2. Transición a la época anestro	21
2.6.3. Regulación neuroendocrina de la fotorrefractoriedad	21
2.6.4. Tiempo de desarrollo de la fotorrefractoriedad	23
2.7. Fotorrefractoriedad en la Oveja Pelibuey	23
2.7.1. Fotorrefractoriedad a días largos	24
2.7.2. Fotorrefractoriedad a días cortos	24
2.8. Efecto macho	25
2.8.1. Respuesta al efecto macho	25
2.8.2. Factores que modifican la respuesta	26
III. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	
3.1. <i>Justificación</i>	29
3.2. <i>Hipótesis</i>	29
3.3. <i>Objetivos</i>	29
3.3.1 Objetivo General	29
3.3.2 Objetivo Especifico	29
IV. MATERIAL Y METODOS	
4.1. <i>Localización</i>	30
4.2. <i>Animales y Manejo</i>	30
4.3. <i>Grupos experimentales</i>	30
4.4. <i>Tratamientos</i>	36
4.5. <i>Toma de muestras y análisis de laboratorio</i>	37
4.6. <i>Análisis Estadístico</i>	38

V. RESULTADOS	39
VI. DISCUSIÓN	41
VII. CONCLUSIONES	45
VIII. LITERATURA CITADA	46

INDICE DE CUADROS

CUADROS	Pág.
Cuadro 1 Porcentaje y número de ovejas Pelibuey con patrones reproductivos estacional y continuo mostrando estros. Periodo diciembre-mayo 2000	33
Cuadro 2 Porcentaje y número de ovejas Pelibuey con patrones reproductivos estacional y continuo mostrando actividad ovulatoria cíclica. Periodo diciembre - mayo 2001	35
Cuadro 3 Número de días para manifestación del anestro en las ovejas Pelibuey expuestas a días largos artificiales	39
Cuadro 4 Porcentaje y número de ovejas Pelibuey con patrones reproductivos estacional y continuo. mostrando actividad ovulatoria cíclica durante un tratamiento de fotoperiodo artificial inverso. Periodo diciembre- mayo 2002	40

**INDICE DE
FIGURAS**

FIGURAS	Pág
Figura 1 Modelo las bases neuroendocrinas de la reproducción estacional en ovejas	17
Figura 2 Presentación de actividad estral en ovejas Pelibuey seleccionadas para ciclar de manera continua	32
Figura 3 Presentación de actividad estral en ovejas Pelibuey estacionales	32
Figura 4 Actividad ovulatoria en ovejas Pelibuey seleccionadas para ciclar de manera continua	34
Figura 5 Actividad ovulatoria en ovejas Pelibuey estacionales	34
Figura 6 Actividad ovulatoria en ovejas Pelibuey continuas bajo el tratamiento de luz artificial	39
Figura 7 Actividad ovulatoria en ovejas Pelibuey estacionales bajo el tratamiento de luz artificial	42

LISTA DE ABREVIATURAS

DBB	Banda diagonal de broca
E2	Estradiol
RA (-)	Retroalimentación negativa
RA (+)	Retroalimentación positiva
GnRH	Hormona liberadora de gonadotropinas
hL	Horas luz
hO	Horas oscuridad
LH	Hormona luteinizante
MBH	Hipotálamo mediobasal
MEL	Melatonina
ng ml ⁻¹	Nanogramo por mililitro
NVM	Núcleo ventromedial
OC	Ovejas continuas
OE	Ovejas estacionales
P ₄	Progesterona
PGF ₂ α	Prostaglandina F 2 alfa
POA	Área preóptica
PT	<i>Pars Tuberalis</i>
rPOA	Área preóptica rostral
SNC	Sistema nervioso central
TH	Tirosina hidroxilasa
OVX	Ovariectomizadas
III V	Tercer ventrículo

I. INTRODUCCIÓN

La mayoría de las especies animales, que son originarias y se desarrollan en climas templados manifiestan una adaptación fisiológica por la cual su período reproductivo y los nacimientos de sus descendientes sólo se limitan a ciertas etapas del año (Karsch *et al.*, 1984; Malpaux *et al.*, 1996). Este evento, conocido como estacionalidad reproductiva, está regulado por varios factores ambientales como la temperatura, temporada de lluvias, siendo el factor más importante el fotoperiodo (duración de horas luz y horas oscuridad a lo largo del año), el cual controla y sincroniza el inicio, duración y finalización de la temporada reproductiva (Hafez, 1952; Karsch *et al.*, 1984).

Con base en el fotoperiodo, se pueden establecer dos categorías de mamíferos estacionales, la primera agrupa a los animales reproductores de días largos tales como los equinos y pequeños roedores; la segunda engloba a los reproductores de días cortos como los ovinos y caprinos, cuya temporada reproductiva inicia al final del verano y principios del otoño, cuando disminuye la cantidad de luz diaria (Hafez, 1952; Lincoln and Short, 1980; Karsch *et al.*, 1984).

Dentro de las razas de ovinos, se puede reconocer tres categorías de acuerdo a la magnitud de su estacionalidad reproductiva; la primera, engloba a las que se desarrollan en latitudes altas, con una estacionalidad reproductiva muy marcada (Yeates, 1949; Hafez, 1952; Karsch *et al.*, 1984). En la segunda categoría entran las razas con origen en latitudes mediterráneas, en donde el clima es más moderado e influye en una estacionalidad reproductiva menos marcada, en comparación con las razas anteriores, por último, están las razas que se originan en latitudes tropicales o subtropicales, donde la estacionalidad en su actividad reproductiva es generalmente muy reducida documentándose, que en algunos casos está ausente (Chemineau *et al.*, 1995).

La oveja Pelibuey, clasificada en la tercera categoría, ha tenido últimamente gran importancia en México; la crianza de dicha raza en las últimas décadas y su utilización como recurso pecuario se ha extendido en todo el país. Esto, en parte por la rusticidad de la raza que posee una gran capacidad de adaptación al ambiente y con gran resistencia las enfermedades (González-Reyna *et al.*, 1991).

En lo referente al comportamiento reproductivo, al ser una raza originaria de latitudes tropicales, su estacionalidad reproductiva es menos marcada, y en México, se han realizado diversos estudios en ese tema. Las primeras investigaciones, indicaron que las ovejas no presentaban una estacionalidad reproductiva asociada al fotoperiodo, determinándose con esto que estas ovejas podrían tener la capacidad de reproducirse todo el año, y en caso de presentar una disminución en la actividad reproductiva, está se asociaba a factores ambientales distintos al fotoperiodo, principalmente a factores nutricionales (Castillo *et al.*, 1972; González-Reyna *et al.*, 1991; Cruz *et al.*, 1994).

Sin embargo, en estudios recientes se demostró que las ovejas Pelibuey a una latitud de 19° 13' N, son sensibles a los cambios en el fotoperiodo artificial inhibiendo su actividad reproductiva al ser expuestas al fotoperiodo de días largos e iniciando su actividad al ser expuestas al fotoperiodo correspondiente a días cortos (Porras, 1999; Cerna *et al.*, 2000). No obstante, durante la realización de estos estudios, se encontró que algunas ovejas Pelibuey a la misma latitud, tuvieron la capacidad de presentar actividad ovulatoria de manera continua.

Con base en esto, se iniciaron una serie de estudios con el objetivo de encontrar animales que presenten esta característica, iniciar una selección plena de animales y determinar las bases neuroendocrinas del comportamiento reproductivo de dichas ovejas.

Primeramente se llevó a cabo una selección de hembras tomando en consideración los registros de nacimiento, considerando a las hembras continuas, a aquellas ovejas que hubiesen sido concebidas fuera de la

temporada reproductiva, indicando con esto que sus madres habían manifestado actividad en los meses correspondientes al anestro; como ovejas estacionales se seleccionaron a aquellas que se concibieron en plena época reproductiva. Posteriormente se sometieron a dichas ovejas a dos estudios. El primero de ellos consistió en exponer a los dos grupos a la detección diaria de estros utilizando un macho celador, los resultados de este estudio mostraron una alta proporción de las ovejas adultas tanto las hembras que se habían considerado como continuas, como estacionales ciclaron regularmente durante los meses (febrero-mayo) de menor actividad reproductiva (Valencia *et al.*, 2001).

En el segundo estudio, la actividad ovulatoria de las hembras fue seguida por medio de la determinación de niveles plasmáticos de progesterona. En este estudio las hembras permanecieron aisladas de los machos. La capacidad ovulatoria disminuyó en ambos grupos, sin embargo una proporción de las continuas mantenían actividad durante todo el periodo de observación, en comparación con las ovejas estacionales que presentaban un periodo de anestro bien definido (Valencia *et al.*, 2003).

Sin embargo, para determinar realmente si estas hembras poseían la capacidad de ciclar de manera continua y de que el fotoperiodo no influía en su actividad reproductiva se propuso el presente trabajo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. Situación de la producción ovina en México

Con una población aproximada de seis millones de cabezas (SAGARPA, 2001), los ovinos constituyen una de las especies domésticas de menor trascendencia económica en México. Su expansión se ha visto limitada desde hace unos cincuenta años. El escaso consumo de carne, aproximadamente medio kilogramo por habitante y el de lana, que no excede los cien gramos, se cubre con la matanza de dos millones de ovinos nacionales y la importación de lana, animales vivos y carne congelada procedente de países como Estados Unidos y Nueva Zelanda. Según la SAGARPA, en 1998 se importaron más de 25 mil toneladas de carne, entre animales vivos y canales (De Lucas-Tron, 2000).

La demanda insatisfecha del mercado interno, los altos precios que prevalecen en los productos ovinos, la buena demanda de los mismos, la posibilidad de sustituir importaciones e incluso de abordar el mercado de Estados Unidos, aprovechando el tratado de libre comercio, serían motivos suficientes en otras partes del mundo para incrementar la producción, con perspectivas alentadoras de desarrollo. Sin embargo, en la actualidad, las condiciones de incertidumbre en que se encuentra el campo por distintos motivos como son sequías o abandono, las variaciones económicas y políticas, los programas de apoyo o fomento, como el de repoblación, que no tienen un impacto real sobre el hato ovino nacional e incluso en diversos estados han fracasado (hasta la fecha se han traído cerca de 400 mil animales y no se ve su impacto en la producción), hacen que las perspectivas sigan siendo inciertas y por lo tanto, las deficiencias que se arrastran desde hace décadas y que limitan el desarrollo de la especie sean mayores. Los problemas productivos son muy diversos y obedecen a razones de orden tecnológico, ecológico y socio – económico.

A pesar de lo anterior, en las últimas décadas, el ovino de pelo de la raza Tabasco o Pelibuey ha incrementado su importancia en la producción ovina nacional (Valencia y Porras, 2003). A partir de los rebaños localizados en el sureste del país se ha extendido hacia las regiones tropicales de México, la meseta central y actualmente en prácticamente toda la República Mexicana.

1.1. Población ovina en México

Las cifras en cuanto al número de cabezas ovinas a nivel nacional son variables. De acuerdo con la SAGARPA (2001), cifras preliminares indican que la población ovina a nivel nacional en 1999 fue de 5,948,764 cabezas; 323,254 cabezas menos que en 1997, estas cifras muestran que no existe crecimiento en el rebaño nacional y que incluso disminuye. En la República mexicana, el estado con mayor población ovina en ese mismo año es el Estado de México, con 998,363 cabezas; seguido por Hidalgo, con 762,175 animales y San Luis Potosí, con 677,810 cabezas (SAGARPA, 2001).

En 1998 se estimaba que el consumo de carne ovina era de 55,333 toneladas, de las cuales 30,161 eran nacionales y 18,353 importadas (De Lucas-Tron, 2000).

Hacer predicciones de las tendencias en la producción y el consumo son difíciles, sobre todo porque algunos eventos económicos imponderables pueden tener efectos sobre la producción, principalmente por la fluctuación del peso ante el dólar que encarece los insumos. Esto fue importante porque durante años las importaciones de animales de desecho y corderos ayudaron a estabilizar el mercado; pero al aumentar el precio de los animales en pie de Estados Unidos y mantenerse la demanda, se generó una sobre matanza del ganado nacional en especial del norte, pero también mayores deseos de producción en nuevos productores, sobre todo en el trópico. En lo referente al producto de la lana, la situación es más estable, la importación aparentemente se ha mantenido entre cuatro a seis mil toneladas base limpia y la producción nacional está alrededor de las cuatro mil toneladas, la mayoría

de calidad muy deficiente y en la industrialización de las pieles ovinas, éstas se han mantenido en alrededor de las tres mil toneladas (De Lucas-Tron, 2000).

En el caso de los ovinos Pelibuey, su capacidad de adaptación a diferentes regiones climáticas y a diferentes sistemas de manejo, ha permitido que, de unos cuantos miles de cabezas, su población haya aumentado a cerca de 2 millones, lo que actualmente representa aproximadamente el 30% del hato ovino nacional (Valencia y Porras, 2003).

1.2. Sistemas de producción ovina en México

La crianza de ganado ovino en México se canaliza principalmente a la obtención de carne. La ganadería ovina en el país es muy dispersa y en general, su explotación se realiza a pequeña escala. El momento de venta de los animales, ya sea para sacrificio o para finalización se decide con base en la necesidad de contar con un ingreso para adquirir algún insumo o cubrir alguna demanda familiar o social; por lo tanto, el ganado ovino, en la mayoría de los sistemas de crianza se considera una caja de ahorro. En algunas explotaciones, el ganado ovino se utiliza exclusivamente para autoconsumo, con mínima comercialización. El 80% de la población ovina se encuentra en sistemas cuyos dueños son campesinos con recursos financieros, tecnológicos y de tiempo muy limitados; por lo que al no contar el productor con tiempo para el cuidado de los animales y por la docilidad de éstos, el cuidado del rebaño se realiza por los menores, mujeres y aun por ancianos de la familia del productor. La mayoría de los productores de ovinos se dedican a la producción agrícola y consideran a los ovinos como una actividad complementaria y secundaria a las actividades agrícolas. El tamaño de los rebaños es muy reducido y por lo tanto, también el ingreso, la alimentación se basa en pastoreo, la complementación alimenticia y mineral es casi nula. El manejo reproductivo es muy simple, por consiguiente los resultados son muy pobres; los machos permanecen siempre con las hembras, la relación hembra:

macho es alta y sin control, con riesgos de consanguinidad. El manejo sanitario es deficiente, con alta incidencia de enfermedades parasitarias e infecciosas, lo que aunado a la rusticidad de las construcciones y a la desnutrición provocan alta mortalidad, 9% en adultos y hasta 28% en corderos. La mayoría de las explotaciones ovinas presentan baja eficiencia productiva y reproductiva (Sánchez y Martínez, 1998).

Con la llegada de la década de los noventas, en conjunción con la enorme apertura comercial del país y consolidada con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio para Norteamérica, aparecieron nuevos sistemas de producción y comercialización; los primeros incluyeron las engordas de corderos y de animales flacos. Asimismo, surgió el comercializador de ganado que se dedicaba a acopiarlo o introducirlo principalmente de los Estados Unidos.

En general, los estudios en los distintos sistemas de producción muestran deficiencias muy serias en nutrición, reproducción y sanidad, detectando en la alimentación las más severas deficiencias, causando malas condiciones nutricionales en la inmensa mayoría de los ovinos, afectando con esto los índices productivos y reproductivos (De Lucas-Tron, 2000).

Los recursos genéticos con los que cuenta la ganadería ovina nacional, incluyen al denominado *Criollo*, el cual ha ido cambiando en los últimos años al ser cada vez más cruzado y en muchas partes casi absorbido por las razas Caras Negras, Suffolk y Hampshire. Debido a su demanda, existen criadores que poseen ganado puro que comercializan en general como pie de cría. Sin embargo, la dinámica que se observa en esta área se puede catalogar alta si se toma en consideración la aparición continua de nuevas razas, entre las que destacan la Dorset, Dorper, Texel y otras (De Lucas-Tron, 2000).

En el centro y sur del país se localizan sistemas mixtos caracterizados por el pastoreo diurno con duración de 6 a 12 horas sobre áreas comunales, caminos, cerros, por mencionar algunos, cuidados siempre por un pastor (usualmente miembro de la familia) y regresando a su corral por la tarde. El objetivo de producción es el de animales para carne, que se venden en pie

(generalmente al *bulto*) y cuyo destino principal es la elaboración de barbacoa. La cría es generalmente familiar, con rebaños que varían en su número, pero en general son pequeños, rara vez superan los 50 animales. A medida que el número de animales se incrementa, el objetivo de cría y las formas de producción tienden a cambiar, siendo más comerciales y con mayor aplicación de tecnología (De Lucas-Tron, 2000).

Las mesetas áridas y semiáridas del Altiplano Zacatecano-Potosino, constituyen la segunda agrupación en importancia. Los sistemas de manejo son extensivos y en esta zona se encuentran los más grandes rebaños del país, principalmente constituidos por la raza Rambouillet productora de lana fina y carne (objetivos del sistema), o *Criollos* (altamente encastados con merinos). El sistema de alimentación está basado en el pastoreo a veces seminómada, alrededor de los pueblos o rancherías, sobre gramíneas del agostadero, principalmente de los géneros *Bouteloa*, *Aristida* y *Stipa* (De Lucas-Tron, 2000).

La zona sur es la última que presenta cierta importancia en la tenencia de ovinos. En el estado de Oaxaca y en los Altos de Chiapas, los grupos indígenas poseen rebaños muy pequeños y con graves problemas de consanguinidad. Predominan los animales llamados *Criollos*, parecidos a las razas Lacha, Manchega y Churra españolas, criados sin ningún programa de mejoramiento y con un manejo muy deficiente. La lana en esta zona a pesar de su bajo peso por animal y nula calidad para la industria, constituye un importante producto en la confección artesanal de muchas prendas de vestir, de abrigo y ornamento, por lo que adquiere precios elevados. La carencia de lana y el duro trabajo que significa su preparación, está haciendo que se sustituya por fibras sintéticas. Muchos de los problemas que aquejan a esta zona son muy similares a los del centro del país (De Lucas-Tron, 2000).

En diversas zonas tropicales del pacífico y golfo, pero principalmente en Veracruz, Tabasco, la Huasteca y la Península de Yucatán se ha desarrollado la cría de las razas de pelo, como la Pelibuey y Black Belly (Barbados), aunque están apareciendo otras como la Kathadine o la Dorper. En estas zonas se encuentran dos tipos de productores, los que mantienen de rebaños

pequeños, criados en condiciones extensivas, con un mínimo de cuidados y de control, que está generando que las dos razas se entrecrucen, y los nuevos productores con cantidades que tienden a superar las 300 cabezas, con características más definidas y algunas aplicaciones tecnológicas. Los ovinos de pelo se caracterizan por su excelente adaptación al clima tropical, buena supervivencia y satisfactoria tasa reproductiva. Constituyen un excelente recurso para producción de carne ovina en condiciones de tierra caliente. Su característica de no tener lana ha hecho que se adapte mejor a las condiciones de las zonas templadas del interior del país (De Lucas-Tron, 2000).

2. Origen y características generales de los ovinos de pelo

Los ovinos de pelo son originarios del Oeste de África y fueron transportados a América por los españoles y portugueses en los siglos XVI y XVII. Existen dos principales tipos de ovinos de pelo en el Oeste de África, la raza Sahel u oveja de patas largas, originaria del trópico seco; la de patas cortas o tipo miniatura que tiene su origen en el trópico húmedo y los bosques. La oveja de patas cortas es también llamada "oveja de la sabana". Se sabe que de manera general las ovejas de pelo de América descienden de la oveja de la sabana. Sin embargo, las variaciones fenotípicas sugieren que las ovejas de pelo de América se originan de los dos tipos de ovejas africanas, pues poseen características de ambas (González-Reyna *et al.*, 1991).

Las ovejas de pelo predominantes en México son la Pelibuey y Black Belly. La raza Pelibuey se encuentra en mayor número, el 90 a 95 % de la población de ovejas de pelo en México son de esta raza. Las ovejas de pelo se encuentran en la mayoría de las áreas tropicales de México, de las regiones áridas y semiáridas (Tamaulipas) al trópico húmedo (Tabasco y Chiapas), y en algunas áreas subtropicales (Puebla). Las dos razas están distribuidas de la costa este de Tamaulipas a la península de Yucatán, en algunas de las áreas tropicales del centro de México y la costa oeste (González-Reyna *et al.*, 1991).

Las principales características de las ovejas de pelo incluyen la ausencia de lana, ausencia de cuernos, gran variedad de colores, del blanco al rojo y café oscuro. En México existe variabilidad de la oveja Pelibuey entre las diferentes localidades. En ocasiones, aparecen las características de la Black Belly debido al cruzamiento entre las dos razas. La frente de la Pelibuey es recta, redonda y ancha, con un perfil convexo o semiconvexo y la cavidad de los ojos prominente, con depresiones en la parte trasera de los arcos de los ojos. Las orejas son cortas, puntiagudas y erectas. El cuello en el macho es fuerte, redondeado y corto, con una crin más oscura. En la hembra, el cuerpo es esbelto, no existe crin ni papada; el cuello es más delgado y largo que en el macho y la cabeza es pequeña (González-Reyna *et al.*, 1991).

3. Estacionalidad reproductiva en la oveja

Las ovejas originarias de latitudes templadas muestran variaciones estacionales en la actividad reproductiva, exhibiendo un cese completo del estro durante la primavera y verano. Los cambios en la duración de las horas luz durante el año son los responsables de esta variación en la actividad reproductiva, vía efectos en la secreción de gonadotropinas, particularmente LH (Gallegos-Sánchez *et al.*, 1997). De esta manera, el ciclo reproductivo anual de la oveja consiste en una época reproductiva y una no reproductiva (o de anestro). En la mayoría de las razas de ovejas, la época reproductiva inicia a finales del verano y se caracteriza por ciclos estrales sucesivos de 17 días. La época de anestro inicia a finales del invierno y se caracteriza por la ausencia de ciclos ováricos regulares (Legan y Karsch, 1979).

En la oveja, durante el anestro estacional, los componentes esenciales del eje hipotálamo-hipófisis-ovarios permanecen funcionales. Los folículos ováricos se desarrollan, producen esteroides y con una administración hormonal exógena son capaces de ovular; las hormonas gonadotrópicas son secretadas; sin embargo, los ciclos estrales cesan como resultado de la disminución en la secreción pulsátil de LH (Legan y Karsch, 1979). Se supone

que ningún tratamiento es capaz de restablecer la ciclicidad ovárica característica de la época reproductiva (Scaramuzzi y Baird, 1977) sin embargo algunos trabajos hechos en México, indican que el tratamiento con progestágenos es capaz de inducir el estro en la oveja Suffolk durante el anestro profundo (Hernández *et al.*, 1999).

La época de anestro se caracteriza por una disminución extrema en la frecuencia de los pulsos de GnRH y LH, observándose de 1 a 2 pulsos de ambas hormonas en un periodo de 12 h (Barrell *et al.*, 1992).

Numerosos estudios muestran que en la etapa de transición de la época reproductiva a la época de anestro de la oveja, en el último ciclo estral, al ocurrir la regresión del cuerpo lúteo, no se presenta el incremento sostenido en la secreción tónica de LH, con lo cual no ocurre el incremento de estradiol y tampoco la subsecuente oleada de LH, iniciándose así el anestro. Por lo tanto, se considera a la LH como factor limitante de la actividad reproductiva de la oveja (Legan y Karsch, 1979). De manera contraria, en el periodo de transición de la época de anestro a la época reproductiva, existe un periodo de 1 a 4 semanas antes del primer ciclo estral, durante el cual, ocurren uno o dos periodos de aumento en la frecuencia de los pulsos de LH y en la concentración de progesterona, observándose por lo general el inicio de la época reproductiva en el mes de septiembre (l'Anson y Legan, 1988)

La disminución en la secreción de LH durante el anestro es una consecuencia de la acción de retroalimentación negativa que ejerce el estradiol a través del eje hipotálamo-hipofisiario. Esto se demostró en los estudios realizados por Legan *et al.* (1977) con ovejas ovariectomizadas (OVX) tratadas con un implante subcutáneo de estradiol, en las cuales se evaluó el cambio en la secreción de LH por un periodo de dos años. Se observó que la concentración de LH se mantuvo elevada en los meses de agosto a febrero, disminuyendo a niveles no detectables de marzo a julio. Estos cambios en la secreción corresponden con las épocas reproductiva y de anestro, respectivamente. De esta manera, se demostró la acción inhibitoria que ejerce el estradiol en la frecuencia de los pulsos de LH durante la época de anestro;

así como, la influencia que ejerce el fotoperiodo en esta respuesta fisiológica de la oveja (Goodman *et al.*, 1982).

Estudios posteriores (Barrell *et al.*, 1992; Karsch *et al.*, 1993) demostraron que la disminución en la frecuencia de los pulsos de LH en la época de anestro como consecuencia del efecto de retroalimentación negativa ejercido por el estradiol por influencia del fotoperiodo, es una consecuencia de la disminución en la frecuencia de la producción de GnRH.

3.1. Estacionalidad reproductiva en ovejas de pelo

Los estudios iniciales desarrollados por Valencia *et al.* (1975) mencionan que la oveja Pelibuey en edad y peso ideales para la reproducción, es capaz de presentar estros o celos durante todo el año. Cruz *et al.* (1983) mencionaron que la época del año influye en la edad al primer parto de ovejas Pelibuey mantenidas en clima tropical; así, las hembras nacidas entre noviembre y abril empiezan su vida reproductiva más temprano que las nacidas en otros meses. El autor atribuye estas diferencias a las variaciones estacionales en la disponibilidad de forraje, lo cual afecta el desarrollo corporal de los animales y el inicio de la actividad reproductiva. Al respecto, González-Reyna *et al.* (1991) mencionaron que de los factores ambientales que influyen en la estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey, el más importante es la nutrición, pues en condiciones de trópico existe una disminución en la actividad reproductiva durante los meses en los cuales hay una baja disponibilidad y digestibilidad del forraje. Por otra parte, Cruz *et al.* (1994) encontraron presencia de estros en esta raza durante todo el año, con un porcentaje de 81.25 en abril y 100% en agosto; sin embargo, no hubo diferencias ($P > 0.5$) en estos valores. Estos autores asocian la disminución en la actividad reproductiva en esos meses a una baja en la disponibilidad de forraje, de manera independiente a los cambios en el fotoperiodo. Los reportes anteriores parecían indicar que si existe estacionalidad reproductiva en la oveja Pelibuey, sin embargo, esta disminución en la actividad reproductiva se

asociaba a cambios anuales en la disponibilidad de alimento y no a las variaciones estacionales en el fotoperiodo.

Sin embargo, estudios más recientes demuestran lo contrario. Porras (1999) investigó el efecto del fotoperiodo en ovejas Pelibuey mantenidas en un plano nutricional constante. Se aplicaron tratamientos de fotoperiodo artificial alterno de 90 días, simulando días largos (16 hL: 8 hO) y días cortos (8 hL: 16 hO) durante el año. Los resultados mostraron que las ovejas Pelibuey responden a los cambios en el fotoperiodo, los días largos inhibieron la actividad reproductiva y los días cortos la estimularon. En este mismo estudio, en las ovejas de los grupos testigo, mantenidas en fotoperiodo natural, durante el primer año, se observó un periodo de anestro con una duración de 63.7 ± 18.8 días entre enero y mayo. Durante el segundo año, el periodo de anestro se extendió de febrero a julio y su duración fue de 109.0 ± 20.5 días. Lo anterior demuestra que la oveja Pelibuey tiene estacionalidad reproductiva real influenciada por el fotoperiodo.

En lo referente al efecto de la época del año sobre el reinicio de la actividad reproductiva, Cortés (1993) encontró que en la oveja Pelibuey existe un efecto de la época del año en el reinicio de la actividad ovulatoria postparto y que la lactancia no afecta dicho intervalo. Este autor observó la primera elevación posparto de progesterona a los 105 días en ovejas paridas en enero, en comparación con 41 días en aquellas ovejas con parto en verano. Este mayor intervalo lo atribuye a un efecto del fotoperiodo más que a un efecto nutricional, pues las ovejas se encontraban bajo un plano nutricional constante. De manera similar, Arroyo (2001) en un estudio realizado en el trópico durante los meses de febrero a junio, con ovejas Pelibuey en un plano nutricional constante, mencionó que la restricción del amamantamiento no acorta el periodo de anestro postparto y sugiere que durante esa época del año, el fotoperiodo ejerce un efecto inhibitorio de la actividad ovulatoria de esta raza ovina, resultando más fuerte que el efecto supresor del amamantamiento. Los estudios anteriores sugieren que los periodos de anestro observados en la oveja Pelibuey durante los meses de enero a julio son

consecuencia del fotoperiodo más que de la nutrición. Sin embargo, otros factores ambientales, tales como la temperatura o la humedad relativa, pueden inhibir la actividad ovulatoria de las razas ovinas (Pèvet, 1986).

4. Descripción y regulación neuroendocrina del ciclo estral

En la oveja, el ciclo reproductivo anual se integra por un periodo en el cual se genera una secuencia de eventos neuroendocrinos que culminan en la ovulación (época reproductiva), y un periodo en el cual esta secuencia de eventos no ocurre (época de anestro o inactividad reproductiva; Barrell *et al.*, 1992). En la época reproductiva, el ciclo estral se caracteriza por una serie de eventos fisiológicos endocrinos. El pico preovulatorio de GnRH/LH provoca la ovulación, enseguida, el cuerpo lúteo (CL) se desarrolla y libera progesterona de manera progresiva. En la mitad de la fase lútea, la progesterona circulante inhibe la frecuencia de secreción de los pulsos de LH (secreción tónica: 1-4 pulsos/24 h), mientras que al final de la fase lútea, cuando se inicia la luteólisis, por efecto de la acción de la prostaglandina $F2_{\alpha}$ ($PGF2_{\alpha}$) liberada por el endometrio uterino, los niveles plasmáticos de progesterona descienden. Esta disminución de la progesterona circulante provoca la liberación de la secreción tónica de LH de tal forma que la frecuencia de sus pulsos aumenta progresivamente, hasta alcanzar un pulso por cada hora. Este aumento en la frecuencia de secreción de LH estimula la producción de estradiol (E_2) en los folículos en proceso de maduración, incrementando su concentración en la circulación general. El incremento progresivo en los niveles de estradiol, ejercido por un mecanismo de retroalimentación (positivo) a nivel hipotalámico e hipofisiario, ejerce un control en la secreción hormonal y esto origina las liberaciones hormonales preovulatorias tanto de GnRH como de LH (Padilla *et al.*, 1988; Barrell *et al.*, 1992; Gallegos-Sánchez *et al.*, 1999).

De manera general, el ciclo estral en ovinos se divide en una fase lútea con duración de 12-13 días y un periodo preovulatorio de 3-4 días. El perfil de progesterona circulante refleja el patrón de actividad secretora del cuerpo lúteo. Por otro lado, las fluctuaciones en la cantidad de estradiol circulante se deriva exclusivamente de los folículos ováricos, los cuales pueden desarrollarse y sufrir atresia durante el curso de cada ciclo (Legan y Karsch, 1979).

El modelo de circulación de LH refleja la operación de dos sistemas reguladores separados, un sistema de secreción tónica, el cual produce descargas pulsátiles relativamente bajas de gonadotropinas durante la mayor parte del ciclo y un sistema de secreción cíclica o de "oleada", que genera la descarga masiva preovulatoria de LH. La oleada de LH se acompaña por la conducta de estro, el cual precede la ovulación por aproximadamente 24 h (Legan y Karsch, 1979).

Los factores primarios que controlan la ovulación son los esteroides ováricos. La frecuencia de los pulsos de LH durante el ciclo estral se modulan por la progesterona, la cual actúa en el cerebro para prolongar el intervalo entre las descargas de GnRH. En contraste, la amplitud de los pulsos de GnRH es limitada por el estradiol, el cual actúa, en parte, con la hipófisis para disminuir su respuesta a cada pulso de GnRH (Karsch *et al.*, 1984).

Sin embargo, a nivel hipotalámico el estradiol estimula la secreción pulsátil de GnRH/LH durante la fase folicular del ciclo estral. En ovejas Ile de France OVX, después de simular una fase lútea por administración exógena de progesterona, Caraty *et al.* (1998) administraron estradiol a nivel hipotalámico en el área preóptica (POA) y en el hipotálamo mediobasal (MBH), específicamente en el núcleo ventromedial por la técnica de implantación intracraneal. Los resultados mostraron que el estradiol aplicado en el núcleo ventromedial (NVM) del hipotálamo mediobasal produce una oleada de GnRH/LH semejante a la observada antes de la ovulación. Por lo tanto, se concluye que el estradiol en el NVM provoca el pico preovulatorio de LH en la oveja. De manera adicional, se observó que el estradiol en el POA inhibe la

secreción pulsátil de LH (Caraty *et al.*, 1998). Existen poblaciones específicas de neuronas que sintetizan receptores-alfa de estradiol con proyecciones al área preóptica rostral (rPOA) y a la banda diagonal de Broca (DBB) de la oveja, donde se concentra la pericaria de las neuronas GnRH. Estas observaciones proporcionan el inicio de las observaciones de la estructura neuroanatómica a través de la cual se llevan a cabo las acciones estimuladoras e inhibitorias del estradiol en la secreción de GnRH en la especie ovina. Aunque aún no es posible determinar si estas poblaciones neuronales tienen sinápsis directa con la pericaria de GnRH, existe la posibilidad de que múltiples neuronas con receptores para estradiol puedan influir en la biosíntesis y secreción de GnRH a nivel de los cuerpos celulares. Así, las neuronas ovinas productoras de GnRH pueden tener influencia pre y post sináptica a través de fenotipos neuronales específicos con receptores a estrógeno (Goubillon *et al.*, 1999).

5. Melatonina

La señal ambiental dominante que influye en la estacionalidad reproductiva de los ovinos, es el cambio en la duración del fotoperiodo (Williams y Helliwell, 1993; Malpoux *et al.*, 1996). La señal luminosa se percibe por la retina y se transmite vía una compleja red neural, la cual involucra el núcleo supraquiasmático, el núcleo paraventricular y el ganglio cervical superior, hasta la glándula pineal, donde el mensaje modula el ritmo de secreción de melatonina (MEL) (Karsch *et al.*, 1984). La MEL se libera solo de noche y por lo tanto, la duración de secreción es diferente entre los días largos y cortos. Esta duración de la secreción es procesada neuralmente para regular la secreción de GnRH. La etapa final de la acción de la MEL a nivel del Sistema Nervioso Central (SNC) es la modulación de secreción de GnRH, parcialmente como consecuencia de la modificación de la retroalimentación por parte de los esteroides (Malpoux *et al.*, 1999).

En ovejas, la administración de MEL con un perfil similar al de días cortos, incrementa la frecuencia de liberación pulsátil de GnRH, sin embargo,

este incremento en la secreción de GnRH se observa después de 40 a 60 días de tratamiento con MEL (Viguié *et al.*, 1995). Estas variaciones en la frecuencia de secreción de pulsos de GnRH y LH son responsables de los cambios en la actividad ovulatoria entre el fotoperiodo de días cortos y largos (Karsch *et al.*, 1984; Figura 1).

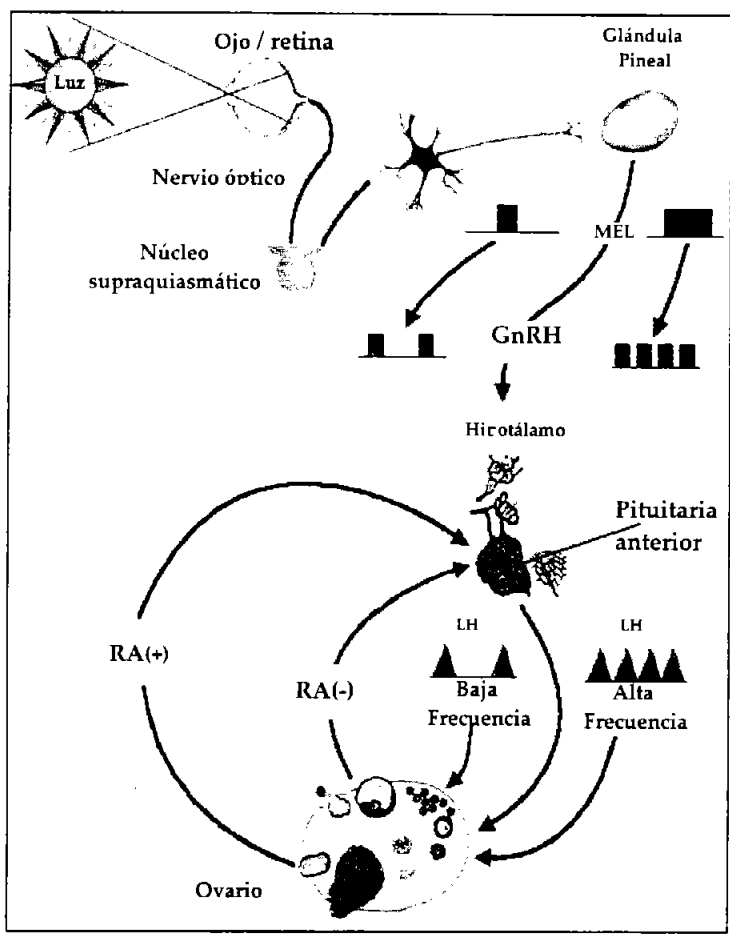


Figura 1 Modelo de las bases neuroendocrinas de la reproducción estacional en ovejas (Modificado de Karsch *et al.*, 1984). NSQ.-núcleo supraquiasmático; NPV.- núcleo paraventricular; MEL.- Melatonina; RA.- Retroalimentación.

5.1. Sitios de acción de la Melatonina

La ubicación de los sitios de acción específicos de la MEL para regular eventos estacionales es difícil debido a que la MEL participa en muchas funciones fisiológicas (Malpoux *et al.*, 2002). La MEL puede actuar en un solo

sitio del cerebro o de la hipófisis y este está implicado en la regulación de muchas funciones estacionales, o puede actuar en múltiples sitios, los cuales pueden estar involucrados en la regulación de una sola función estacional (Malpaux *et al.*, 1999). La situación se complica más por el hecho de que en una gran cantidad de tejidos corporales existen receptores con alta afinidad para MEL (Malpaux *et al.*, 1999).

El desarrollo de la prueba para MEL, MEL [I^{125}], permitió identificar los sitios donde se localizan los receptores para MEL dentro del sistema hipotalámico-hipofisiario (Malpaux *et al.*, 1999; 2002).

En las especies investigadas, incluyendo la oveja, de manera consistente, se encontró una alta densidad de receptores para MEL en *pars tuberalis* (PT) de la adenohipófisis. Sin embargo, estudios realizados en ovejas y hámster demostraron que PT no media la acción de la MEL en el eje neuroendocrino reproductivo (Malpaux *et al.*, 1999). En la oveja, la liberación directa de MEL en el PT no modifica la liberación de LH. Así, la colocación de un microimplante de MEL directamente contra la cara anterior del PT no modifica la secreción de LH (Malpaux *et al.*, 1994). En contraste, los microimplantes colocados en el hipotálamo mediobasal (MBH) o en el tercer ventrículo (III V) estimulan la liberación de LH (Malpaux *et al.*, 1994). Lo anterior sugiere que el hipotálamo y no PT es el principal órgano blanco donde se traducen los efectos de la MEL en el eje neuroendocrino reproductivo.

En estudios posteriores, se demostró que la inserción de microimplantes de MEL en el área hipotalámica premamilar (lugar donde también se identificaron receptores para MEL), incrementó la frecuencia de secreción de pulsos de LH (Malpaux *et al.*, 1998). Dicha área se localiza en la base del cerebro y se limita dorsalmente por el fornix; se extiende 3 mm de uno a otro lado del III V, es posterior al receso infundibular y se delimita caudalmente por los cuerpos mamilares (Malpaux *et al.*, 1998). Se considera que esta área es el principal sitio de acción de la MEL donde se regula la frecuencia de los pulsos de LH durante la época reproductiva en la oveja.

Actualmente, en mamíferos, se conocen dos subtipos de receptores de alta afinidad para MEL, clasificados como MT1 y MT2 (antes conocidos como Mel1a y Mel1b, respectivamente). En la oveja se ha observado que sólo se expresa el subtipo MT1. Se sugiere que los efectos estacionales de la MEL, particularmente el control de la reproducción, son mediados por el receptor MT1 (Malpaux *et al.*, 2002).

5.2. Mecanismo de acción de la Melatonina

A pesar de que la MEL regula la liberación pulsátil de LH, no existe una acción directa de esta indolamina sobre las neuronas productoras de GnRH, lo anterior se sugiere por lo siguiente: La distribución de la mayoría de las neuronas GnRH no corresponde con los sitios de acción de la MEL, pues la mayoría de la pericaria neuronal de GnRH se localiza en el área preóptica (POA, 60%) y sólo un 15 % en el hipotálamo mediobasal (HMB); algunas se proyectan a la eminencia media, en colindancia con la irrigación portal. Por otro lado, el tiempo que transcurre entre el inicio de un tratamiento de MEL y la respuesta en términos de secreción de GnRH/LH sugieren una regulación compleja. Por último, y muy importante es el hecho que varios neurotransmisores han sido implicados en dicha regulación (Malpaux *et al.*, 1996).

Se ha sugerido que el sistema dopaminérgico interviene en la regulación de la secreción de LH causado por la MEL. El mayor efecto de esta indolamina es la modulación de retroalimentación negativa del estradiol en la secreción de GnRH. La exposición a días cortos estimulatorios resulta en la disminución de la actividad dopaminérgica en la eminencia media, lo cual se ve reflejado en la reducción del contenido de dopamina y en la actividad de la tirosina hidroxilasa (TH). La estimulación de la secreción de LH a causa de un implante de MEL causa una reducción paralela en la actividad de la TH. Esto genera una fuerte evidencia de que el efecto del fotoperiodo en la actividad de la TH es mediado por la MEL (Malpaux *et al.*, 1999). La inhibición de la actividad de la TH en la eminencia media como una consecuencia de los días

cortos o por el tratamiento con un implante de MEL se expresa cuando la inhibición de la secreción de prolactina es máxima, lo cual sugiere que los cambios inducidos por el fotoperiodo en la actividad de la TH son independientes de la regulación de secreción de prolactina (Malpaux *et al.*, 1999).

También se conoce la participación de la serotonina y los aminoácidos excitatorios como mediadores de la acción de la MEL en las neuronas productoras de GnRH, sin embargo, los sitios y mecanismo de acción de estos neurotransmisores durante la época reproductiva de la oveja no han sido establecidos claramente.

6. Fotorrefractoriedad en la oveja

El fenómeno de la fotorrefractoriedad se define como una condición, en la cual, la mayoría de las especies estacionales, no son capaces de responder a la cantidad de luz que, en su tiempo, fue una señal estimulatória para iniciar y/o finalizar la época reproductiva (Robinson y Karsch, 1984).

Este fenómeno explica la asimetría de los ciclos reproductivos y el fotoperiodo (Robinson y Karsch, 1984) y el desarrollo de este estado es necesario para el control del ciclo reproductivo anual, siendo una expresión de ritmo endógeno en la reproducción.

6.1. Transición a la época reproductiva

La época reproductiva en las ovejas de razas con marcada estacionalidad, inicia porque existe una pérdida de respuesta al fotoperiodo inhibitorio (refractoriedad días largos) y no por la disminución de las horas luz que ocurre después del solsticio de verano (Robinson *et al.*, 1985; Worthy *et al.*, 1985).

6.2. Transición a la época anestro

El cese de la época reproductiva se debe a la incapacidad de la oveja de responder al fotoperiodo inductivo (refractarias a días cortos) y no por el aumento de la cantidad de horas luz después del solsticio de invierno (Robinson y Karsch 1984; Worthy *et al.*, 1985).

Karsch (1984) mencionó que en ovejas Suffolk (ovejas altamente estacionales), la época reproductiva inicia a finales del verano cuando la duración promedio de la luz del día disminuye a 14 horas luz (hL), y la transición al anestro se presenta a finales del invierno, cuando el fotoperiodo aumenta a 11.5 hL. Es decir la época reproductiva inicia cuando la duración de los días es relativamente larga y termina cuando esta duración es corta.

6.3. Regulación neuroendocrina de la fotorrefractoriedad

El mecanismo por el cual el fenómeno de la fotorrefractoriedad se desarrolla aún no se ha identificado plenamente. Sin embargo, Robinson *et al.* (1985) mencionaron que el mecanismo de la presentación de la fotorrefractoriedad es marcado por la señal de la MEL en el proceso postpineal, hipótesis similar a la sugerida en el hámster dorado (Bittman, 1978, Reiter *et al.*, 1979). Por su parte Karsch *et al.* (1986) propusieron que la refractoriedad es atribuible a una deficiencia en el proceso postpineal del mensaje fotoperiódico, debido a la pérdida de la capacidad de respuesta a la MEL, lo cual ocasiona un cese en la actividad reproductiva en condiciones naturales, sin que se presente un cambio en el patrón circadiano de secreción de MEL. Así mismo, se establece que el fenómeno de fotorrefractoriedad es el que determina el inicio o término de la temporada reproductiva (Robinson y Karsch, 1984).

Las investigaciones desarrolladas por Robinson y cols. (1985) dan un fuerte soporte a las conclusiones de que las ovejas Suffolk normalmente

inician la época reproductiva porque se vuelven insensibles a las acciones inhibitorias de los días largos.

El periodo de anestro termina cuando el estímulo inhibitorio de los estrógenos ya no es suficientemente fuerte para inhibir la secreción pulsátil de LH. Este cambio en la sensibilidad hipotalámica a la retroalimentación negativa de los estrógenos se sincroniza en cada individuo, ya que perciben los cambios en la señal luminosa a través de la duración de secreción diaria de MEL, durante la fase obscura (Wayne *et al.*, 1988).

La reducción en la sensibilidad del hipotálamo a los estrógenos, puede ocurrir de manera espontánea y es el resultado del fenómeno de la fotorrefractoriedad, dado que la exposición a días largos ya no es capaz de mantener esta alta sensibilidad para la inhibición de la secreción pulsátil de LH (Woodfill *et al.*, 1991).

La finalización de la temporada reproductiva es causada por el aumento en la sensibilidad hipotalámica a los estrógenos, lo cual genera una retroalimentación negativa e inhibe la frecuencia de pulsos de LH. Este mecanismo es causado por el desarrollo de la refractoriedad a los días cortos y por la reducción en la duración de secreción nocturna de MEL (Malpaux *et al.*, 1988).

Se ha demostrado que el sistema dopaminérgico tiene un papel muy importante en la inhibición de la secreción pulsátil de LH durante el fenómeno de fotorrefractoriedad (Kao *et al.*, 1992). En un estudio realizado con un grupo de ovejas OVX e intactas, a las cuales se les administró pimozide, un antagonista dopaminérgico, durante el anestro estacional, se observó un incremento en la frecuencia de pulsos de LH (Kao *et al.*, 1992).

Por otro lado, las hormonas tiroideas están involucradas en la presentación de la refractoriedad, un incremento en su secreción, inicia la transición de la época de reproducción a la época de anestro y las bajas concentraciones de la hormona intervienen en la presentación de la fotorrefractoriedad (Follet *et al.*, 1992; Dahl *et al.*, 1995).

6.4. Tiempo de desarrollo de la fotorrefractoriedad

El desarrollo y manifestación de la fotorrefractoriedad en condiciones naturales requiere aproximadamente de 30 a 32 semanas (8 meses), indicando con esto, que la respuesta al fenómeno es paulatina. En condiciones de fotoperiodo artificial, en tratamientos con cambios drásticos de luz, (16 hL: 8 hO y 8 hL: 16 hO), la respuesta a dicho fenómeno se puede presentar a las 18 semanas; es decir, la expresión es más rápida (Malpaux *et al.*, 1988; Nicholls *et al.*, 1989).

En la oveja Suffolk, el cambio de fotoperiodo de días largos a días cortos es seguido por el inicio de la actividad ovulatoria después de 40 a 50 días (Karsch *et al.*, 1984), y el cambio de cortos a largos, es seguido por una inhibición de la actividad reproductiva después de los 20 a 30 días (Thimothier *et al.*, 1985).

En estudios en los cuales, las hembras han sido expuestas a tratamientos de fotoperiodos constantes, estas, van a manifestar el fenómeno de fotorrefractoriedad. La respuesta refractoria al fotoperiodo constante corto tarda en presentarse alrededor de 120 a 150 días, y al ser expuestas a un fotoperiodo largo constante, estas reanudan su actividad después de 6 meses (Thimothier *et al.*, 1985).

7. Fotorrefractoriedad en la Oveja Pelibuey

El fenómeno de fotorrefractoriedad, ha sido poco estudiado en ovinos de estacionalidad poco marcada, como lo es la oveja Pelibuey.

Con los estudios de Porras (1999) y Cerna *et al.*, (2000) se demostró que existía un efecto directo del fotoperiodo en el control de la actividad reproductiva de la oveja Pelibuey, sentando precedentes para poder establecer la posible presentación de este fenómeno en estas ovejas.

7.1. Fotorrefractoriedad a días largos

El inicio de la actividad ovulatoria en las ovejas Pelibuey, en condiciones de fotoperiodo natural, ocurre antes del solsticio de verano, indicando probablemente que esto se debiera a la refractoriedad a días largos, mas que la exposición a días cortos.

En condiciones naturales la oveja Pelibuey, puede presentar una refractoriedad a los días largos después del quinto o sexto mes de estar expuestas al fotoperiodo inhibitorio (días largos; Porras, 1999; Cerna *et al.*, 2000).

7.2. Fotorrefractoriedad a días cortos

Al mantener a un grupo de ovejas Pelibuey expuestas a un fotoperiodo artificial de días cortos (8hL/3 meses) y posteriormente someterlas a un fotoperiodo de días largos (16 hL/3 meses), el tiempo de cese de su actividad reproductiva fue de 90 días, cantidad de días mayor en comparación de los 40 días, cuando estas mismas ovejas estuvieron expuestas a un fotoperiodo natural decreciente (junio a diciembre) o a un periodo de 6 meses de fotoperiodo artificial corto (Porras, 1999). Estos resultados indican que el estado refractario a días cortos se manifiesta, alrededor de 6 meses.

En ovejas Pelibuey intactas, sometidas a tratamientos de luz constantes cortos (11 hL) sugieren que podría existir un estado de fotorrefractoriedad a días cortos, en relación con los tratamientos de luz constante largo. No se determinó si existe un estado fotorrefractario a días largos (Hernández, 2000).

8. Efecto macho

El efecto macho, es un estímulo de orden social, que se emplea para iniciar la actividad reproductiva tanto en ovejas como en cabras. En ambas especies, la introducción repentina del macho provoca la ovulación, debido a que se induce un rápido incremento en la frecuencia de pulsos de LH, ocurriendo un pico preovulatorio que resulta en la ovulación dentro de los dos o tres primeros días post introducción del macho (Martin *et al.*, 1986).

8.1. Respuesta al efecto macho

Para poder estimular a las hembras sin actividad reproductiva, se requiere un periodo de aislamiento previo, el cual es indispensable y se debe considerar tanto en su duración como en su calidad. En el ganado ovino dicho periodo es de al menos dos semanas. El aislamiento consiste en que no deberá existir ningún tipo, ni grado de contacto entre los dos sexos; la hembra no deberá percibir la presencia del macho. En el aislamiento se deberá asegurar eliminar la comunicación auditiva, táctil, visual y olfativa (Amoah *et al.*, 1984; Martin *et al.*, 1986). Se ha observado que las hembras que permanecen en contacto continuo con el macho exhiben un patrón reproductivo estacional similar al de los animales que se mantienen aislados de los machos (Martin *et al.*, 1986).

La respuesta hormonal, causada por la introducción repentina del macho, consiste en un incremento rápido y dramático en la frecuencia de los pulsos de LH. El aumento en la secreción de esta hormona estimula el desarrollo folicular y provoca el pico preovulatorio de LH, el cual induce la ovulación (Martin *et al.*, 1980; 1986). El tiempo desde la introducción del macho hasta el primer incremento de LH es corto, de 2 a 4 minutos (McNatty *et al.*, 1981).

Ante el estímulo del macho, en la oveja se ha observado que existe una alta frecuencia de secreción pulsátil de LH y una amplitud reducida, a que se mantienen por lo menos durante 12 horas (Fabre-Nys *et al.*, 1984; Martin *et al.*, 1980). Así mismo, se ha observado que el pico preovulatorio de LH ocurre con mayor frecuencia en la noche (Fabre-Nys *et al.*, 1984).

En ovejas sin actividad reproductiva, la exposición al macho, induce pulsos rápidos de LH, los cuales se presentan de manera rápida y provocan la ovulación dentro de las primeras 48 horas (Oldham *et al.*, 1978a; Oldham y Pearce., 1983; Poindron *et al.*, 1980). Se menciona generalmente que, en el 50% de las hembras que responden al estímulo, no se forma el cuerpo lúteo de vida normal y sucede un ciclo corto, que resulta en una nueva ovulación 6 días después, sin manifestar una conducta estral. Esto se debe a que para manifestar celo, las ovejas requieren de una previa exposición a progesterona. Posteriormente, se forma un cuerpo lúteo, el cual ya tiene una duración normal y 17 días después se continua con un estro manifiesto y ovulación de duración típica (Oldham *et al.*, 1978 a y b, Pearce *et al.*, 1985; Martin *et al.*, 1986).

La ovulación es similar entre hembras adultas y jóvenes o primerizas, teniendo estas últimas una mayor tendencia a presentar ovulaciones silenciosas (Murtagh *et al.*, 1984; Oldham *et al.*, 1985).

8.2. Factores que modifican la respuesta

Los factores de respuesta al efecto macho, se pueden clasificar en dos categorías (Álvarez y Zarco, 2001). El primero en la relación intensidad-duración del estímulo y el segundo en la profundidad del anestro.

1. Intensidad-duración del estímulo. La intensidad del estímulo es lo que modifica la proporción de hembras que entrarán en actividad, considerando que el estímulo será de mayor intensidad cuando existe un alto grado de contacto entre los dos sexos (Shelton, 1980). Pearce y Oldham (1988), mencionaron que el contacto físico total logra una mayor estimulación en las

ovejas, en comparación al estímulo producido por la percepción de señales olfativas, visuales o auditivas.

La proporción de machos en el hato también altera la intensidad del estímulo. Una proporción mayor de machos incrementa la cantidad de interacciones directas que pudieran existir entre los dos sexos (Chemineau, 1987).

La duración de la presencia del macho en el hato también influye en la intensidad del efecto. Si el macho es retirado unas horas después de haber sido introducido con las hembras, la ovulación se bloquea (Oldham y Pearce, 1983; Signoret *et al.*, 1981), lo cual indica que la presencia del macho tiene que ser continua para desencadenar el pico preovulatorio de LH. Así mismo si el macho es retirado antes de que la ovulación ocurra, la frecuencia pulsátil de LH se reduce y los perfiles gonadotrópicos vuelven a ser como los descritos en el anestro estacional (Cohen-Tannoudji y Signoret, 1987).

2. La etapa del anestro en la cual las hembras se encuentran tiene una relación con la eficiencia del efecto macho (Álvarez y Zarco, 2001). Si la introducción del macho se realiza durante la época de anestro profundo, se observa que la primera ovulación se retrasa en comparación a la que presentan las hembras que se encuentran en un anestro superficial (Chemineau, 1983). Así mismo, la profundidad del anestro modificará la frecuencia de aparición de la conducta de estro asociada con la primera ovulación. O sea que mientras más profundo es el anestro, menor será la manifestación de conductas estrales y mayor la presentación de ciclos cortos (Chemineau, 1983; 1985).

Así mismo, la eficiencia del efecto macho dependerá de la etapa del anestro en la cual se encuentra la hembra. No solo la capacidad de respuesta de la hembra a la presencia del macho es importante para que se de el efecto, la condición reproductiva de éste es necesaria para la eficiencia del estímulo. Se ha observado que la falta de respuesta al efecto macho en el anestro es

consecuencia de la inactividad sexual del macho y no de la incapacidad de la hembra a responder al estímulo (Flores *et al.*, 2000).

III. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

3.1. JUSTIFICACIÓN

Dadas las condiciones actuales del sector ovino en México y con base en la información referente a las características reproductivas de la oveja Pelibuey, resulta importante identificar plenamente a aquellas que tengan la capacidad de mostrar ciclicidad estral continua durante el año; lo cual permitirá iniciar programas de selección para obtener animales con esta característica, y así poder ofrecer una producción de corderos durante todo el año y mejorar la rentabilidad y eficiencia de los sistemas de producción ovina a nivel nacional.

3.2. HIPÓTESIS

Las ovejas Pelibuey seleccionadas por su capacidad para ciclar de manera continua, no inhiben su actividad ovulatoria al ser expuestas a un régimen de luz de días largos (16hL/8hO).

3.3. OBJETIVOS

3.3.1. Objetivo general

Determinar los efectos del fotoperiodo artificial (16hL/8hO) en la actividad ovulatoria en ovejas Pelibuey seleccionadas para ciclar de manera continua.

3.3.2. Objetivo específico

Comparar la respuesta al fotoperiodo artificial (16 hL/8hO) de las ovejas Pelibuey seleccionadas para ciclar de manera continua en comparación a las ovejas estacionales.

IV. MATERIAL Y METODOS.

4.1. Localización.

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Enseñanza, Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en el Km 29 de la carretera federal México-Cuernavaca, México, Distrito Federal. Geográficamente se encuentra ubicado a 19°13' latitud Norte y 8' longitud Oeste, con una altitud de 2800 metros sobre el nivel del mar.

Las características climáticas de la región son C(w)b(ij), correspondiente al tipo semifrío-semihúmedo con lluvias en el verano con una temperatura promedio anual de 10°C, con precipitación anual promedio de 1200 mm (García, 1988).

4.2. Animales y Manejo.

Se utilizaron 30 ovejas Pelibuey adultas, con un peso vivo promedio de 45.9 ± 6.78 kilogramos al inicio de estudio. La alimentación proporcionada a las ovejas en los corrales de encierro y cámaras de luz, consistió en paja de avena a voluntad, ensilado de maíz (1 kg/anim/día) y alimento concentrado de marca comercial con un 14% de proteína (0.250 kg/anim/día), agua y sales minerales *ad libitum*. Cubriendo con esto las necesidades nutricionales de mantenimiento de las ovejas.

4.3. Grupos experimentales

ANTECEDENTES DE LAS OVEJAS

Las ovejas empleadas en este estudio fueron seleccionadas y clasificadas con base en los registros de dos estudios anteriores al presente trabajo.

Primeramente, la clasificación, de oveja continua (OC) y oveja estacional (OE) se determinó al llevar a cabo una selección de los animales, basándose en los registros de nacimiento de las ovejas. Las ovejas clasificadas como OC fueron aquellas hembras concebidas fuera de la temporada reproductiva, ya que se consideró que las madres mostraron actividad ovulatoria en plena época de anestro (febrero a junio). Las ovejas consideradas como OE se seleccionaron cuando la fecha de nacimiento en los registros, correspondió a los meses de la primavera (marzo a junio), indicando con esto que sus madres habían tenido actividad ovulatoria dentro de la época reproductiva (Valencia *et al.*, 2001)

Una vez establecida esta clasificación, las hembras se sometieron a dos protocolos, con el fin de monitorear su actividad reproductiva y corroborar la clasificación de OC y OE. El primer experimento consistió en someter a los dos grupos a la detección diaria de estros, utilizando para esto 2 machos Pelibuey celadores. La detección de estros se realizó durante los meses de diciembre a mayo, con el fin de observar toda la época de anestro.

El macho celador, provisto de un mandil, se introdujo con las ovejas durante 15 minutos al día, considerando actividad estral cuando el macho montó a la oveja y esta permitió ser montada. La oveja detectada en celo, era retirada del corral para que el macho continuara con la actividad de detección de celos. Para evitar un acostumbamiento por parte de las hembras al macho éste era reemplazado cada dos semanas. (Valencia *et al.*, 2001).

Los resultados de este experimento mostraron que en el grupo de las OC (n=15) se observó que sólo 2 hembras mostraron periodos de inactividad estral, una de las ovejas tuvo un periodo de anestro de 51 días entre diciembre y enero, y otra de 34 días entre febrero y marzo. Las demás ovejas presentaron estros regulares durante todo el periodo de observación (Figura 2).

	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
2192						
C-1						
A-9						
2089						
73						
74						
1691						
922	—	51	—			
2000	—			34	—	
A-5	NI	—				
A-2	NI	—				
75	NI	—				
1477	NI	—				
1902	NI	—				
2115	NI	—				

Figura 2 Presentación de actividad estral en ovejas Pelibuey seleccionadas para ciclar de manera continua. Las barras indican la manifestación de estros utilizando macho celador. Los números indican los días de inactividad sexual.
NI.- No información

Modificado de Valencia *et al.*, 2001

Lo anterior contrasta con la presentación de estros de OE (n=10), donde se observaron varios periodos de inactividad estral que van de 31 a 85 días en 8 hembras. Estos periodos se distribuyen de manera variable durante los meses de observación (Figura 3).

	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
924						
925						
929						
930						
1953						
902	—	31	—			
903		85		—	34	—
2053		—	36	—		
8120	—	37	—	69		—
8121						
909	—			35	—	
901	—			44	—	
910	—	35	—	63	—	49
913	—				52	—
917						

Figura 3 Presentación de actividad estral en ovejas Pelibuey estacionales. Las barras indican la manifestación de estros utilizando macho celador. Los números indican los días de inactividad sexual (Las cinco primeras ovejas no participaron en este estudio)

Modificado de Valencia *et al.*, 2001

Se observaron diferencias ($P < 0.05$) en la presentación de estros entre las OC y OE durante los meses de enero, marzo y abril, con 93, 93 y 100% para las OC, en comparación con un 60, 60 y 60% en las OE respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1 Porcentaje y número de ovejas Pelibuey con patrones reproductivos estacional y continuo mostrando estros. Periodo Diciembre a Mayo del 2000¹.

Mes	OC (n)	Nº. de ovejas estro	% de OC mostrando estrc	OE (n)	Nº. de Ovejas estro	% de OE mostrando estro
Diciembre	15	8	60 ^a	10	8	80 ^a
Enero	15	14	93 ^a	10	6	60 ^b
Febrero	15	14	93 ^a	10	8	80 ^a
Marzo	15	14	93 ^a	10	6	60 ^b
Abril	15	15	100 ^a	10	6	60 ^b
Mayo	15	15	100 ^a	10	10	100 ^a

¹ La detección de estros se realizó diariamente con machos ovinos adultos provistos con mandil. a,b. Filas con distinta literal indican diferencia estadística ($P < 0.05$).

Adaptado de Valencia *et al.*, 2003

Estos resultados sugirieron que la exposición diaria de las hembras a la presencia del macho, pudo haber influenciado el comportamiento estral, siendo las OC las más sensibles a la presencia del macho (Valencia y Porras, 2003). Sin embargo, en otros estudios se ha detectado actividad estral con machos diariamente, sin que se lograra evitar el anestro (Valencia *et al.*, 1981; Heredia *et al.*, 1991b). Este estímulo sería diferente al "efecto macho" debido a que no se llevaron a cabo las condiciones establecidas (Pearce y Oldhan, 1984) para la presentación de dicho efecto

El segundo estudio consistió en observar la actividad ovulatoria de las ovejas por medio de la determinación de los niveles de progesterona (P_4) aislando a las hembras de los machos (Valencia *et al.*, 2003). Dos veces por semana se tomaron muestras sanguíneas. Se consideró que existía actividad ovulatoria cuando en al menos dos muestras consecutivas se encontraron concentraciones plasmáticas de P_4 mayores a 1 ng ml^{-1} . La fase de anestro se determinó cuando en al menos 7 muestreos consecutivos (20 días) las concentraciones de P_4 eran menores a 1 ng ml^{-1} (Rodríguez *et al.*, 1992).

Los resultados de la actividad ovulatoria mostraron que las ovejas OC (n=15) presentaron un corto periodo de anestro principalmente entre los meses de abril y mayo. La duración promedio de días en anestro para dichas ovejas fue de 45.7 ± 18.2 (Figura 4).

	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
2192						24
C-1						
A-9					42	
2089					48	
73					35	
74						
1691					24	
922					60	
2000						
A-5					35	
A-2						33
75						
1477					58	
1902					61	
2115					83	

Figura 4 Actividad ovulatoria en ovejas Pelibuey seleccionadas para ciclar de manera continua. Las barras indican presencia de actividad ovulatoria determinada por medio de P₄. Los números indican los días de anestro.

Modificado de Valencia *et al.*, 2003.

Las OE (n=15) presentaron el periodo de anestro entre los meses de febrero a mayo, con una duración promedio de 82 ± 24.5 (Figura 5).

	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
924					85	
925					131	
929					64	
930					64	
1953					102	
902					62	
903					62	
2053					112	
8120					42	
8121					68	
909					81	
901					81	
910					81	
913					75	
917					120	

Figura 5 Actividad ovulatoria en ovejas Pelibuey estacionales. Las barras indican presencia de actividad ovulatoria determinada por medio de P₄. Los números indican los días de anestro.

Modificado de Valencia *et al.*, 2003.

Existiendo una diferencia entre los días de anestro para OC y OE ($P < 0.05$).

Con relación a la proporción de ovejas OC y OE con actividad ovulatoria existió diferencia ($P < 0.05$) en los meses de febrero, marzo, abril y mayo, con valores de 100, 86.6, 40 y 53.3 % para OC, en comparación con un 78.5, 50, 0 y 0% respectivamente de las OE (Cuadro 2).

Cuadro 2 Porcentaje y número de ovejas Pelibuey con patrones reproductivos estacional y continuo mostrando actividad ovulatoria cíclica. Periodo diciembre a mayo 2001¹

Mes	OC (n)	Nº. de ovejas actividad ovárica	% de OC con actividad ovulatoria	OE (n)	Nº. de ovejas actividad ovárica	% OE con actividad ovulatoria
Diciembre	15	15	100 ^a	14	13	92.8 ^a
Enero	15	15	100 ^a	14	14	100 ^a
Febrero	15	15	100 ^a	14	11	78.5 ^b
Marzo	15	13	86.6 ^a	14	7	50 ^b
Abril	15	6	40 ^a	14	0	0 ^b
Mayo	15	9	60 ^a	14	0	0 ^b

¹ La actividad estral de las hembras se determinó por medio de la concentración de P₄ en suero (RIA).
a,b. Valores con distinta literal por renglón indican diferencia estadística ($P < 0.05$).

Modificado de Valencia *et al.*, 2003

Con estos resultados se pudo confirmar que existen ovejas que son capaces de ciclar todo el año; sin embargo, también se demostró que aunque en ciertos animales existen periodos de inactividad sexual, este se puede considerar un anestro poco profundo o un periodo de inactividad sexual y no como anestro propiamente dicho (Valencia y Porras, 2003).

Con estos dos experimentos, en donde se evaluó la capacidad de la oveja pelibuey para expresar actividad reproductiva durante las épocas de días largos bajo el fotoperiodo natural (19°13' latitud Norte), permitieron identificar de manera precisa a los animales OC y OE (Valencia *et al.*, 2003).

Sin embargo, se consideró de importancia establecer si las ovejas Pelibuey, específicamente las seleccionadas OC, eran capaces de mantener su actividad reproductiva a pesar de ser expuestas a un fotoperiodo de días largos correspondientes a latitudes de 35° latitud norte / sur. Por lo tanto se emplearon dos grupos experimentales, grupo 1 (n=15) conformado por OC y grupo 2 (n=15) formado por OE.

4.3. Tratamientos

El tratamiento se dividió en dos fases, la primera consistió en someter a los dos grupos seleccionados a un tratamiento de fotoperiodo artificial de 16 horas luz (16 hL) y 8 horas oscuridad (8 hO), tratamiento que previamente ha demostrado que es capaz de inhibir la actividad reproductiva de las ovejas (Legan y Karsch, 1980). La duración del tratamiento de luz fue de 92 días, comprendido del 21 de diciembre de 2001 al 21 de marzo de 2002.

La segunda etapa consistió en la exposición a la luz natural correspondiente a la primavera con una duración de 54 días. Los meses que abarco esta etapa fue de marzo a mayo de 2002

El tratamiento de luz artificial fue administrado por medio de la utilización de 2 cámaras de luz artificial, las cuales fueron diseñadas utilizando 2 cuartos oscuros, acondicionados para no permitir la entrada de luz natural. La iluminación dentro de las cámaras fue brindada por lámparas de luz fluorescente (luz de día) con una intensidad de 350 lux a nivel de los ojos de la oveja (Legan y Karsch, 1980). El horario de administración de las horas luz fue controlado por un sistema de interruptores automáticos, los cuales controlaban el tiempo de encendido (6:00 h) y apagado (22:00 h) de las lámparas. Así mismo, las cámaras contaron con un sistema de ventilación el cual era controlado por los mismos interruptores para su encendido y apagado. Dentro de las cámaras

los animales contaban con comederos y bebederos para completar su alimentación.

Las ovejas salían diariamente de las cámaras a las 8:30 h y se mantenían en corrales de encierro a la intemperie, donde permanecían hasta las 16:00 h, momento en el cual retornaban a las cámaras de luz para continuar con el tratamiento de luz restante.

Las hembras se encontraban aisladas de los machos durante la realización de este estudio.

4.4. Toma de muestras y análisis de laboratorio

Durante toda la duración del tratamiento de luz artificial y de la exposición a la luz natural correspondiente a la primavera, dos veces por semana en días preestablecidos, se tomaron muestras sanguíneas por medio de punción yugular usando tubos de colección con heparina. Durante la primera hora después de la colección las muestras fueron centrifugadas a 3,500 rpm/10 minutos para la separación del plasma, y una vez separado, se mantuvo a -20° C hasta su análisis en el laboratorio.

La determinación de progesterona en el plasma sanguíneo se realizó mediante la técnica de radioinmunoensayo en fase sólida (Srikandakumar *et al.*, 1986; Pulido *et al.*, 1991), empleando un kit comercial (Coat-A-Count DPC).

Los coeficientes de variación intra e interensayo, fueron de 1.9 y 2.56% respectivamente.

Se consideró como actividad ovulatoria cuando se encontraron concentraciones en al menos dos determinaciones consecutivas de progesterona mayores a 1 ng ml^{-1} . La fase de anestro se determinó cuando por mas de 7 muestreos consecutivos (20 días) los niveles de hormona encontrados fueran menores a 1 ng ml^{-1} (Rodríguez *et al.*, 1992).

* Interruptores de la marca TORK Inc., mod. 8001. Interruptor horario 24 horas

4.5. Análisis estadístico

Para el análisis de los efectos de la exposición a los días largos artificiales sobre la inhibición de la actividad ovulatoria en los dos grupos, se realizó la prueba Chi-cuadrada (X^2), en donde el cuadro de contingencia se estableció considerando la presentación de anestro (refractariedad) al tratamiento de luz artificial. La prueba se realizó empleando el programa estadístico JMP® Versión 3* (Sall y Lehman, 1996).

Así mismo, los días que tardaron en iniciar el anestro las ovejas durante la aplicación del tratamiento de luz fue analizado por medio de una comparación de medias ("t" Student; Steel y Torrie, 1997).

* JMP marca registrada de SAS Institute.

De las OE, sólo 1 (6.6%) reinició su actividad reproductiva a mediados del mes de abril, con un periodo de inactividad de 42 días (Cuadro 4 y Figura 7).

Cuadro 4 Porcentaje y número de ovejas Pelibuey con patrones reproductivos estacional y continuo mostrando actividad ovulatoria cíclica durante el tratamiento de fotoperiodo artificial

Mes	OC (n)	N°. de OC con actividad ovulatoria	% de OC actividad ovulatoria	OE (n)	N°. de OE con actividad ovulatoria	% de OE actividad ovulatoria
Diciembre	15	15	100 ^a	15	15	100 ^a
Enero	15	15	100 ^a	15	15	100 ^a
Febrero	15	15	100 ^a	15	15	100 ^a
Marzo	15	6	40 ^a	15	6	40 ^a
Abril	15	0	0 ^a	15	0	0 ^a
Mayo	15	2	13.3 ^a	15	1	6.6 ^b

¹ La actividad estral de las hembras se determinó por medio de la concentración de P₄ en suero (RIA).
a,b. Valores con distinta literal por renglón indican diferencia (P<0.05).

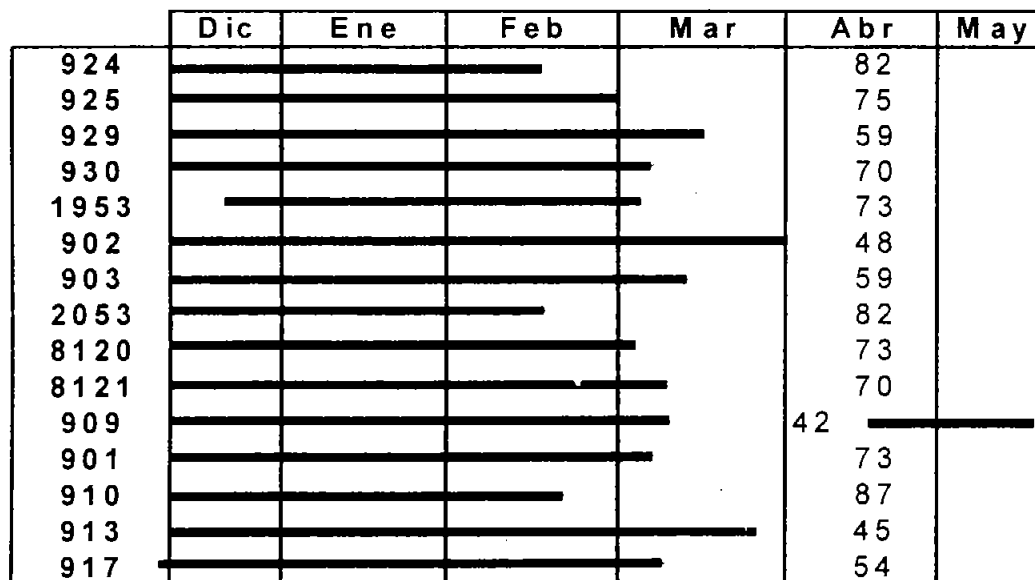


Figura 7 Actividad ovulatoria en ovejas Pelibuey estacionales bajo el tratamiento de luz artificial (zona sombreada). Las barras indican actividad ovulatoria. Los números indican los días de inactividad sexual.

VI. DISCUSIÓN

La característica de presentar actividad ovulatoria continua se ha observado en algunas ovejas de origen ecuatorial y puede ser explicada por dos hipótesis, una que sugiere que las ovejas son insensibles al fotoperiodo existente en esas zonas (Lindsay., 1991; Chemineau *et al.*, 2004) y la otra que sugiere que el cambio en la amplitud del fotoperiodo es tan corto, que les permite presentar esta característica (Chemineau *et al.*, 2004). Las ovejas originarias de latitudes altas (35° N ó S) detectan el cambio en la dirección del fotoperiodo (fotosensibilidad) para detener su actividad sexual (Lindsay *et al.*, 1984). Sin embargo, bajo condiciones de fotoperiodo natural de la latitud de 19° 13' N, en donde existe una diferencia en el fotoperiodo de 2 horas 17 minutos, las ovejas seleccionadas como continuas, aparentemente no son sensibles a este cambio en la dirección del fotoperiodo y por lo tanto pueden tener la capacidad fisiológica de continuar con su actividad reproductiva durante todo el año, como se ha reportado en otros estudios (Valencia *et al.*, 1975; Cruz *et al.*, 1994; Valencia *et al.*, 2001; Valencia *et al.*, 2002).

Aunque se considera que la fotosensibilidad, que es la detección del cambio en la dirección del fotoperiodo, es una capacidad adquirida de las ovejas originarias de latitudes altas (35° N o S) para detener su actividad estral, esta característica está pobremente desarrollada en ovejas originarias y que habitan en los trópicos (Lindsay *et al.*, 1984; Lindsay, 1991). Sin embargo, en este estudio se observó que cuando el cambio de la dirección del fotoperiodo se intensifica, colocando a las ovejas Pelibuey, originarias de latitudes tropicales, en un tratamiento de luz artificial de 16 hL : 8 hO, éstas son capaces de detectar esa señal y activan el mecanismo neuroendocrino que controla el anestro (Karsch *et al.*, 1984; Gallegos-Sánchez *et al.*, 1999), independientemente de su clasificación por su actividad ovulatoria (continua o estacional), es decir desarrollan la fotosensibilidad.

Con relación al tiempo (días) que se requiere para la manifestación del anestro a partir de la exposición a los días artificiales largos, en este estudio fue de 77.53 ± 11.8 días para las ovejas continuas y de 73.33 ± 13.6 días para las ovejas estacionales, siendo ligeramente superiores a los resultados reportados por

Hernández (2000), en el cual se sometieron a ovejas Pelibuey a tratamientos de luz artificial constante larga y donde el tiempo requerido para el cese de la actividad reproductiva fue de 55.33 ± 14.3 días para ovejas que se mantuvieron en un fotoperiodo inverso y de 20.66 ± 5.6 días en ovejas que se sometieron al tratamiento de luz constante largo correspondiente al solsticio de verano. Sin embargo, en este último grupo, la actividad de las ovejas fue muy irregular, encontrándose ovejas que no manifestaron el anestro durante el tratamiento. Por otro lado, Porras (1999) reportó que el tratamiento de luz larga induce el cese de la actividad reproductiva a los 65.6 ± 7.2 días, y en ovejas Pelibuey con historia previa de fotoperiodo decreciente, el cambio a luz larga artificial induce el cese a los 58.7 ± 13.8 días, datos ligeramente inferiores a los obtenidos en este estudio. Pero al comparar los resultados de estos estudios con los resultados obtenidos con ovejas de lana que son expuestas a un fotoperiodo de 90 días artificiales largos (16 hL : 8 hO) y en donde inhiben su actividad entre los 20 y 30 días posteriores a esta exposición (Karsch *et al.*, 1984; Timothier, 1989), se observa que la diferencia es mayor.

En las ovejas Suffolk, que son cambiadas de un fotoperiodo largo a uno intermedio muestran una respuesta inductiva, lo cual indica que la información fotoperiódica que es captada con anterioridad es la que determina y sincroniza la estación reproductiva (Robinson y Karsch, 1987). Si las ovejas son expuestas a un fotoperiodo de 60 días largos a partir del solsticio de invierno, cuando comienzan a ser refractarias a los días cortos, pueden responder a estos últimos, iniciando su actividad reproductiva en abril-mayo, aproximadamente a los 50 ó 60 días. (Jackson *et al.*, 1988). Esto es similar a lo observado en algunas ovejas seleccionadas como continuas (4) en este estudio, las cuales fueron expuestas a 90 días artificiales largos después del solsticio de invierno, reiniciando su actividad a los 44 ± 21 días. Hernández (2000) reporta reinicios rápidos de la actividad reproductiva; este autor menciona que la exposición a días largos inhibió la actividad en ovejas Pelibuey, pero que la duración del anestro fue muy pequeño, terminando a los 26.6 ± 3.7 días, después de haber sido trasladadas al fotoperiodo

corto o natural que se manifestaba en la zona. La autora sugiere que esto es debido a que existe una "rápida pérdida" de sensibilidad al fotoperiodo largo.

Además del fotoperiodo existen otros factores que pudiesen influir sobre la característica de actividad ovulatoria continua. Valencia *et al.*, (2003) en el primer año de su investigación, en donde se determinó la actividad ovulatoria con el macho celador, reporta que el porcentaje de ovejas continuas es mayor en comparación al segundo año, en el cual permanecieron aisladas de la presencia del macho (Valencia y Porras, 2003), por lo que pareciera que la interacción entre los dos sexos es suficiente para estimular y mantener la actividad ovulatoria.

Otro factor a considerar, es el relacionado con la nutrición. Se ha mencionado que bajos niveles de nutrición y/o una pobre condición corporal están asociados con un incremento en la sensibilidad hipotalámica al estradiol y que en ovejas en donde su estacionalidad reproductiva es reducida (ovejas mediterráneas), la duración y profundidad del anestro estacional, así como su tasa de ovulación, que en parte son determinadas por el fotoperiodo, pueden verse modulados por el efecto de la nutrición (Forcada *et al.*, 2002).

Además de lo anterior, en estudios realizados en México, se ha demostrado que las ovejas que reciben una dieta restringida presentan un anestro mayor, en comparación a aquellas que recibieron una alimentación que cubría sus necesidades (Heredia *et al.*, 1991 b). Sin embargo, las ovejas empleadas en este estudio, tuvieron alimentación constante durante todo el experimento, cubriendo sus necesidades nutricionales, por lo que se puede descartar que este factor haya influido en la presentación del anestro.

También la madurez (edad) puede influir en la actividad reproductiva de la oveja Pelibuey, pues se ha observado que las ovejas prímalas son más susceptibles a presentar anestro estacional que aquellas con uno o más partos (Valencia y Porras, 2003). En otros estudios, donde se emplearon ovejas de pelo (Pelibuey y Black belly), se encontró que en las hembras jóvenes (<2.5 años) la duración y presentación del anestro estacional era significativamente mayor en comparación con aquellas ovejas de mayor edad (Figuerola *et al.*, 1998). En el presente estudio, las ovejas continuas tenían una edad promedio de 6.5 años y las clasificadas como

VII. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Con los resultados obtenidos en este trabajo se puede concluir que la exposición de las ovejas Pelibuey a días largos (16 hL: 8 hO) por 90 días a partir del solsticio de invierno, estas son capaces de detectar el cambio en el fotoperiodo y activan el mecanismo neuroendocrino que controla el anestro estacional, independientemente de su clasificación, continuas o estacionales.

Pese a no encontrar diferencias entre los grupos de este estudio, en cuanto a su respuesta a la manifestación del anestro, si existió una diferencia en comparación a las ovejas de la misma raza empleadas en estudios donde se emplearon tratamientos de fotoperiodo artificial, en donde el tiempo de respuesta a los tratamientos de días largos fue menor sobre todo en comparación a las ovejas seleccionadas como continuas.

La mayoría de las ovejas continuas presentan anestro, sin embargo estas pueden reiniciar su actividad reproductiva antes que las clasificadas estacionales.

Bajo condiciones naturales, las ovejas Pelibuey son insensibles a la diferencia de horas luz, sin embargo, cuando se incrementa de manera artificial el cambio en la dirección del fotoperiodo, aumentando la diferencia entre la cantidad de horas luz, la mayoría de las ovejas manifiestan el anestro.

Los resultados obtenidos en este trabajo, permitirían caracterizar plenamente a las ovejas que presenten la capacidad de ciclar continuamente a lo largo del año y aquellas hembras que presentan periodos cortos de inactividad sexual, los cuales pueden ser evitados o interrumpidos con herramientas básicas, tales como la presencia del macho y un buen manejo nutricional (calidad de la dieta), con lo que se apoyaría al sector ovino al proponer programas reproductivos para obtener crías durante todo el año, y disponer de ellas para el consumo o para pie de cría.

VIII. LITERATURA CITADA

Álvarez RL, Zarco QLA. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet. Méx*; 2001;32:117-129.

Amoah EA, Bryant MJ. A note on the effect of contact with male goats on occurrence of puberty in female goat kids. *Anim Prod Sci*. 1984;38:141-144.

Arroyo LJ. Amamantamiento y su efecto en el restablecimiento de la actividad ovulatoria postparto en ovejas Pelibuey. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Especialidad de Ganadería. Montecillo, Descoco, 2do. de México. 2001.

Barrel GK, Muenster MS, Carat A. and Karsch J.F. Seasonal changes of gonadotropin-releasing hormone secretion in the ewe. *Biology of Reproduction*. 1992; 46: 1130-1135.

Bittman EL. Photoperiodic influences on testicular regression in the golden hamster: termination of scotorefractoriness. *Biol Reprod*. 1978; 18, 871-877.

Caraty A, Fabre-Nys C, Delaleu B, Locatelli A, Bruneau, Karsch FJ and Herbison A. Evidence that the mediobasal hypothalamus is the primary site of action of estradiol in inducing the preovulatory gonadotropin releasing hormone surge in the ewe. *Endocrinology*. 1998;139:1752-1760.

Castillo RH, Valencia ZM, Berruecos VJM. Comportamiento reproductivo del borrego "Tabasco" mantenido en clima tropical y subtropical. *Índices de fertilidad. Téc Pec*. 1972; 20:52-56.

Cerna C, Porras A, Valencia MJ, Perera G, Zarco L. Effect of an inverse subtropical (19°13'N) photoperiod on ovarian activity, melatonin and prolactin secretion in Pelibuey ewes. *Anim Reprod Sci*. 2000: 511-525.

Chemineau P. Effect on oestrus and ovulation of exposing Creole goats to the male at three times of year. *J Reprod and Fertil*. 1983; 67:65-72.

Chemineau P. Effects of a progestagen on buck-induced short ovarian cycles in the Creole meat goat. *Anim Reprod Sci*. 1985; 9:87-94.

Chemineau P. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrus cycles in anovulatory goats. *Livest Prod Sci* 1987; 17:135-147.

Chemineau P, Malpoux B, Thiéry JC, Vigié C, Morello H, Zarazaga L, Pelletier J. The control of seasonality: A challenge to small ruminant breeding. In:.

Reproduction and animal breeding, advances and strategy. Enne G, Greppi GP, Lauria A editors. Paris Elsevier, 1995:225-250.

Chemineau P, Daveau A, Cognié Y, Aumont G, Chesneau D. Seasonal ovulatory activity exists in tropical Creole female goats and Black Berry ewes subjected to a temperate photoperiod. *BMC Physiology* 2004; 4:12.

Cohen- Tannoudji J, Signoret JP. Effect of short exposure to the ram on later reactivity of anoestrous ewes to the male effect. *Anim Reprod Sci.* 1987; 13:263-268.

Cortés ZJ. Reinicio de la actividad ovarica postparto en ovejas Pelibuey paridas en diferentes épocas del año. Tesis de doctorado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1993.

Cruz LC, Fernández-Baca S, Escobar MFJ., Quintana F. Edad al primer parto e intervalo entre partos en ovejas Tabasco en el trópico húmedo. *Vet.Méx.* 1983; 14: 1- 5.

Cruz LC, Fernández-Baca S, Álvarez LJ, Pérez RH. Variaciones estacionales en la presentación de la ovulación, fertilización y sobrevivencia embrionaria de ovejas Tabasco en el trópico húmedo. *Vet Méx.* 1994; 25: 23-27.

Dahl GE, Evans NP, Thrun LA. Thyroxine is permissive to seasonal transitions in reproductive neuroendocrine activity in the ewe. *Biol of Reprod.* 1995; 52, 690-696.

De Lucas-Tron J. Situación de la producción ovina en México y perspectivas para el nuevo siglo. Curso Avances en nutrición ovina I, Especialidad en Producción Ovina, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Edo. de Méx. 2000.

Fabre-Nys C, Martin GB, Cognié y, Thiery JC. Onset of the preovulatory LH surge and oestrus intact ewes: night is a preferred period. *Theriogenology* 1984; 22:489-495.

Flores JA, Véliz FG, Pérez-Villanueva JA, Martínez de la Escalera G, Chemineau P, Poidron P, Malpoux B, Delgadillo JA. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol Reprod.* 2000; 62:1409-1414.

Follet BK. Hypothyroidism affects reproductive refractoriness and the seasonal oestrus period in Welsh Mountain ewes. *Journal of Endocrinology* 1990, 127, 103-109.

Figueroa SF, Heredia AM, Velásquez MPA. Efectos genéticos y ambientales sobre la estacionalidad reproductiva en ovejas de pelo bajo condiciones de trópico. Memorias de XXXIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria 1998. Pág. 24. Querétaro, México.

Forcada F, Zuñiga O, Abecia JA. The role of nutrition in regulation of LH secretion during anestrus by the serotonergic and dopaminergic systems in Mediterranean ewes treated with meatonin. *Theriogenology* 2002; 58: 1303-1313.

Gallegos-Sánchez J, Delaleu B, Caraty A, Malpoux B and Thiery JC. Estradiol acts locally within the retrochiasmatic area to inhibit pulsatile luteinizing-hormone release in the female sheep during anoestrus. *Biology of Reproduction*. 1997; 56,1544-1549.

Gallegos-Sánchez J, Hernández PP y Albarrán de la LI A. Neuroendocrinología del ciclo reproductivo de la oveja. Memorias del curso internacional en fisiología de la reproducción en rumiantes, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 1999.

García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. (Para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana) 4ª edición. Instituto de Geografía- UNAM. México 1988.

González-Reyna A, Valencia J, Foot WC and Murphy B.D. Hair sheep in México: Reproduction in the Pelibuey sheep. *Anim Breed Abstr*. 1991; 59: 509-524.

Goodman LR, Bittman LE, Foster LD and Karsch JF. Alterations in the control of luteinizing hormone pulse frequency underlie the seasonal variation in estradiol negative feedback in the ewe. *Biol Reprod*. 1982; 27: 580- 589.

Goubillon ML, Delaleu B, Tillet Y, Caraty A, Herbison AE. Localization of estrogen-receptive neurons projecting to the GnRH neuron-containing rostral preoptic area of the ewe. *Neuroendocrinology*. 1999; 70: 228-236.

Hafez ES. Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. *J.Agric. Sci. Cambridge* 1952;42:189-225.

Heredia A, Menéndez TM, Velásquez MA. Factores que influyen en la estacionalidad reproductiva en la oveja Pelibuey. Memorias Reunión Nacional de Investigación Pecuaria 1991. Cd. Victoria, Tamaulipas, Méx. UNAM-SAGARPA. 1991(b)

Hernández MX, Fotorrefractoriedad reproductiva en la Oveja Pelibuey. Tesis de Maestría. UNAM- FMVZ, México D.F.2000.

Pulido A, Zarco L, Galina C, Murcia C, Flores G, Posadas E. Progesterone metabolism during storage of blood sample for Gyr cattle. Effect of anticoagulant time and temperature of incubation. *Theriogenology* 1991;35:965-975.

Reiter RJ, Petterborg LJ, Philo RC. Refractoriness to the antigonadotrophic effects of melatonin in male hamsters and its interruption by exposure of the animals to long daily photoperiods. *Life Sci.* 1979 29;25, 1571-1576.

Robinson J and Karsch F. Refractoriness to inductive day lengths terminates the breeding season of the Suffolk ewe. *Biol of Reprod.* 1984; 31 656-663.

Robinson J and Karsch F. Photoperiodic history and changing melatonin pattern determinate the neuroendocrine response of the ewe to the daylength. *J Reprod. Fertil.* 1987; 80:159-165.

Robinson J, Wayne NL, Karsch F. Refractoriness to inhibitory day lengths initiates the breeding season of the Suffolk ewe. *Biol of Reprod.* 1985; 32, 1024-1030.

Rodriguez M, Zarco L, Cruz C. Effects of differences levels on age and weight at puberty onset in Pelibuey ewes born during the autumn. 12th International Congress on Animal reproduction. Congress proceedings. Vol 4. Free communications. Numbers. Serie. 616. 2096-2098. The Hague, The Netherlands. 1992.

SAGARPA. Estadísticas agropecuarias. 2001. México, D.F..

Sall J and Lehman A. JMP Start Statistic. A guide to statistics and data analysis using JMP and JMP INC® Software. Duxury Press. An international Thomsom Publising Comp. SAS institute Inc. USA 1996.

Sánchez Del RC y Martínez HP. Situación y perspectivas de la ovinocultura nacional. Memorias, bases de la cría ovina IV. Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinocultura. Tlaxcala, México. 1998.

Scaramuzzi RJ and Baird TD. Pulsatile release of luteinizing hormone and the secretion of ovarian steroids in sheep during anestrus. *Endocrinology.*1977; 101: 1801-1806.

Shelton M. Goats: Influence of varios exteroceptive factors on initiation of oestrus and ovulation. *Int Goat Sheep Res.* 1980;1:156-162.

Signoret JP, Fulkerson WJ, Lindsay DR. Effectiveness of testosterone-treat wethers and ewes as teasers. *Appl Anim Ethol* 1981;7:57-66.

Pulido A, Zarco L, Galina C, Murcia C, Flores G, Posadas E. Progesterone metabolism during storage of blood sample for Gyr cattle. Effect of anticoagulant time and temperature of incubation. *Theriogenology* 1991;35:965-975.

Reiter RJ, Petterborg LJ, Philo RC. Refractoriness to the antigonadotrophic effects of melatonin in male hamsters and its interruption by exposure of the animals to long daily photoperiods. *Life Sci.* 1979 29;25, 1571-1576.

Robinson J and Karsch F. Refractoriness to inductive day lengths terminates the breeding season of the Suffolk ewe. *Biol of Reprod.* 1984; 31 656-663.

Robinson J and Karsch F. Photoperiodic history and changing melatonin pattern determinate the neuroendocrine response of the ewe to the daylength. *J Reprod. Fertil.* 1987; 80:159-165.

Robinson J, Wayne NL, Karsch F. Refractoriness to inhibitory day lengths initiates the breeding season of the Suffolk ewe. *Biol of Reprod.* 1985; 32, 1024-1030.

Rodriguez M, Zarco L, Cruz C. Effects of differences levels on age and weight at puberty onset in Pelibuey ewes born during the autumn. 12th International Congress on Animal reproduction. Congress proceedings. Vol 4. Free communications. Numbers. Serie. 616. 2096-2098. The Hague, The Netherlands. 1992.

SAGARPA. Estadísticas agropecuarias. 2001. México, D.F..

Sall J and Lehman A. *JMP Start Statistic. A guide to statistics and data analysis using JMP and JMP INC® Software.* Duxury Press. An international Thomsom Publising Comp. SAS institute Inc. USA 1996.

Sánchez Del RC y Martínez HP. Situación y perspectivas de la ovinocultura nacional. Memorias, bases de la cría ovina IV. Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinocultura. Tlaxcala, México. 1998.

Scaramuzzi RJ and Baird TD. Pulsatile release of luteinizing hormone and the secretion of ovarian steroids in sheep during anestrus. *Endocrinology.*1977; 101: 1801-1806.

Shelton M. Goats: Influence of varios exeroceptive factors on initiation of oestrus and ovulation. *Int Goat Sheep Res.* 1980;1:156-162.

Signoret JP, Fulkerson WJ, Lindsay DR. Effectiveness of testosterone-treat wethers and ewes as teasers. *Appl Anim Ethol* 1981;7:57-66.

- Srikandakumar A, Ingraham RH, Ellsworth, Arachabald LF; Liao A, Godke RA; Comparison of a solid phase, no- extraction for progesterone with and extraction assay for monitoring luteal function in the mare, bitch and cow. *Theriogenology*, 1986; 26:779-793.
- Stell RGD, Torrie HJ and Dickey AD. Principles and procedures of statistics a biometrical approach. 3th edition. McGraw-Hill Comp. USA. 1997.
- Thiéry JC, Chemineau P, Hernández X, Migaud M, Malpoux B. Neuroendocrine interaction and seasonality. *Domes. Anm. Endocrinology* .2002; 23: 87-100.
- Thimothier J, Brieu V, Ortavant R, Pelletier J. Daylength measurement in sheep. *Biology of reproduction*, 1985;32: Suppl 1 Abst 36.
- Thimothier J Contrôle photopériodique de l'activité ovulatoire chez la brebis. Existence de rythmes endogènes. Thèses 1989.
- Valencia J., Porras A., Mejía O., Berruecos JM., Zarco L. Estacionalidad reproductiva de ovejas Pelibuey (madres e hijas) seleccionadas para ciclar de manera continua. XXV Congreso Nacional de Buiatría. Veracruz, Ver., 16-18 Agosto. Asoc. Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC.,2001.
- Valencia MJ, Porras A, Trujillo MJ, Berruecos JM y Zarco L. Actividad ovulatoria de ovejas Pelibuey seleccionadas o no para ciclar en forma continua. Memorias XXVII Congreso Nacional de Buiatría. 2003 Villahermosa, Tabasco, Méx., 12-14 junio 2003. Asoc. Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC., Pág. 265..
- Valencia MJ. y Porras AAI. Respuesta al fotoperiodo artificial y capacidad para ciclar en forma continua de la oveja Pelibuey. Memorias del Curso Internacional Fisiología de la Reproducción en Rumiantes. Colegio de Postgraduados, Montecillos, Texcoco, Edo. de Méx. 2003.
- Valencia ZM, Castillo RH, Berruecos VJ. Reproducción y manejo del borrego Tabasco o Pelibuey. *Tec. Pec. Méx.* 1975; 29:66-72.
- Valencia ZM, Heredia AM, González PE. Estacionalidad reproductiva en hembras Pelibuey. Memorias VIII. Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) Sto. Domingo, República Dominicana, 1981
- Viguié C, Caraty A, Locatelli A and Malpoux B. Regulation of luteinizing hormone-releasing hormone (LHRH) secretion by melatonin in the ewe. I. Simultaneous delayed increase in LHRH and luteinizing hormone pulsatile secretion. *Biol Reprod.* 1995; 52: 1114-1120.

Wayne NL, Malpaux B, Karsch FJ. How does MEL code for day length in the ewe: Duration of nocturnal MEL release or coincidence of MEL with a light-entrained sensitive period. *Biol Reprod.* 1988;39:66-75.

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

Woodfill CJI, Robinson JE, Malpaux B, Karsh FJ. Photoperiodic synchronization of the circannual of the ewe by discrete photoperiodic signals. *Biol Reprod.* 1991;45:110-121.

Worthy K, Harensing W, Donson S, McLeod BJ, Foxcroft GR, Haynes NB. Evidence that onset of the breeding seasons in the ewe may be independent of decreasing plasma prolactin concentration. *J. Reprod. Fertil.* 1985; 75:237-246.

Yeates NTM. The breeding season of the sheep with particular reference to its modification by artificial light. *Journal Agric. Sci. Camb.* 1949;39:1-43.

CARACTERIZACIÓN DE LOS EVENTOS REPRODUCTIVOS EN OVEJAS PELIBUEY SELECCIONADAS PARA CICLAR DE MANERA CONTINUA.

Este experimento se llevó a cabo para determinar si las ovejas Pelibuey seleccionadas para ciclar de manera continua permanecían ciclando después de haber sido expuestas a un fotoperiodo artificial de días largos (16L/80). El grupo 1 (n:15) se formó con hembras que en estudios anteriores mostraron actividad de ovulatoria continua a través del año a una latitud de 19° 13'N, y el grupo 2 (n:15) con ovejas que mostraron un anestro estacional bien definido en los mismos estudios y a la misma latitud. Ambos grupos se expusieron a un tratamiento de fotoperiodo artificial (16L/80) durante un periodo de 90 días (21 de diciembre al 21 de marzo). La actividad ovárica se siguió por medio de la concentración plasmática de progesterona (P4) en muestras tomadas dos veces por semana empezando una semana antes del tratamiento de fotoperiodo y acabando 2 meses después de concluir dicho tratamiento. El número de días con actividad ovulatoria se comparó por medio de una prueba de "t" y el porcentaje de hembras con actividad ovulatoria por χ^2 . Las ovejas mantuvieron su actividad durante 75.5 ± 11.8 y 73.33 ± 13.6 días respectivamente para los grupos continuas y estacionales ($P > 0.05$). Después de terminar con el tratamiento de luz artificial, el anestro se presentó en el 60% del grupo continuo (9/15) y 66.6% del grupo estacional (10/15) ($P > 0.05$). Se concluye que las ovejas Pelibuey Continuas no son sensibles a los cambios al fotoperiodo en una latitud de 19° 13', sin embargo cuando se exponen a un fotoperiodo artificial de latitudes más altas (56°), pueden responder al cambio de luz y por consiguiente activar el mecanismo neuroendocrino que controla el anestro estacional (fotorefractariedad a días largos).

PALABRAS CLAVE: Ovejas Pelibuey, actividad ovulatoria continua, fotoperiodo artificial.

CHARACTERIZATION OF THE REPRODUCTIVE EVENTS IN PELIBUEY EWES SELECTED FOR CONTINUOUS OVULATORY ACTIVITY.

An experiment was carried out in order to determine if Pelibuey ewes selected for continuous breeding remain after been exposed to artificial photoperiod of long days (16L/80). Group 1 (n:15) was formed with females that in previous studies showed continuous ovulatory activity through the year in a latitude of 19° 13'N, and group 2 (n:15) with ewes that showed a defined anestrus season in the same studies and latitude. Both groups were exposed to an artificial photoperiod of (16L/80) during a 90 days (December 21 to March 21). The ovulatory activity was followed through plasmatic concentration of progesterone (P_4) in samples taken a twice a week starting one week before the photoperiodic treatment and ending 2 months after concluding the artificial photoperiod. The number of days with ovulatory activity was compared by Student's t test and the percentage of female with ovulatory activity by χ^2 . Ewes maintained their ovulatory activity after been exposed to the treatment for 75.5 ± 11.8 and 73.33 ± 13.6 in the continuous and seasonal groups ($P > 0.05$). After ending the artificial photoperiod anoestrus was induced in 60% of the continuous group (9/15) and 66.6% of the seasonal group (10/15) ($P > 0.05$). It is concluded that Continuous Pelibuey ewes are not sensitive to changes in the photoperiod at a latitude of 19° 13', however when they are exposed to an artificial photoperiod characteristic of higher latitudes (56°), they are able to respond to the change of light and therefore activate the neuroendocrine mechanism that controls the seasonal anestrus (photorefractoriness to long days).

Keywords: Pelibuey ewe, continuous ovulatory activity, artificial photoperiod.

I. INTRODUCCIÓN

La mayoría de las especies animales, que son originarias y se desarrollan en climas templados manifiestan una adaptación fisiológica por la cual su período reproductivo y los nacimientos de sus descendientes sólo se limitan a ciertas etapas del año (Karsch *et al.*, 1984; Malpaux *et al.*, 1996). Este evento, conocido como estacionalidad reproductiva, está regulado por varios factores ambientales como la temperatura, temporada de lluvias, siendo el factor más importante el fotoperiodo (duración de horas luz y horas oscuridad a lo largo del año), el cual controla y sincroniza el inicio, duración y finalización de la temporada reproductiva (Hafez, 1952; Karsch *et al.*, 1984).

Con base en el fotoperiodo, se pueden establecer dos categorías de mamíferos estacionales, la primera agrupa a los animales reproductores de días largos tales como los equinos y pequeños roedores; la segunda engloba a los reproductores de días cortos como los ovinos y caprinos, cuya temporada reproductiva inicia al final del verano y principios del otoño, cuando disminuye la cantidad de luz diaria (Hafez, 1952; Lincoln and Short, 1980; Karsch *et al.*, 1984).

Dentro de las razas de ovinos, se puede reconocer tres categorías de acuerdo a la magnitud de su estacionalidad reproductiva; la primera, engloba a las que se desarrollan en latitudes altas, con una estacionalidad reproductiva muy marcada (Yeates, 1949; Hafez, 1952; Karsch *et al.*, 1984). En la segunda categoría entran las razas con origen en latitudes mediterráneas, en donde el clima es más moderado e influye en una estacionalidad reproductiva menos marcada, en comparación con las razas anteriores, por último, están las razas que se originan en latitudes tropicales o subtropicales, donde la estacionalidad en su actividad reproductiva es generalmente muy reducida documentándose, que en algunos casos está ausente (Chemineau *et al.*, 1995).

La oveja Pelibuey, clasificada en la tercera categoría, ha tenido últimamente gran importancia en México; la crianza de dicha raza en las últimas décadas y su utilización como recurso pecuario se ha extendido en todo el país. Esto, en parte por la rusticidad de la raza que posee una gran capacidad de adaptación al ambiente y con gran resistencia las enfermedades (González-Reyna *et al.*, 1991).

En lo referente al comportamiento reproductivo, al ser una raza originaria de latitudes tropicales, su estacionalidad reproductiva es menos marcada, y en México, se han realizado diversos estudios en ese tema. Las primeras investigaciones, indicaron que las ovejas no presentaban una estacionalidad reproductiva asociada al fotoperiodo, determinándose con esto que estas ovejas podrían tener la capacidad de reproducirse todo el año, y en caso de presentar una disminución en la actividad reproductiva, está se asociaba a factores ambientales distintos al fotoperiodo, principalmente a factores nutricionales (Castillo *et al.*, 1972; González-Reyna *et al.*, 1991; Cruz *et al.*, 1994).

Sin embargo, en estudios recientes se demostró que las ovejas Pelibuey a una latitud de 19° 13' N, son sensibles a los cambios en el fotoperiodo artificial inhibiendo su actividad reproductiva al ser expuestas al fotoperiodo de días largos e iniciando su actividad al ser expuestas al fotoperiodo correspondiente a días cortos (Porrás, 1999; Cerna *et al.*, 2000). No obstante, durante la realización de estos estudios, se encontró que algunas ovejas Pelibuey a la misma latitud, tuvieron la capacidad de presentar actividad ovulatoria de manera continua.

Con base en esto, se iniciaron una serie de estudios con el objetivo de encontrar animales que presenten esta característica, iniciar una selección plena de animales y determinar las bases neuroendocrinas del comportamiento reproductivo de dichas ovejas.

Primeramente se llevó a cabo una selección de hembras tomando en consideración los registros de nacimiento, considerando a las hembras continuas, a aquellas ovejas que hubiesen sido concebidas fuera de la

temporada reproductiva, indicando con esto que sus madres habían manifestado actividad en los meses correspondientes al anestro; como ovejas estacionales se seleccionaron a aquellas que se concibieron en plena época reproductiva. Posteriormente se sometieron a dichas ovejas a dos estudios. El primero de ellos consistió en exponer a los dos grupos a la detección diaria de estros utilizando un macho celador, los resultados de este estudio mostraron una alta proporción de las ovejas adultas tanto las hembras que se habían considerado como continuas, como estacionales ciclaron regularmente durante los meses (febrero-mayo) de menor actividad reproductiva (Valencia *et al.*, 2001).

En el segundo estudio, la actividad ovulatoria de las hembras fue seguida por medio de la determinación de niveles plasmáticos de progesterona. En este estudio las hembras permanecieron aisladas de los machos. La capacidad ovulatoria disminuyó en ambos grupos, sin embargo una proporción de las continuas mantenían actividad durante todo el periodo de observación, en comparación con las ovejas estacionales que presentaban un periodo de anestro bien definido (Valencia *et al.*, 2003).

Sin embargo, para determinar realmente si estas hembras poseían la capacidad de ciclar de manera continua y de que el fotoperiodo no influía en su actividad reproductiva se propuso el presente trabajo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. Situación de la producción ovina en México

Con una población aproximada de seis millones de cabezas (SAGARPA, 2001), los ovinos constituyen una de las especies domésticas de menor trascendencia económica en México. Su expansión se ha visto limitada desde hace unos cincuenta años. El escaso consumo de carne, aproximadamente medio kilogramo por habitante y el de lana, que no excede los cien gramos, se cubre con la matanza de dos millones de ovinos nacionales y la importación de lana, animales vivos y carne congelada procedente de países como Estados Unidos y Nueva Zelanda. Según la SAGARPA, en 1998 se importaron más de 25 mil toneladas de carne, entre animales vivos y canales (De Lucas-Tron, 2000).

La demanda insatisfecha del mercado interno, los altos precios que prevalecen en los productos ovinos, la buena demanda de los mismos, la posibilidad de sustituir importaciones e incluso de abordar el mercado de Estados Unidos, aprovechando el tratado de libre comercio, serían motivos suficientes en otras partes del mundo para incrementar la producción, con perspectivas alentadoras de desarrollo. Sin embargo, en la actualidad, las condiciones de incertidumbre en que se encuentra el campo por distintos motivos como son sequías o abandono, las variaciones económicas y políticas, los programas de apoyo o fomento, como el de repoblación, que no tienen un impacto real sobre el hato ovino nacional e incluso en diversos estados han fracasado (hasta la fecha se han traído cerca de 400 mil animales y no se ve su impacto en la producción), hacen que las perspectivas sigan siendo inciertas y por lo tanto, las deficiencias que se arrastran desde hace décadas y que limitan el desarrollo de la especie sean mayores. Los problemas productivos son muy diversos y obedecen a razones de orden tecnológico, ecológico y socio – económico.

A pesar de lo anterior, en las últimas décadas, el ovino de pelo de la raza Tabasco o Pelibuey ha incrementado su importancia en la producción ovina nacional (Valencia y Porrás, 2003). A partir de los rebaños localizados en el sureste del país se ha extendido hacia las regiones tropicales de México, la meseta central y actualmente en prácticamente toda la República Mexicana.

1.1. Población ovina en México

Las cifras en cuanto al número de cabezas ovinas a nivel nacional son variables. De acuerdo con la SAGARPA (2001), cifras preliminares indican que la población ovina a nivel nacional en 1999 fue de 5,948,764 cabezas; 323,254 cabezas menos que en 1997, estas cifras muestran que no existe crecimiento en el rebaño nacional y que incluso disminuye. En la República mexicana, el estado con mayor población ovina en ese mismo año es el Estado de México, con 998,363 cabezas; seguido por Hidalgo, con 762,175 animales y San Luis Potosí, con 677,810 cabezas (SAGARPA, 2001).

En 1998 se estimaba que el consumo de carne ovina era de 55,333 toneladas, de las cuales 30,161 eran nacionales y 18,353 importadas (De Lucas-Tron, 2000).

Hacer predicciones de las tendencias en la producción y el consumo son difíciles, sobre todo porque algunos eventos económicos imponderables pueden tener efectos sobre la producción, principalmente por la fluctuación del peso ante el dólar que encarece los insumos. Esto fue importante porque durante años las importaciones de animales de desecho y corderos ayudaron a estabilizar el mercado; pero al aumentar el precio de los animales en pie de Estados Unidos y mantenerse la demanda, se generó una sobre matanza del ganado nacional en especial del norte, pero también mayores deseos de producción en nuevos productores, sobre todo en el trópico. En lo referente al producto de la lana, la situación es más estable, la importación aparentemente se ha mantenido entre cuatro a seis mil toneladas base limpia y la producción nacional está alrededor de las cuatro mil toneladas, la mayoría

de calidad muy deficiente y en la industrialización de las pieles ovinas, éstas se han mantenido en alrededor de las tres mil toneladas (De Lucas-Tron, 2000).

En el caso de los ovinos Pelibuey, su capacidad de adaptación a diferentes regiones climáticas y a diferentes sistemas de manejo, ha permitido que, de unos cuantos miles de cabezas, su población haya aumentado a cerca de 2 millones, lo que actualmente representa aproximadamente el 30% del hato ovino nacional (Valencia y Porras, 2003).

1.2. Sistemas de producción ovina en México

La crianza de ganado ovino en México se canaliza principalmente a la obtención de carne. La ganadería ovina en el país es muy dispersa y en general, su explotación se realiza a pequeña escala. El momento de venta de los animales, ya sea para sacrificio o para finalización se decide con base en la necesidad de contar con un ingreso para adquirir algún insumo o cubrir alguna demanda familiar o social; por lo tanto, el ganado ovino, en la mayoría de los sistemas de crianza se considera una caja de ahorro. En algunas explotaciones, el ganado ovino se utiliza exclusivamente para autoconsumo, con mínima comercialización. El 80% de la población ovina se encuentra en sistemas cuyos dueños son campesinos con recursos financieros, tecnológicos y de tiempo muy limitados; por lo que al no contar el productor con tiempo para el cuidado de los animales y por la docilidad de éstos, el cuidado del rebaño se realiza por los menores, mujeres y aun por ancianos de la familia del productor. La mayoría de los productores de ovinos se dedican a la producción agrícola y consideran a los ovinos como una actividad complementaria y secundaria a las actividades agrícolas. El tamaño de los rebaños es muy reducido y por lo tanto, también el ingreso, la alimentación se basa en pastoreo, la complementación alimenticia y mineral es casi nula. El manejo reproductivo es muy simple, por consiguiente los resultados son muy pobres; los machos permanecen siempre con las hembras, la relación hembra:

macho es alta y sin control, con riesgos de consanguinidad. El manejo sanitario es deficiente, con alta incidencia de enfermedades parasitarias e infecciosas, lo que aunado a la rusticidad de las construcciones y a la desnutrición provocan alta mortalidad, 9% en adultos y hasta 28% en corderos. La mayoría de las explotaciones ovinas presentan baja eficiencia productiva y reproductiva (Sánchez y Martínez, 1998).

Con la llegada de la década de los noventas, en conjunción con la enorme apertura comercial del país y consolidada con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio para Norteamérica, aparecieron nuevos sistemas de producción y comercialización; los primeros incluyeron las engordas de corderos y de animales flacos. Asimismo, surgió el comercializador de ganado que se dedicaba a acopiarlo o introducirlo principalmente de los Estados Unidos.

En general, los estudios en los distintos sistemas de producción muestran deficiencias muy serias en nutrición, reproducción y sanidad, detectando en la alimentación las más severas deficiencias, causando malas condiciones nutricionales en la inmensa mayoría de los ovinos, afectando con esto los índices productivos y reproductivos (De Lucas-Tron, 2000).

Los recursos genéticos con los que cuenta la ganadería ovina nacional, incluyen al denominado *Criollo*, el cual ha ido cambiando en los últimos años al ser cada vez más cruzado y en muchas partes casi absorbido por las razas Caras Negras, Suffolk y Hampshire. Debido a su demanda, existen criadores que poseen ganado puro que comercializan en general como pie de cría. Sin embargo, la dinámica que se observa en esta área se puede catalogar alta si se toma en consideración la aparición continua de nuevas razas, entre las que destacan la Dorset, Dorper, Texel y otras (De Lucas-Tron, 2000).

En el centro y sur del país se localizan sistemas mixtos caracterizados por el pastoreo diurno con duración de 6 a 12 horas sobre áreas comunales, caminos, cerros, por mencionar algunos, cuidados siempre por un pastor (usualmente miembro de la familia) y regresando a su corral por la tarde. El objetivo de producción es el de animales para carne, que se venden en pie

(generalmente al *bulto*) y cuyo destino principal es la elaboración de barbacoa. La cría es generalmente familiar, con rebaños que varían en su número, pero en general son pequeños, rara vez superan los 50 animales. A medida que el número de animales se incrementa, el objetivo de cría y las formas de producción tienden a cambiar, siendo más comerciales y con mayor aplicación de tecnología (De Lucas-Tron, 2000).

Las mesetas áridas y semiáridas del Altiplano Zacatecano-Potosino, constituyen la segunda agrupación en importancia. Los sistemas de manejo son extensivos y en esta zona se encuentran los más grandes rebaños del país, principalmente constituidos por la raza Rambouillet productora de lana fina y carne (objetivos del sistema), o *Criollos* (altamente encastados con merinos). El sistema de alimentación está basado en el pastoreo a veces seminómada, alrededor de los pueblos o rancherías, sobre gramíneas del agostadero, principalmente de los géneros *Bouteloa*, *Aristida* y *Stipa* (De Lucas-Tron, 2000).

La zona sur es la última que presenta cierta importancia en la tenencia de ovinos. En el estado de Oaxaca y en los Altos de Chiapas, los grupos indígenas poseen rebaños muy pequeños y con graves problemas de consanguinidad. Predominan los animales llamados *Criollos*, parecidos a las razas Lacha, Manchega y Churra españolas, criados sin ningún programa de mejoramiento y con un manejo muy deficiente. La lana en esta zona a pesar de su bajo peso por animal y nula calidad para la industria, constituye un importante producto en la confección artesanal de muchas prendas de vestir, de abrigo y ornamento, por lo que adquiere precios elevados. La carencia de lana y el duro trabajo que significa su preparación, está haciendo que se sustituya por fibras sintéticas. Muchos de los problemas que aquejan a esta zona son muy similares a los del centro del país (De Lucas-Tron, 2000).

En diversas zonas tropicales del pacífico y golfo, pero principalmente en Veracruz, Tabasco, la Huasteca y la Península de Yucatán se ha desarrollado la cría de las razas de pelo, como la Pelibuey y Black Belly (Barbados), aunque están apareciendo otras como la Kathadine o la Dorper. En estas zonas se encuentran dos tipos de productores, los que mantienen de rebaños

pequeños, criados en condiciones extensivas, con un mínimo de cuidados y de control, que está generando que las dos razas se entrecrucen, y los nuevos productores con cantidades que tienden a superar las 300 cabezas, con características más definidas y algunas aplicaciones tecnológicas. Los ovinos de pelo se caracterizan por su excelente adaptación al clima tropical, buena supervivencia y satisfactoria tasa reproductiva. Constituyen un excelente recurso para producción de carne ovina en condiciones de tierra caliente. Su característica de no tener lana ha hecho que se adapte mejor a las condiciones de las zonas templadas del interior del país (De Lucas-Tron, 2000).

2. Origen y características generales de los ovinos de pelo

Los ovinos de pelo son originarios del Oeste de África y fueron transportados a América por los españoles y portugueses en los siglos XVI y XVII. Existen dos principales tipos de ovinos de pelo en el Oeste de África, la raza Sahel u oveja de patas largas, originaria del trópico seco; la de patas cortas o tipo miniatura que tiene su origen en el trópico húmedo y los bosques. La oveja de patas cortas es también llamada "oveja de la sabana". Se sabe que de manera general las ovejas de pelo de América descienden de la oveja de la sabana. Sin embargo, las variaciones fenotípicas sugieren que las ovejas de pelo de América se originan de los dos tipos de ovejas africanas, pues poseen características de ambas (González-Reyna *et al.*, 1991).

Las ovejas de pelo predominantes en México son la Pelibuey y Black Belly. La raza Pelibuey se encuentra en mayor número, el 90 a 95 % de la población de ovejas de pelo en México son de esta raza. Las ovejas de pelo se encuentran en la mayoría de las áreas tropicales de México, de las regiones áridas y semiáridas (Tamaulipas) al trópico húmedo (Tabasco y Chiapas), y en algunas áreas subtropicales (Puebla). Las dos razas están distribuidas de la costa este de Tamaulipas a la península de Yucatán, en algunas de las áreas tropicales del centro de México y la costa oeste (González-Reyna *et al.*, 1991).

Las principales características de las ovejas de pelo incluyen la ausencia de lana, ausencia de cuernos, gran variedad de colores, del blanco al rojo y café oscuro. En México existe variabilidad de la oveja Pelibuey entre las diferentes localidades. En ocasiones, aparecen las características de la Black Belly debido al cruzamiento entre las dos razas. La frente de la Pelibuey es recta, redonda y ancha, con un perfil convexo o semiconvexo y la cavidad de los ojos prominente, con depresiones en la parte trasera de los arcos de los ojos. Las orejas son cortas, puntiagudas y erectas. El cuello en el macho es fuerte, redondeado y corto, con una crin más oscura. En la hembra, el cuerpo es esbelto, no existe crin ni papada; el cuello es más delgado y largo que en el macho y la cabeza es pequeña (González-Reyna *et al.*, 1991).

3. Estacionalidad reproductiva en la oveja

Las ovejas originarias de latitudes templadas muestran variaciones estacionales en la actividad reproductiva, exhibiendo un cese completo del estro durante la primavera y verano. Los cambios en la duración de las horas luz durante el año son los responsables de esta variación en la actividad reproductiva, vía efectos en la secreción de gonadotropinas, particularmente LH (Gallegos-Sánchez *et al.*, 1997). De esta manera, el ciclo reproductivo anual de la oveja consiste en una época reproductiva y una no reproductiva (o de anestro). En la mayoría de las razas de ovejas, la época reproductiva inicia a finales del verano y se caracteriza por ciclos estrales sucesivos de 17 días. La época de anestro inicia a finales del invierno y se caracteriza por la ausencia de ciclos ováricos regulares (Legan y Karsch, 1979).

En la oveja, durante el anestro estacional, los componentes esenciales del eje hipotálamo-hipófisis-ovarios permanecen funcionales. Los folículos ováricos se desarrollan, producen esteroides y con una administración hormonal exógena son capaces de ovular; las hormonas gonadotrópicas son secretadas; sin embargo, los ciclos estrales cesan como resultado de la disminución en la secreción pulsátil de LH (Legan y Karsch, 1979). Se supone

que ningún tratamiento es capaz de restablecer la ciclicidad ovárica característica de la época reproductiva (Scaramuzzi y Baird, 1977) sin embargo algunos trabajos hechos en México, indican que el tratamiento con progestágenos es capaz de inducir el estro en la oveja Suffolk durante el anestro profundo (Hernández *et al.*, 1999).

La época de anestro se caracteriza por una disminución extrema en la frecuencia de los pulsos de GnRH y LH, observándose de 1 a 2 pulsos de ambas hormonas en un periodo de 12 h (Barrell *et al.*, 1992).

Numerosos estudios muestran que en la etapa de transición de la época reproductiva a la época de anestro de la oveja, en el último ciclo estral, al ocurrir la regresión del cuerpo lúteo, no se presenta el incremento sostenido en la secreción tónica de LH, con lo cual no ocurre el incremento de estradiol y tampoco la subsecuente oleada de LH, iniciándose así el anestro. Por lo tanto, se considera a la LH como factor limitante de la actividad reproductiva de la oveja (Legan y Karsch, 1979). De manera contraria, en el periodo de transición de la época de anestro a la época reproductiva, existe un periodo de 1 a 4 semanas antes del primer ciclo estral, durante el cual, ocurren uno o dos periodos de aumento en la frecuencia de los pulsos de LH y en la concentración de progesterona, observándose por lo general el inicio de la época reproductiva en el mes de septiembre (I'Anson y Legan, 1988)

La disminución en la secreción de LH durante el anestro es una consecuencia de la acción de retroalimentación negativa que ejerce el estradiol a través del eje hipotálamo-hipofisiario. Esto se demostró en los estudios realizados por Legan *et al.* (1977) con ovejas ovariectomizadas (OVX) tratadas con un implante subcutáneo de estradiol, en las cuales se evaluó el cambio en la secreción de LH por un periodo de dos años. Se observó que la concentración de LH se mantuvo elevada en los meses de agosto a febrero, disminuyendo a niveles no detectables de marzo a julio. Estos cambios en la secreción corresponden con las épocas reproductiva y de anestro, respectivamente. De esta manera, se demostró la acción inhibitoria que ejerce el estradiol en la frecuencia de los pulsos de LH durante la época de anestro;

así como, la influencia que ejerce el fotoperiodo en esta respuesta fisiológica de la oveja (Goodman *et al.*, 1982).

Estudios posteriores (Barrell *et al.*, 1992; Karsch *et al.*, 1993) demostraron que la disminución en la frecuencia de los pulsos de LH en la época de anestro como consecuencia del efecto de retroalimentación negativa ejercido por el estradiol por influencia del fotoperiodo, es una consecuencia de la disminución en la frecuencia de la producción de GnRH.

3.1. Estacionalidad reproductiva en ovejas de pelo

Los estudios iniciales desarrollados por Valencia *et al.* (1975) mencionan que la oveja Pelibuey en edad y peso ideales para la reproducción, es capaz de presentar estros o celos durante todo el año. Cruz *et al.* (1983) mencionaron que la época del año influye en la edad al primer parto de ovejas Pelibuey mantenidas en clima tropical; así, las hembras nacidas entre noviembre y abril empiezan su vida reproductiva más temprano que las nacidas en otros meses. El autor atribuye estas diferencias a las variaciones estacionales en la disponibilidad de forraje, lo cual afecta el desarrollo corporal de los animales y el inicio de la actividad reproductiva. Al respecto, González-Reyna *et al.* (1991) mencionaron que de los factores ambientales que influyen en la estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey, el más importante es la nutrición, pues en condiciones de trópico existe una disminución en la actividad reproductiva durante los meses en los cuales hay una baja disponibilidad y digestibilidad del forraje. Por otra parte, Cruz *et al.* (1994) encontraron presencia de estros en esta raza durante todo el año, con un porcentaje de 81.25 en abril y 100% en agosto; sin embargo, no hubo diferencias ($P > 0.5$) en estos valores. Estos autores asocian la disminución en la actividad reproductiva en esos meses a una baja en la disponibilidad de forraje, de manera independiente a los cambios en el fotoperiodo. Los reportes anteriores parecían indicar que si existe estacionalidad reproductiva en la oveja Pelibuey, sin embargo, esta disminución en la actividad reproductiva se

asociaba a cambios anuales en la disponibilidad de alimento y no a las variaciones estacionales en el fotoperiodo.

Sin embargo, estudios más recientes demuestran lo contrario. Porras (1999) investigó el efecto del fotoperiodo en ovejas Pelibuey mantenidas en un plano nutricional constante. Se aplicaron tratamientos de fotoperiodo artificial alterno de 90 días, simulando días largos (16 hL: 8 hO) y días cortos (8 hL: 16 hO) durante el año. Los resultados mostraron que las ovejas Pelibuey responden a los cambios en el fotoperiodo, los días largos inhibieron la actividad reproductiva y los días cortos la estimularon. En este mismo estudio, en las ovejas de los grupos testigo, mantenidas en fotoperiodo natural, durante el primer año, se observó un periodo de anestro con una duración de 63.7 ± 18.8 días entre enero y mayo. Durante el segundo año, el periodo de anestro se extendió de febrero a julio y su duración fue de 109.0 ± 20.5 días. Lo anterior demuestra que la oveja Pelibuey tiene estacionalidad reproductiva real influenciada por el fotoperiodo.

En lo referente al efecto de la época del año sobre el reinicio de la actividad reproductiva, Cortés (1993) encontró que en la oveja Pelibuey existe un efecto de la época del año en el reinicio de la actividad ovulatoria postparto y que la lactancia no afecta dicho intervalo. Este autor observó la primera elevación posparto de progesterona a los 105 días en ovejas paridas en enero, en comparación con 41 días en aquellas ovejas con parto en verano. Este mayor intervalo lo atribuye a un efecto del fotoperiodo más que a un efecto nutricional, pues las ovejas se encontraban bajo un plano nutricional constante. De manera similar, Arroyo (2001) en un estudio realizado en el trópico durante los meses de febrero a junio, con ovejas Pelibuey en un plano nutricional constante, mencionó que la restricción del amamantamiento no acorta el periodo de anestro postparto y sugiere que durante esa época del año, el fotoperiodo ejerce un efecto inhibitorio de la actividad ovulatoria de esta raza ovina, resultando más fuerte que el efecto supresor del amamantamiento. Los estudios anteriores sugieren que los periodos de anestro observados en la oveja Pelibuey durante los meses de enero a julio son

consecuencia del fotoperiodo más que de la nutrición. Sin embargo, otros factores ambientales, tales como la temperatura o la humedad relativa, pueden inhibir la actividad ovulatoria de las razas ovinas (Pèvet, 1986).

4. Descripción y regulación neuroendocrina del ciclo estral

En la oveja, el ciclo reproductivo anual se integra por un periodo en el cual se genera una secuencia de eventos neuroendocrinos que culminan en la ovulación (época reproductiva), y un periodo en el cual esta secuencia de eventos no ocurre (época de anestro o inactividad reproductiva; Barrell *et al.*, 1992). En la época reproductiva, el ciclo estral se caracteriza por una serie de eventos fisiológicos endocrinos. El pico preovulatorio de GnRH/LH provoca la ovulación, enseguida, el cuerpo lúteo (CL) se desarrolla y libera progesterona de manera progresiva. En la mitad de la fase lútea, la progesterona circulante inhibe la frecuencia de secreción de los pulsos de LH (secreción tónica: 1-4 pulsos/24 h), mientras que al final de la fase lútea, cuando se inicia la luteólisis, por efecto de la acción de la prostaglandina $F2_{\alpha}$ ($PGF2_{\alpha}$) liberada por el endometrio uterino, los niveles plasmáticos de progesterona descienden. Esta disminución de la progesterona circulante provoca la liberación de la secreción tónica de LH de tal forma que la frecuencia de sus pulsos aumenta progresivamente, hasta alcanzar un pulso por cada hora. Este aumento en la frecuencia de secreción de LH estimula la producción de estradiol (E_2) en los folículos en proceso de maduración, incrementando su concentración en la circulación general. El incremento progresivo en los niveles de estradiol, ejercido por un mecanismo de retroalimentación (positivo) a nivel hipotalámico e hipofisiario, ejerce un control en la secreción hormonal y esto origina las liberaciones hormonales preovulatorias tanto de GnRH como de LH (Padilla *et al.*, 1988; Barrell *et al.*, 1992; Gallegos-Sánchez *et al.*, 1999).

De manera general, el ciclo estral en ovinos se divide en una fase lútea con duración de 12-13 días y un periodo preovulatorio de 3-4 días. El perfil de progesterona circulante refleja el patrón de actividad secretora del cuerpo lúteo. Por otro lado, las fluctuaciones en la cantidad de estradiol circulante se deriva exclusivamente de los folículos ováricos, los cuales pueden desarrollarse y sufrir atresia durante el curso de cada ciclo (Legan y Karsch, 1979).

El modelo de circulación de LH refleja la operación de dos sistemas reguladores separados, un sistema de secreción tónica, el cual produce descargas pulsátiles relativamente bajas de gonadotropinas durante la mayor parte del ciclo y un sistema de secreción cíclica o de "oleada", que genera la descarga masiva preovulatoria de LH. La oleada de LH se acompaña por la conducta de estro, el cual precede la ovulación por aproximadamente 24 h (Legan y Karsch, 1979).

Los factores primarios que controlan la ovulación son los esteroides ováricos. La frecuencia de los pulsos de LH durante el ciclo estral se modulan por la progesterona, la cual actúa en el cerebro para prolongar el intervalo entre las descargas de GnRH. En contraste, la amplitud de los pulsos de GnRH es limitada por el estradiol, el cual actúa, en parte, con la hipófisis para disminuir su respuesta a cada pulso de GnRH (Karsch *et al.*, 1984).

Sin embargo, a nivel hipotalámico el estradiol estimula la secreción pulsátil de GnRH/LH durante la fase folicular del ciclo estral. En ovejas Ile de France OVX, después de simular una fase lútea por administración exógena de progesterona, Caraty *et al.* (1998) administraron estradiol a nivel hipotalámico en el área preóptica (POA) y en el hipotálamo mediobasal (MBH), específicamente en el núcleo ventromedial por la técnica de implantación intracraneal. Los resultados mostraron que el estradiol aplicado en el núcleo ventromedial (NVM) del hipotálamo mediobasal produce una oleada de GnRH/LH semejante a la observada antes de la ovulación. Por lo tanto, se concluye que el estradiol en el NVM provoca el pico preovulatorio de LH en la oveja. De manera adicional, se observó que el estradiol en el POA inhibe la

secreción pulsátil de LH (Caraty *et al.*, 1998). Existen poblaciones específicas de neuronas que sintetizan receptores-alfa de estradiol con proyecciones al área preóptica rostral (rPOA) y a la banda diagonal de Broca (DBB) de la oveja, donde se concentra la pericaria de las neuronas GnRH. Estas observaciones proporcionan el inicio de las observaciones de la estructura neuroanatómica a través de la cual se llevan a cabo las acciones estimuladoras e inhibitorias del estradiol en la secreción de GnRH en la especie ovina. Aunque aún no es posible determinar si estas poblaciones neuronales tienen sinápsis directa con la pericaria de GnRH, existe la posibilidad de que múltiples neuronas con receptores para estradiol puedan influir en la biosíntesis y secreción de GnRH a nivel de los cuerpos celulares. Así, las neuronas ovinas productoras de GnRH pueden tener influencia pre y post sináptica a través de fenotipos neuronales específicos con receptores a estrógeno (Goubillon *et al.*, 1999).

5. Melatonina

La señal ambiental dominante que influye en la estacionalidad reproductiva de los ovinos, es el cambio en la duración del fotoperiodo (Williams y Helliwell, 1993; Malpoux *et al.*, 1996). La señal luminosa se percibe por la retina y se transmite vía una compleja red neural, la cual involucra el núcleo supraquiasmático, el núcleo paraventricular y el ganglio cervical superior, hasta la glándula pineal, donde el mensaje modula el ritmo de secreción de melatonina (MEL) (Karsch *et al.*, 1984). La MEL se libera solo de noche y por lo tanto, la duración de secreción es diferente entre los días largos y cortos. Esta duración de la secreción es procesada neuralmente para regular la secreción de GnRH. La etapa final de la acción de la MEL a nivel del Sistema Nervioso Central (SNC) es la modulación de secreción de GnRH, parcialmente como consecuencia de la modificación de la retroalimentación por parte de los esteroides (Malpoux *et al.*, 1999).

En ovejas, la administración de MEL con un perfil similar al de días cortos, incrementa la frecuencia de liberación pulsátil de GnRH, sin embargo,

este incremento en la secreción de GnRH se observa después de 40 a 60 días de tratamiento con MEL (Viguié *et al.*, 1995). Estas variaciones en la frecuencia de secreción de pulsos de GnRH y LH son responsables de los cambios en la actividad ovulatoria entre el fotoperiodo de días cortos y largos (Karsch *et al.*, 1984; Figura 1).

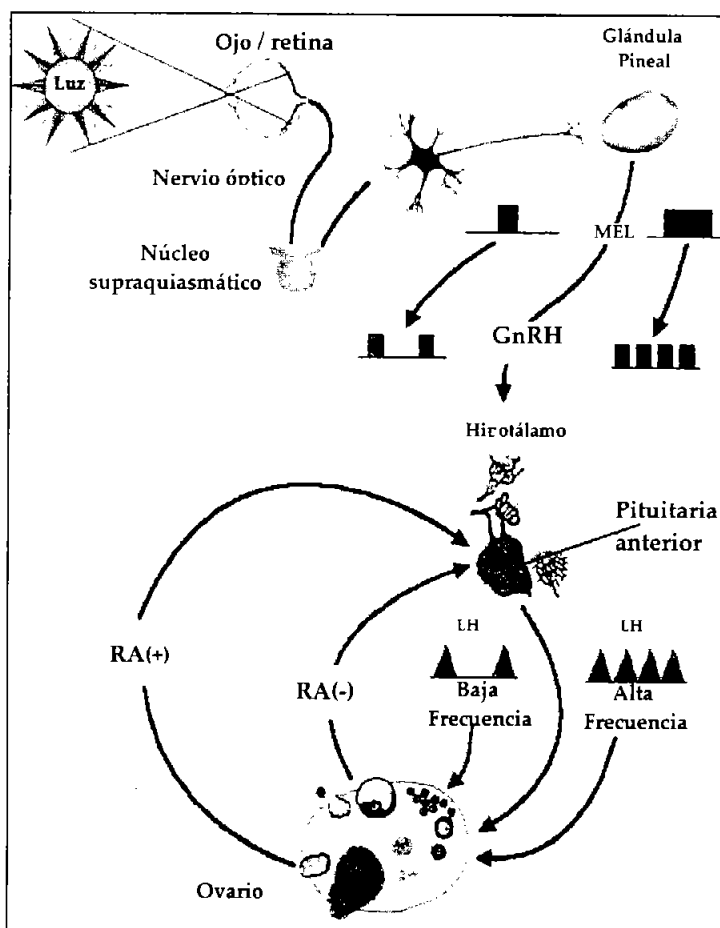


Figura 1 Modelo las bases neuroendocrinas de la reproducción estacional en ovejas (Modificado de Karsch *et al.*, 1984). NSQ.-núcleo supraquiasmático; NPV.-núcleo paraventricular; MEL.- Melatonina; RA.- Retroalimentación.

5.1. Sitios de acción de la Melatonina

La ubicación de los sitios de acción específicos de la MEL para regular eventos estacionales es difícil debido a que la MEL participa en muchas funciones fisiológicas (Malpaux *et al.*, 2002). La MEL puede actuar en un solo

sitio del cerebro o de la hipófisis y este está implicado en la regulación de muchas funciones estacionales, o puede actuar en múltiples sitios, los cuales pueden estar involucrados en la regulación de una sola función estacional (Malpaux *et al.*, 1999). La situación se complica más por el hecho de que en una gran cantidad de tejidos corporales existen receptores con alta afinidad para MEL (Malpaux *et al.*, 1999).

El desarrollo de la prueba para MEL, MEL [I^{125}], permitió identificar los sitios donde se localizan los receptores para MEL dentro del sistema hipotalámico-hipofisiario (Malpaux *et al.*, 1999; 2002).

En las especies investigadas, incluyendo la oveja, de manera consistente, se encontró una alta densidad de receptores para MEL en *pars tuberalis* (PT) de la adenohipófisis. Sin embargo, estudios realizados en ovejas y hámster demostraron que PT no media la acción de la MEL en el eje neuroendocrino reproductivo (Malpaux *et al.*, 1999). En la oveja, la liberación directa de MEL en el PT no modifica la liberación de LH. Así, la colocación de un microimplante de MEL directamente contra la cara anterior del PT no modifica la secreción de LH (Malpaux *et al.*, 1994). En contraste, los microimplantes colocados en el hipotálamo mediobasal (MBH) o en el tercer ventrículo (III V) estimulan la liberación de LH (Malpaux *et al.*, 1994). Lo anterior sugiere que el hipotálamo y no PT es el principal órgano blanco donde se traducen los efectos de la MEL en el eje neuroendocrino reproductivo.

En estudios posteriores, se demostró que la inserción de microimplantes de MEL en el área hipotalámica premamilar (lugar donde también se identificaron receptores para MEL), incrementó la frecuencia de secreción de pulsos de LH (Malpaux *et al.*, 1998). Dicha área se localiza en la base del cerebro y se limita dorsalmente por el fornix; se extiende 3 mm de uno a otro lado del III V, es posterior al receso infundibular y se delimita caudalmente por los cuerpos mamilares (Malpaux *et al.*, 1998). Se considera que esta área es el principal sitio de acción de la MEL donde se regula la frecuencia de los pulsos de LH durante la época reproductiva en la oveja.

Actualmente, en mamíferos, se conocen dos subtipos de receptores de alta afinidad para MEL, clasificados como MT1 y MT2 (antes conocidos como Mel1a y Mel1b, respectivamente). En la oveja se ha observado que sólo se expresa el subtipo MT1. Se sugiere que los efectos estacionales de la MEL, particularmente el control de la reproducción, son mediados por el receptor MT1 (Malpaux *et al.*, 2002).

5.2. Mecanismo de acción de la Melatonina

A pesar de que la MEL regula la liberación pulsátil de LH, no existe una acción directa de esta indolamina sobre las neuronas productoras de GnRH, lo anterior se sugiere por lo siguiente: La distribución de la mayoría de las neuronas GnRH no corresponde con los sitios de acción de la MEL, pues la mayoría de la pericaria neuronal de GnRH se localiza en el área preóptica (POA, 60%) y sólo un 15 % en el hipotálamo mediobasal (HMB); algunas se proyectan a la eminencia media, en colindancia con la irrigación portal. Por otro lado, el tiempo que transcurre entre el inicio de un tratamiento de MEL y la respuesta en términos de secreción de GnRH/LH sugieren una regulación compleja. Por último, y muy importante es el hecho que varios neurotransmisores han sido implicados en dicha regulación (Malpaux *et al.*, 1996).

Se ha sugerido que el sistema dopaminérgico interviene en la regulación de la secreción de LH causado por la MEL. El mayor efecto de esta indolamina es la modulación de retroalimentación negativa del estradiol en la secreción de GnRH. La exposición a días cortos estimulatorios resulta en la disminución de la actividad dopaminérgica en la eminencia media, lo cual se ve reflejado en la reducción del contenido de dopamina y en la actividad de la tirosina hidroxilasa (TH). La estimulación de la secreción de LH a causa de un implante de MEL causa una reducción paralela en la actividad de la TH. Esto genera una fuerte evidencia de que el efecto del fotoperiodo en la actividad de la TH es mediado por la MEL (Malpaux *et al.*, 1999). La inhibición de la actividad de la TH en la eminencia media como una consecuencia de los días

cortos o por el tratamiento con un implante de MEL se expresa cuando la inhibición de la secreción de prolactina es máxima, lo cual sugiere que los cambios inducidos por el fotoperiodo en la actividad de la TH son independientes de la regulación de secreción de prolactina (Malpaux *et al.*, 1999).

También se conoce la participación de la serotonina y los aminoácidos excitatorios como mediadores de la acción de la MEL en las neuronas productoras de GnRH, sin embargo, los sitios y mecanismo de acción de estos neurotransmisores durante la época reproductiva de la oveja no han sido establecidos claramente.

6. Fotorrefractoriedad en la oveja

El fenómeno de la fotorrefractoriedad se define como una condición, en la cual, la mayoría de las especies estacionales, no son capaces de responder a la cantidad de luz que, en su tiempo, fue una señal estimulatória para iniciar y/o finalizar la época reproductiva (Robinson y Karsch, 1984).

Este fenómeno explica la asimetría de los ciclos reproductivos y el fotoperiodo (Robinson y Karsch, 1984) y el desarrollo de este estado es necesario para el control del ciclo reproductivo anual, siendo una expresión de ritmo endógeno en la reproducción.

6.1. Transición a la época reproductiva

La época reproductiva en las ovejas de razas con marcada estacionalidad, inicia porque existe una pérdida de respuesta al fotoperiodo inhibitorio (refractoriedad días largos) y no por la disminución de las horas luz que ocurre después del solsticio de verano (Robinson *et al.*, 1985; Worthy *et al.*, 1985).

6.2. Transición a la época anestro

El cese de la época reproductiva se debe a la incapacidad de la oveja de responder al fotoperiodo inductivo (refractarias a días cortos) y no por el aumento de la cantidad de horas luz después del solsticio de invierno (Robinson y Karsch 1984; Worthy *et al.*, 1985).

Karsch (1984) mencionó que en ovejas Suffolk (ovejas altamente estacionales), la época reproductiva inicia a finales del verano cuando la duración promedio de la luz del día disminuye a 14 horas luz (hL), y la transición al anestro se presenta a finales del invierno, cuando el fotoperiodo aumenta a 11.5 hL. Es decir la época reproductiva inicia cuando la duración de los días es relativamente larga y termina cuando esta duración es corta.

6.3. Regulación neuroendocrina de la fotorrefractoriedad

El mecanismo por el cual el fenómeno de la fotorrefractoriedad se desarrolla aún no se ha identificado plenamente. Sin embargo, Robinson *et al.* (1985) mencionaron que el mecanismo de la presentación de la fotorrefractoriedad es marcado por la señal de la MEL en el proceso postpineal, hipótesis similar a la sugerida en el hámster dorado (Bittman, 1978, Reiter *et al.*, 1979). Por su parte Karsch *et al.* (1986) propusieron que la refractoriedad es atribuible a una deficiencia en el proceso postpineal del mensaje fotoperiódico, debido a la pérdida de la capacidad de respuesta a la MEL, lo cual ocasiona un cese en la actividad reproductiva en condiciones naturales, sin que se presente un cambio en el patrón circadiano de secreción de MEL. Así mismo, se establece que el fenómeno de fotorrefractoriedad es el que determina el inicio o término de la temporada reproductiva (Robinson y Karsch, 1984).

Las investigaciones desarrolladas por Robinson y cols. (1985) dan un fuerte soporte a las conclusiones de que las ovejas Suffolk normalmente

inician la época reproductiva porque se vuelven insensibles a las acciones inhibitorias de los días largos.

El periodo de anestro termina cuando el estímulo inhibitorio de los estrógenos ya no es suficientemente fuerte para inhibir la secreción pulsátil de LH. Este cambio en la sensibilidad hipotalámica a la retroalimentación negativa de los estrógenos se sincroniza en cada individuo, ya que perciben los cambios en la señal luminosa a través de la duración de secreción diaria de MEL, durante la fase oscura (Wayne *et al.*, 1988).

La reducción en la sensibilidad del hipotálamo a los estrógenos, puede ocurrir de manera espontánea y es el resultado del fenómeno de la fotorrefractoriedad, dado que la exposición a días largos ya no es capaz de mantener esta alta sensibilidad para la inhibición de la secreción pulsátil de LH (Woodfill *et al.*, 1991).

La finalización de la temporada reproductiva es causada por el aumento en la sensibilidad hipotalámica a los estrógenos, lo cual genera una retroalimentación negativa e inhibe la frecuencia de pulsos de LH. Este mecanismo es causado por el desarrollo de la refractoriedad a los días cortos y por la reducción en la duración de secreción nocturna de MEL (Malpoux *et al.*, 1988).

Se ha demostrado que el sistema dopaminérgico tiene un papel muy importante en la inhibición de la secreción pulsátil de LH durante el fenómeno de fotorrefractoriedad (Kao *et al.*, 1992). En un estudio realizado con un grupo de ovejas OVX e intactas, a las cuales se les administró pimozide, un antagonista dopaminérgico, durante el anestro estacional, se observó un incremento en la frecuencia de pulsos de LH (Kao *et al.*, 1992).

Por otro lado, las hormonas tiroideas están involucradas en la presentación de la refractoriedad, un incremento en su secreción, inicia la transición de la época de reproducción a la época de anestro y las bajas concentraciones de la hormona intervienen en la presentación de la fotorrefractoriedad (Follet *et al.*, 1992; Dahl *et al.*, 1995).

6.4. Tiempo de desarrollo de la fotorrefractoriedad

El desarrollo y manifestación de la fotorrefractoriedad en condiciones naturales requiere aproximadamente de 30 a 32 semanas (8 meses), indicando con esto, que la respuesta al fenómeno es paulatina. En condiciones de fotoperiodo artificial, en tratamientos con cambios drásticos de luz, (16 hL: 8 hO y 8 hL: 16 hO), la respuesta a dicho fenómeno se puede presentar a las 18 semanas; es decir, la expresión es más rápida (Malpaux *et al.*, 1988; Nicholls *et al.*, 1989).

En la oveja Suffolk, el cambio de fotoperiodo de días largos a días cortos es seguido por el inicio de la actividad ovulatoria después de 40 a 50 días (Karsch *et al.*, 1984), y el cambio de cortos a largos, es seguido por una inhibición de la actividad reproductiva después de los 20 a 30 días (Thimothier *et al.*, 1985).

En estudios en los cuales, las hembras han sido expuestas a tratamientos de fotoperiodos constantes, estas, van a manifestar el fenómeno de fotorrefractoriedad. La respuesta refractoria al fotoperiodo constante corto tarda en presentarse alrededor de 120 a 150 días, y al ser expuestas a un fotoperiodo largo constante, estas reanudan su actividad después de 6 meses (Thimothier *et al.*, 1985).

7. Fotorrefractoriedad en la Oveja Pelibuey

El fenómeno de fotorrefractoriedad, ha sido poco estudiado en ovinos de estacionalidad poco marcada, como lo es la oveja Pelibuey.

Con los estudios de Porras (1999) y Cerna *et al.*, (2000) se demostró que existía un efecto directo del fotoperiodo en el control de la actividad reproductiva de la oveja Pelibuey, sentando precedentes para poder establecer la posible presentación de este fenómeno en estas ovejas.

7.1. Fotorrefractoriedad a días largos

El inicio de la actividad ovulatoria en las ovejas Pelibuey, en condiciones de fotoperiodo natural, ocurre antes del solsticio de verano, indicando probablemente que esto se debiera a la refractoriedad a días largos, mas que la exposición a días cortos.

En condiciones naturales la oveja Pelibuey, puede presentar una refractoriedad a los días largos después del quinto o sexto mes de estar expuestas al fotoperiodo inhibitorio (días largos; Porras, 1999; Cerna *et al.*, 2000).

7.2. Fotorrefractoriedad a días cortos

Al mantener a un grupo de ovejas Pelibuey expuestas a un fotoperiodo artificial de días cortos (8hL/3 meses) y posteriormente someterlas a un fotoperiodo de días largos (16 hL/3 meses), el tiempo de cese de su actividad reproductiva fue de 90 días, cantidad de días mayor en comparación de los 40 días, cuando estas mismas ovejas estuvieron expuestas a un fotoperiodo natural decreciente (junio a diciembre) o a un periodo de 6 meses de fotoperiodo artificial corto (Porras, 1999). Estos resultados indican que el estado refractario a días cortos se manifiesta, alrededor de 6 meses.

En ovejas Pelibuey intactas, sometidas a tratamientos de luz constantes cortos (11 hL) sugieren que podría existir un estado de fotorrefractoriedad a días cortos, en relación con los tratamientos de luz constante largo. No se determinó si existe un estado fotorrefractorio a días largos (Hernández, 2000).

8. Efecto macho

El efecto macho, es un estímulo de orden social, que se emplea para iniciar la actividad reproductiva tanto en ovejas como en cabras. En ambas especies, la introducción repentina del macho provoca la ovulación, debido a que se induce un rápido incremento en la frecuencia de pulsos de LH, ocurriendo un pico preovulatorio que resulta en la ovulación dentro de los dos o tres primeros días post introducción del macho (Martin *et al.*, 1986).

8.1. Respuesta al efecto macho

Para poder estimular a las hembras sin actividad reproductiva, se requiere un periodo de aislamiento previo, el cual es indispensable y se debe considerar tanto en su duración como en su calidad. En el ganado ovino dicho periodo es de al menos dos semanas. El aislamiento consiste en que no deberá existir ningún tipo, ni grado de contacto entre los dos sexos; la hembra no deberá percibir la presencia del macho. En el aislamiento se deberá asegurar eliminar la comunicación auditiva, táctil, visual y olfativa (Amoah *et al.*, 1984; Martin *et al.*, 1986). Se ha observado que las hembras que permanecen en contacto continuo con el macho exhiben un patrón reproductivo estacional similar al de los animales que se mantienen aislados de los machos (Martin *et al.*, 1986).

La respuesta hormonal, causada por la introducción repentina del macho, consiste en un incremento rápido y dramático en la frecuencia de los pulsos de LH. El aumento en la secreción de esta hormona estimula el desarrollo folicular y provoca el pico preovulatorio de LH, el cual induce la ovulación (Martin *et al.*, 1980; 1986). El tiempo desde la introducción del macho hasta el primer incremento de LH es corto, de 2 a 4 minutos (McNatty *et al.*, 1981).

Ante el estímulo del macho, en la oveja se ha observado que existe una alta frecuencia de secreción pulsátil de LH y una amplitud reducida, a que se mantienen por lo menos durante 12 horas (Fabre-Nys *et al.*, 1984; Martin *et al.*, 1980). Así mismo, se ha observado que el pico preovulatorio de LH ocurre con mayor frecuencia en la noche (Fabre-Nys *et al.*, 1984).

En ovejas sin actividad reproductiva, la exposición al macho, induce pulsos rápidos de LH, los cuales se presentan de manera rápida y provocan la ovulación dentro de las primeras 48 horas (Oldham *et al.*, 1978a; Oldham y Pearce., 1983; Poindron *et al.*, 1980). Se menciona generalmente que, en el 50% de las hembras que responden al estímulo, no se forma el cuerpo lúteo de vida normal y sucede un ciclo corto, que resulta en una nueva ovulación 6 días después, sin manifestar una conducta estral. Esto se debe a que para manifestar celo, las ovejas requieren de una previa exposición a progesterona. Posteriormente, se forma un cuerpo lúteo, el cual ya tiene una duración normal y 17 días después se continua con un estro manifiesto y ovulación de duración típica (Oldham *et al.*, 1978 a y b, Pearce *et al.*, 1985; Martin *et al.*, 1986).

La ovulación es similar entre hembras adultas y jóvenes o primerizas, teniendo estas últimas una mayor tendencia a presentar ovulaciones silenciosas (Murtagh *et al.*, 1984; Oldham *et al.*, 1985).

8.2. Factores que modifican la respuesta

Los factores de respuesta al efecto macho, se pueden clasificar en dos categorías (Álvarez y Zarco, 2001). El primero en la relación intensidad-duración del estímulo y el segundo en la profundidad del anestro.

1. Intensidad-duración del estímulo. La intensidad del estímulo es lo que modifica la proporción de hembras que entrarán en actividad, considerando que el estímulo será de mayor intensidad cuando existe un alto grado de contacto entre los dos sexos (Shelton, 1980). Pearce y Oldham (1988), mencionaron que el contacto físico total logra una mayor estimulación en las

ovejas, en comparación al estímulo producido por la percepción de señales olfativas, visuales o auditivas.

La proporción de machos en el hato también altera la intensidad del estímulo. Una proporción mayor de machos incrementa la cantidad de interacciones directas que pudieran existir entre los dos sexos (Chemineau, 1987).

La duración de la presencia del macho en el hato también influye en la intensidad del efecto. Si el macho es retirado unas horas después de haber sido introducido con las hembras, la ovulación se bloquea (Oldham y Pearce, 1983; Signoret *et al.*, 1981), lo cual indica que la presencia del macho tiene que ser continua para desencadenar el pico preovulatorio de LH. Así mismo si el macho es retirado antes de que la ovulación ocurra, la frecuencia pulsátil de LH se reduce y los perfiles gonadotrópicos vuelven a ser como los descritos en el anestro estacional (Cohen-Tannoudji y Signoret, 1987).

2. La etapa del anestro en la cual las hembras se encuentran tiene una relación con la eficiencia del efecto macho (Álvarez y Zarco, 2001). Si la introducción del macho se realiza durante la época de anestro profundo, se observa que la primera ovulación se retrasa en comparación a la que presentan las hembras que se encuentran en un anestro superficial (Chemineau, 1983). Así mismo, la profundidad del anestro modificará la frecuencia de aparición de la conducta de estro asociada con la primera ovulación. O sea que mientras más profundo es el anestro, menor será la manifestación de conductas estrales y mayor la presentación de ciclos cortos (Chemineau, 1983; 1985).

Así mismo, la eficiencia del efecto macho dependerá de la etapa del anestro en la cual se encuentra la hembra. No solo la capacidad de respuesta de la hembra a la presencia del macho es importante para que se de el efecto, la condición reproductiva de éste es necesaria para la eficiencia del estímulo. Se ha observado que la falta de respuesta al efecto macho en el anestro es

consecuencia de la inactividad sexual del macho y no de la incapacidad de la hembra a responder al estímulo (Flores *et al.*, 2000).

III. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

3.1. JUSTIFICACIÓN

Dadas las condiciones actuales del sector ovino en México y con base en la información referente a las características reproductivas de la oveja Pelibuey, resulta importante identificar plenamente a aquellas que tengan la capacidad de mostrar ciclicidad estral continua durante el año; lo cual permitirá iniciar programas de selección para obtener animales con esta característica, y así poder ofrecer una producción de corderos durante todo el año y mejorar la rentabilidad y eficiencia de los sistemas de producción ovina a nivel nacional.

3.2. HIPÓTESIS

Las ovejas Pelibuey seleccionadas por su capacidad para ciclar de manera continua, no inhiben su actividad ovulatoria al ser expuestas a un régimen de luz de días largos (16hL/8hO).

3.3. OBJETIVOS

3.3.1. Objetivo general

Determinar los efectos del fotoperiodo artificial (16hL/8hO) en la actividad ovulatoria en ovejas Pelibuey seleccionadas para ciclar de manera continua.

3.3.2. Objetivo específico

Comparar la respuesta al fotoperiodo artificial (16 hL/8hO) de las ovejas Pelibuey seleccionadas para ciclar de manera continua en comparación a las ovejas estacionales.

IV. MATERIAL Y METODOS.

4.1. Localización.

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Enseñanza, Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en el Km 29 de la carretera federal México-Cuernavaca, México, Distrito Federal. Geográficamente se encuentra ubicado a 19°13' latitud Norte y 8' longitud Oeste, con una altitud de 2800 metros sobre el nivel del mar.

Las características climáticas de la región son C(w)b(ij), correspondiente al tipo semifrío-semihúmedo con lluvias en el verano con una temperatura promedio anual de 10°C, con precipitación anual promedio de 1200 mm (García, 1988).

4.2. Animales y Manejo.

Se utilizaron 30 ovejas Pelibuey adultas, con un peso vivo promedio de 45.9 ± 6.78 kilogramos al inicio de estudio. La alimentación proporcionada a las ovejas en los corrales de encierro y cámaras de luz, consistió en paja de avena a voluntad, ensilado de maíz (1 kg/anim/día) y alimento concentrado de marca comercial con un 14% de proteína (0.250 kg/anim/día), agua y sales minerales *ad libitum*. Cubriendo con esto las necesidades nutricionales de mantenimiento de las ovejas.

4.3. Grupos experimentales

ANTECEDENTES DE LAS OVEJAS

Las ovejas empleadas en este estudio fueron seleccionadas y clasificadas con base en los registros de dos estudios anteriores al presente trabajo.

Primeramente, la clasificación, de oveja continua (OC) y oveja estacional (OE) se determinó al llevar a cabo una selección de los animales, basándose en los registros de nacimiento de las ovejas. Las ovejas clasificadas como OC fueron aquellas hembras concebidas fuera de la temporada reproductiva, ya que se consideró que las madres mostraron actividad ovulatoria en plena época de anestro (febrero a junio). Las ovejas consideradas como OE se seleccionaron cuando la fecha de nacimiento en los registros, correspondió a los meses de la primavera (marzo a junio), indicando con esto que sus madres habían tenido actividad ovulatoria dentro de la época reproductiva (Valencia *et al.*, 2001)

Una vez establecida esta clasificación, las hembras se sometieron a dos protocolos, con el fin de monitorear su actividad reproductiva y corroborar la clasificación de OC y OE. El primer experimento consistió en someter a los dos grupos a la detección diaria de estros, utilizando para esto 2 machos Pelibuey celadores. La detección de estros se realizó durante los meses de diciembre a mayo, con el fin de observar toda la época de anestro.

El macho celador, provisto de un mandil, se introdujo con las ovejas durante 15 minutos al día, considerando actividad estral cuando el macho montó a la oveja y esta permitió ser montada. La oveja detectada en celo, era retirada del corral para que el macho continuara con la actividad de detección de celos. Para evitar un acostumbamiento por parte de las hembras al macho éste era reemplazado cada dos semanas. (Valencia *et al.*, 2001).

Los resultados de este experimento mostraron que en el grupo de las OC (n=15) se observó que sólo 2 hembras mostraron periodos de inactividad estral, una de las ovejas tuvo un periodo de anestro de 51 días entre diciembre y enero, y otra de 34 días entre febrero y marzo. Las demás ovejas presentaron estros regulares durante todo el periodo de observación (Figura 2).

	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
2192						
C-1						
A-9						
2089						
73						
74						
1691						
922	—	51	—	—	—	—
2000	—	—	—	34	—	—
A-5	NI	—	—	—	—	—
A-2	NI	—	—	—	—	—
75	NI	—	—	—	—	—
1477	NI	—	—	—	—	—
1902	NI	—	—	—	—	—
2115	NI	—	—	—	—	—

Figura 2 Presentación de actividad estral en ovejas Pelibuey seleccionadas para ciclar de manera continua. Las barras indican la manifestación de estros utilizando macho celador. Los números indican los días de inactividad sexual.

NI.- No información

Modificado de Valencia *et al.*, 2001

Lo anterior contrasta con la presentación de estros de OE (n=10), donde se observaron varios periodos de inactividad estral que van de 31 a 85 días en 8 hembras. Estos periodos se distribuyen de manera variable durante los meses de observación (Figura 3).

	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
924						
925						
929						
930						
1953						
902	—	31	—	—	—	—
903		85	—	—	34	—
2053		—	36	—	—	—
8120	—	37	—	69	—	—
8121						
909	—	—	—	35	—	—
901	—	—	—	44	—	—
910	—	35	—	63	—	49
913	—	—	—	—	52	—
917						

Figura 3 Presentación de actividad estral en ovejas Pelibuey estacionales. Las barras indican la manifestación de estros utilizando macho celador. Los números indican los días de inactividad sexual (Las cinco primeras ovejas no participaron en este estudio)

Modificado de Valencia *et al.*, 2001

Se observaron diferencias ($P < 0.05$) en la presentación de estros entre las OC y OE durante los meses de enero, marzo y abril, con 93, 93 y 100% para las OC, en comparación con un 60, 60 y 60% en las OE respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1 Porcentaje y número de ovejas Pelibuey con patrones reproductivos estacional y continuo mostrando estros. Periodo Diciembre a Mayo del 2000¹.

Mes	OC (n)	Nº. de ovejas estro	% de OC mostrando estro	OE (n)	Nº. de Ovejas estro	% de OE mostrando estro
Diciembre	15	8	60 ^a	10	8	80 ^a
Enero	15	14	93 ^a	10	6	60 ^b
Febrero	15	14	93 ^a	10	8	80 ^a
Marzo	15	14	93 ^a	10	6	60 ^b
Abril	15	15	100 ^a	10	6	60 ^b
Mayo	15	15	100 ^a	10	10	100 ^a

¹ La detección de estros se realizó diariamente con machos ovinos adultos provistos con mandil.
a,b. Filas con distinta literal indican diferencia estadística ($P < 0.05$).

Adaptado de Valencia *et al.*, 2003

Estos resultados sugirieron que la exposición diaria de las hembras a la presencia del macho, pudo haber influenciado el comportamiento estral, siendo las OC las más sensibles a la presencia del macho (Valencia y Porras, 2003). Sin embargo, en otros estudios se ha detectado actividad estral con machos diariamente, sin que se lograra evitar el anestro (Valencia *et al.*, 1981; Heredia *et al.*, 1991b). Este estímulo sería diferente al "efecto macho" debido a que no se llevaron a cabo las condiciones establecidas (Pearce y Oldhan, 1984) para la presentación de dicho efecto

El segundo estudio consistió en observar la actividad ovulatoria de las ovejas por medio de la determinación de los niveles de progesterona (P_4) aislando a las hembras de los machos (Valencia *et al.*, 2003). Dos veces por semana se tomaron muestras sanguíneas. Se consideró que existía actividad ovulatoria cuando en al menos dos muestras consecutivas se encontraron concentraciones plasmáticas de P_4 mayores a 1 ng ml^{-1} . La fase de anestro se determinó cuando en al menos 7 muestreos consecutivos (20 días) las concentraciones de P_4 eran menores a 1 ng ml^{-1} (Rodríguez *et al.*, 1992).

Los resultados de la actividad ovulatoria mostraron que las ovejas OC (n=15) presentaron un corto periodo de anestro principalmente entre los meses de abril y mayo. La duración promedio de días en anestro para dichas ovejas fue de 45.7 ± 18.2 (Figura 4).

	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
2192						24
C-1						
A-9					42	
2089					48	
73					35	
74						
1691					24	
922					60	
2000						
A-5					35	
A-2						33
75						
1477					58	
1902					61	
2115					83	

Figura 4 Actividad ovulatoria en ovejas Pelibuey seleccionadas para ciclar de manera continua. Las barras indican presencia de actividad ovulatoria determinada por medio de P₄. Los números indican los días de anestro.

Modificado de Valencia *et al.*, 2003.

Las OE (n=15) presentaron el periodo de anestro entre los meses de febrero a mayo, con una duración promedio de 82 ± 24.5 (Figura 5).

	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
924					85	
925					131	
929					64	
930					64	
1953					102	
902					62	
903					62	
2053					112	
8120					42	
8121					68	
909					81	
901					81	
910					81	
913					75	
917					120	

Figura 5 Actividad ovulatoria en ovejas Pelibuey estacionales. Las barras indican presencia de actividad ovulatoria determinada por medio de P₄. Los números indican los días de anestro.

Modificado de Valencia *et al.*, 2003

Existiendo una diferencia entre los días de anestro para OC y OE ($P < 0.05$).

Con relación a la proporción de ovejas OC y OE con actividad ovulatoria existió diferencia ($P < 0.05$) en los meses de febrero, marzo, abril y mayo, con valores de 100, 86.6, 40 y 53.3 % para OC, en comparación con un 78.5, 50, 0 y 0% respectivamente de las OE (Cuadro 2).

Cuadro 2 Porcentaje y número de ovejas Pelibuey con patrones reproductivos estacional y continuo mostrando actividad ovulatoria cíclica. Periodo diciembre a mayo 2001¹

Mes	OC (n)	Nº. de ovejas actividad ovárica	% de OC con actividad ovulatoria	OE (n)	Nº. de ovejas actividad ovárica	% OE con actividad ovulatoria
Diciembre	15	15	100 ^a	14	13	92.8 ^a
Enero	15	15	100 ^a	14	14	100 ^a
Febrero	15	15	100 ^a	14	11	78.5 ^b
Marzo	15	13	86.6 ^a	14	7	50 ^b
Abril	15	6	40 ^a	14	0	0 ^b
Mayo	15	9	60 ^a	14	0	0 ^b

¹ La actividad estrol de las hembras se determinó por medio de la concentración de P₄ en suero (RIA). a,b. Valores con distinta literal por renglón indican diferencia estadística ($P < 0.05$).

Modificado de Valencia *et al.*, 2003

Con estos resultados se pudo confirmar que existen ovejas que son capaces de ciclar todo el año; sin embargo, también se demostró que aunque en ciertos animales existen periodos de inactividad sexual, este se puede considerar un anestro poco profundo o un periodo de inactividad sexual y no como anestro propiamente dicho (Valencia y Porras, 2003).

Con estos dos experimentos, en donde se evaluó la capacidad de la oveja pelibuey para expresar actividad reproductiva durante las épocas de días largos bajo el fotoperiodo natural (19°13' latitud Norte), permitieron identificar de manera precisa a los animales OC y OE (Valencia *et al.*, 2003).

Sin embargo, se consideró de importancia establecer si las ovejas Pelibuey, específicamente las seleccionadas OC, eran capaces de mantener su actividad reproductiva a pesar de ser expuestas a un fotoperiodo de días largos correspondientes a latitudes de 35° latitud norte / sur. Por lo tanto se emplearon dos grupos experimentales, grupo 1 (n=15) conformado por OC y grupo 2 (n=15) formado por OE.

4.3. Tratamientos

El tratamiento se dividió en dos fases, la primera consistió en someter a los dos grupos seleccionados a un tratamiento de fotoperiodo artificial de 16 horas luz (16 hL) y 8 horas oscuridad (8 hO), tratamiento que previamente ha demostrado que es capaz de inhibir la actividad reproductiva de las ovejas (Legan y Karsch, 1980). La duración del tratamiento de luz fue de 92 días, comprendido del 21 de diciembre de 2001 al 21 de marzo de 2002.

La segunda etapa consistió en la exposición a la luz natural correspondiente a la primavera con una duración de 54 días. Los meses que abarco esta etapa fue de marzo a mayo de 2002

El tratamiento de luz artificial fue administrado por medio de la utilización de 2 cámaras de luz artificial, las cuales fueron diseñadas utilizando 2 cuartos oscuros, acondicionados para no permitir la entrada de luz natural. La iluminación dentro de las cámaras fue brindada por lámparas de luz fluorescente (luz de día) con una intensidad de 350 lux a nivel de los ojos de la oveja (Legan y Karsch, 1980). El horario de administración de las horas luz fue controlado por un sistema de interruptores automáticos*, los cuales controlaban el tiempo de encendido (6:00 h) y apagado (22:00 h) de las lámparas. Así mismo, las cámaras contaron con un sistema de ventilación el cual era controlado por los mismos interruptores para su encendido y apagado. Dentro de las cámaras

los animales contaban con comederos y bebederos para completar su alimentación.

Las ovejas salían diariamente de las cámaras a las 8:30 h y se mantenían en corrales de encierro a la intemperie, donde permanecían hasta las 16:00 h, momento en el cual retornaban a las cámaras de luz para continuar con el tratamiento de luz restante.

Las hembras se encontraban aisladas de los machos durante la realización de este estudio.

4.4. Toma de muestras y análisis de laboratorio

Durante toda la duración del tratamiento de luz artificial y de la exposición a la luz natural correspondiente a la primavera, dos veces por semana en días preestablecidos, se tomaron muestras sanguíneas por medio de punción yugular usando tubos de colección con heparina. Durante la primera hora después de la colección las muestras fueron centrifugadas a 3,500 rpm/10 minutos para la separación del plasma, y una vez separado, se mantuvo a -20° C hasta su análisis en el laboratorio.

La determinación de progesterona en el plasma sanguíneo se realizó mediante la técnica de radioinmunoensayo en fase sólida (Srikandakumar *et al.*, 1986; Pulido *et al.*, 1991), empleando un kit comercial (Coat-A-Count DPC).

Los coeficientes de variación intra e interensayo, fueron de 1.9 y 2.56% respectivamente.

Se consideró como actividad ovulatoria cuando se encontraron concentraciones en al menos dos determinaciones consecutivas de progesterona mayores a 1 ng ml^{-1} . La fase de anestro se determinó cuando por mas de 7 muestreos consecutivos (20 días) los niveles de hormona encontrados fueran menores a 1 ng ml^{-1} (Rodríguez *et al.*, 1992).

* interruptores de la marca TORK Inc., mod. 8001, interruptor horario 24 horas

4.5. Análisis estadístico

Para el análisis de los efectos de la exposición a los días largos artificiales sobre la inhibición de la actividad ovulatoria en los dos grupos, se realizó la prueba Chi-cuadrada (X^2), en donde el cuadro de contingencia se estableció considerando la presentación de anestro (refractariedad) al tratamiento de luz artificial. La prueba se realizó empleando el programa estadístico JMP® Versión 3* (Sall y Lehman, 1996).

Así mismo, los días que tardaron en iniciar el anestro las ovejas durante la aplicación del tratamiento de luz fue analizado por medio de una comparación de medias ("t" Student; Steel y Torrie, 1997).

* JMP marca registrada de SAS Institute.

V. RESULTADOS

Actividad ovulatoria bajo un tratamiento de fotoperiodo artificial (16hL/8hO).

Durante la exposición al tratamiento de luz artificial, las ovejas continuas mantuvieron su actividad ovulatoria en un promedio de 77.5 ± 11.8 días (PROM \pm SEM) y las ovejas estacionales la mantuvieron 73.3 ± 13.6 días (Cuadro 3), sin que existiera diferencia entre grupos ($P > 0.05$).

Cuadro 3 Número de días para manifestación del anestro en las ovejas Pelibuey expuestas a días largos artificiales

OVEJAS PELIBUEY	PROMEDIO DE DÍAS CICLANDO (PROM \pm SEM)
Continuas	77.5 ± 11.8^a
Estacionales	73.3 ± 13.6^a

^a No existió diferencia estadística ($P < 0.05$).

Al terminar la fase de exposición del tratamiento de luz artificial, sólo 4 de 15 OC (26.6%) reiniciaron su actividad ovulatoria, una a mediados de abril y 3 a principios de mayo después de un periodo de inactividad reproductiva promedio de 44 ± 21 días (Figura 6).

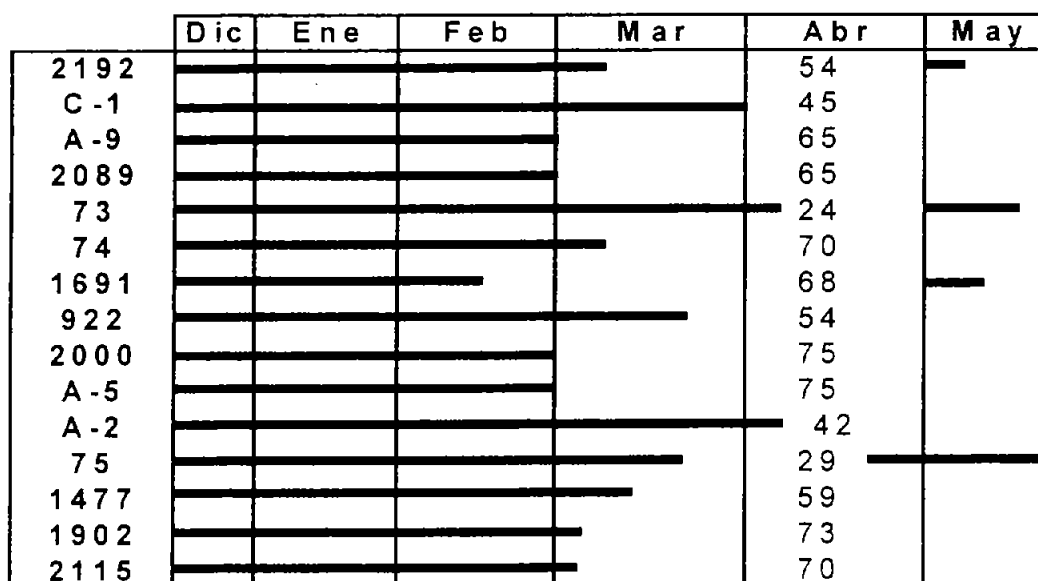


Figura 6 Actividad ovulatoria en ovejas Pelibuey continuas bajo el tratamiento de luz artificial (zona sombreada). Las barras indican actividad ovulatoria. Los números indican los días de inactividad sexual.

De las OE, sólo 1 (6.6%) reinició su actividad reproductiva a mediados del mes de abril, con un periodo de inactividad de 42 días (Cuadro 4 y Figura 7).

Cuadro 4 Porcentaje y número de ovejas Pelibuey con patrones reproductivos estacional y continuo mostrando actividad ovulatoria cíclica durante el tratamiento de fotoperiodo artificial

Mes	OC (n)	N°. de OC con actividad ovulatoria	% de OC actividad ovulatoria	OE (n)	N°. de OE con actividad ovulatoria	% de OE actividad ovulatoria
Diciembre	15	15	100 ^a	15	15	100 ^a
Enero	15	15	100 ^a	15	15	100 ^a
Febrero	15	15	100 ^a	15	15	100 ^a
Marzo	15	6	40 ^a	15	6	40 ^a
Abril	15	0	0 ^a	15	0	0 ^a
Mayo	15	2	13.3 ^a	15	1	6.6 ^b

¹ La actividad estral de las hembras se determinó por medio de la concentración de P₄ en suero (RIA).
a,b. Valores con distinta literal por renglón indican diferencia (P<0.05).

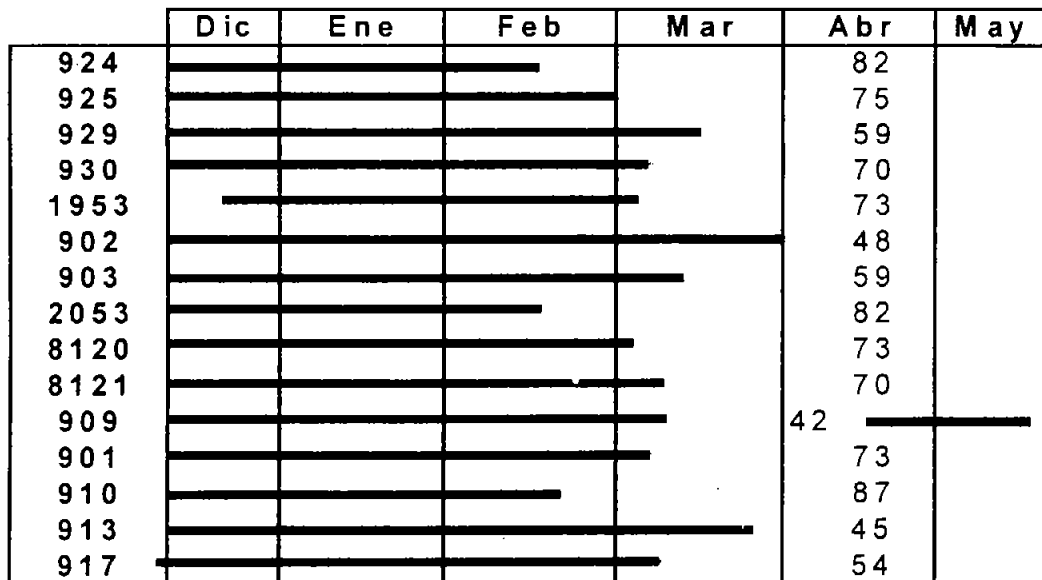


Figura 7 Actividad ovulatoria en ovejas Pelibuey estacionales bajo el tratamiento de luz artificial (zona sombreada). Las barras indican actividad ovulatoria. Los números indican los días de inactividad sexual.

FE DE ERRATAS
(por problemas de impresión)

Pág. 39. Figura (6) Debe aparecer así

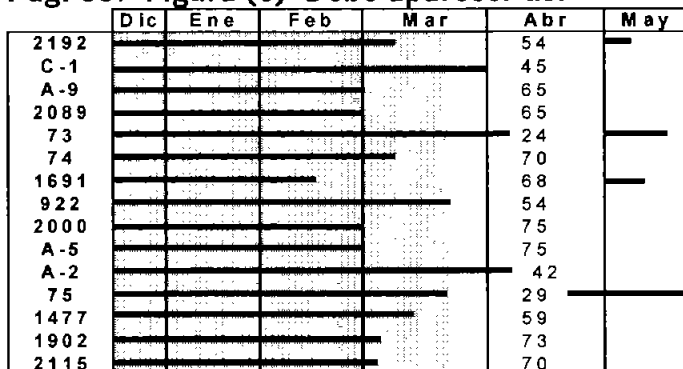


Figura 6 Actividad ovulatoria en ovejas Pelibuey continuas bajo un tratamiento de luz artificial (zona sombreada). Las barras indican actividad ovulatoria. Los números indican los días de inactividad sexual

Pág. 40. Figura 7 debe aparecer así:

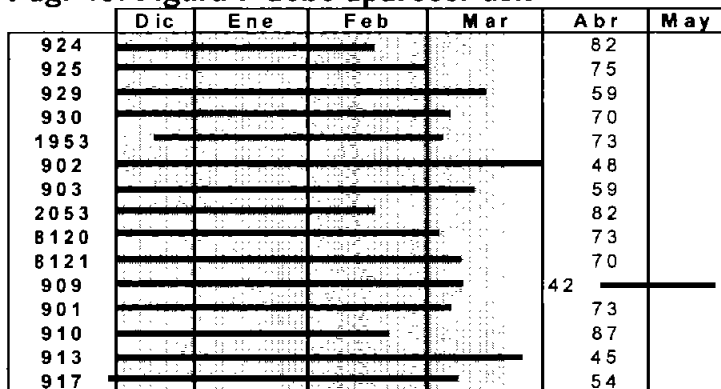


Figura 7 Actividad ovulatoria en ovejas Pelibuey estacionales bajo el tratamiento de luz artificial (zona sombreada). Las barras indican actividad ovulatoria. Los números indican los días de inactividad sexual

VI. DISCUSIÓN

La característica de presentar actividad ovulatoria continua se ha observado en algunas ovejas de origen ecuatorial y puede ser explicada por dos hipótesis, una que sugiere que las ovejas son insensibles al fotoperiodo existente en esas zonas (Lindsay., 1991; Chemineau *et al.*, 2004) y la otra que sugiere que el cambio en la amplitud del fotoperiodo es tan corto, que les permite presentar esta característica (Chemineau *et al.*, 2004). Las ovejas originarias de latitudes altas (35° N ó S) detectan el cambio en la dirección del fotoperiodo (fotosensibilidad) para detener su actividad sexual (Lindsay *et al.*,1984). Sin embargo, bajo condiciones de fotoperiodo natural de la latitud de 19° 13' N, en donde existe una diferencia en el fotoperiodo de 2 horas 17 minutos, las ovejas seleccionadas como continuas, aparentemente no son sensibles a este cambio en la dirección del fotoperiodo y por lo tanto pueden tener la capacidad fisiológica de continuar con su actividad reproductiva durante todo el año, como se ha reportado en otros estudios (Valencia *et al.*, 1975; Cruz *et al.*, 1994; Valencia *et al.*, 2001; Valencia *et al.*, 2002).

Aunque se considera que la fotosensibilidad, que es la detección del cambio en la dirección del fotoperiodo, es una capacidad adquirida de las ovejas originarias de latitudes altas (35° N o S) para detener su actividad estral, esta característica está pobremente desarrollada en ovejas originarias y que habitan en los trópicos (Lindsay *et al.*, 1984; Lindsay, 1991). Sin embargo, en este estudio se observó que cuando el cambio de la dirección del fotoperiodo se intensifica, colocando a las ovejas Pelibuey, originarias de latitudes tropicales, en un tratamiento de luz artificial de 16 hL : 8 hO, éstas son capaces de detectar esa señal y activan el mecanismo neuroendocrino que controla el anestro (Karsch *et al.*,1984; Gallegos-Sánchez *et al.*,1999), independientemente de su clasificación por su actividad ovulatoria (continua o estacional), es decir desarrollan la fotosensibilidad.

Con relación al tiempo (días) que se requiere para la manifestación del anestro a partir de la exposición a los días artificiales largos , en este estudio fue de 77.53 ± 11.8 días para las ovejas continuas y de 73.33 ± 13.6 días para las ovejas estacionales, siendo ligeramente superiores a los resultados reportados por

Hernández (2000), en el cual se sometieron a ovejas Pelibuey a tratamientos de luz artificial constante larga y donde el tiempo requerido para el cese de la actividad reproductiva fue de 55.33 ± 14.3 días para ovejas que se mantuvieron en un fotoperiodo inverso y de 20.66 ± 5.6 días en ovejas que se sometieron al tratamiento de luz constante largo correspondiente al solsticio de verano. Sin embargo, en este último grupo, la actividad de las ovejas fue muy irregular, encontrándose ovejas que no manifestaron el anestro durante el tratamiento. Por otro lado, Porras (1999) reportó que el tratamiento de luz largo induce el cese de la actividad reproductiva a los 65.6 ± 7.2 días, y en ovejas Pelibuey con historia previa de fotoperiodo decreciente, el cambio a luz larga artificial induce el cese a los 58.7 ± 13.8 días, datos ligeramente inferiores a los obtenidos en este estudio. Pero al comparar los resultados de estos estudios con los resultados obtenidos con ovejas de lana que son expuestas a un fotoperiodo de 90 días artificiales largos (16 hL : 8 hO) y en donde inhiben su actividad entre los 20 y 30 días posteriores a esta exposición (Karsch *et al.*, 1984; Timothier, 1989), se observa que la diferencia es mayor.

En las ovejas Suffolk, que son cambiadas de un fotoperiodo largo a uno intermedio muestran una respuesta inductiva, lo cual indica que la información fotoperiódica que es captada con anterioridad es la que determina y sincroniza la estación reproductiva (Robinson y Karsch, 1987). Si las ovejas son expuestas a un fotoperiodo de 60 días largos a partir del solsticio de invierno, cuando comienzan a ser refractarias a los días cortos, pueden responder a estos últimos, iniciando su actividad reproductiva en abril-mayo, aproximadamente a los 50 ó 60 días. (Jackson *et al.*, 1988). Esto es similar a lo observado en algunas ovejas seleccionadas como continuas (4) en este estudio, las cuales fueron expuestas a 90 días artificiales largos después del solsticio de invierno, reiniciando su actividad a los 44 ± 21 días. Hernández (2000) reporta reinicios rápidos de la actividad reproductiva; este autor menciona que la exposición a días largos inhibió la actividad en ovejas Pelibuey, pero que la duración del anestro fue muy pequeño, terminando a los 26.6 ± 3.7 días, después de haber sido trasladadas al fotoperiodo

corto o natural que se manifestaba en la zona. La autora sugiere que esto es debido a que existe una "rápida pérdida" de sensibilidad al fotoperiodo largo.

Además del fotoperiodo existen otros factores que pudiesen influir sobre la característica de actividad ovulatoria continua. Valencia *et al.*, (2003) en el primer año de su investigación, en donde se determinó la actividad ovulatoria con el macho celador, reporta que el porcentaje de ovejas continuas es mayor en comparación al segundo año, en el cual permanecieron aisladas de la presencia del macho (Valencia y Porras, 2003), por lo que pareciera que la interacción entre los dos sexos es suficiente para estimular y mantener la actividad ovulatoria.

Otro factor a considerar, es el relacionado con la nutrición. Se ha mencionado que bajos niveles de nutrición y/o una pobre condición corporal están asociados con un incremento en la sensibilidad hipotalámica al estradiol y que en ovejas en donde su estacionalidad reproductiva es reducida (ovejas mediterráneas), la duración y profundidad del anestro estacional, así como su tasa de ovulación, que en parte son determinadas por el fotoperiodo, pueden verse modulados por el efecto de la nutrición (Forcada *et al.*, 2002).

Además de lo anterior, en estudios realizados en México, se ha demostrado que las ovejas que reciben una dieta restringida presentan un anestro mayor, en comparación a aquellas que recibieron una alimentación que cubría sus necesidades (Heredia *et al.*, 1991 b). Sin embargo, las ovejas empleadas en este estudio, tuvieron alimentación constante durante todo el experimento, cubriendo sus necesidades nutricionales, por lo que se puede descartar que este factor haya influido en la presentación del anestro.

También la madurez (edad) puede influir en la actividad reproductiva de la oveja Pelibuey, pues se ha observado que las ovejas primíparas son más susceptibles a presentar anestro estacional que aquellas con uno o más partos (Valencia y Porras, 2003). En otros estudios, donde se emplearon ovejas de pelo (Pelibuey y Black belly), se encontró que en las hembras jóvenes (<2.5 años) la duración y presentación del anestro estacional era significativamente mayor en comparación con aquellas ovejas de mayor edad (Figuroa *et al.*, 1998). En el presente estudio, las ovejas continuas tenían una edad promedio de 6.5 años y las clasificadas como

estacionales de 4.5 años, lo cual pudo ser un factor que influyó en los resultados obtenidos.

Por último, es necesario considerar que las ovejas Pelibuey que se emplearon para la realización de este estudio, se han mantenido bajo condiciones controladas de experimentación, sin haber sufrido cambios fisiológicos importantes representados por la gestación, parto y lactación que implican profundas modificaciones hormonales y metabólicas y que no necesariamente reflejan las condiciones a las que son sometidas las ovejas en manejos de producción.

VII. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Con los resultados obtenidos en este trabajo se puede concluir que la exposición de las ovejas Pelibuey a días largos (16 hL: 8 hO) por 90 días a partir del solsticio de invierno, estas son capaces de detectar el cambio en el fotoperiodo y activan el mecanismo neuroendocrino que controla el anestro estacional, independientemente de su clasificación, continuas o estacionales.

Pese a no encontrar diferencias entre los grupos de este estudio, en cuanto a su respuesta a la manifestación del anestro, si existió una diferencia en comparación a las ovejas de la misma raza empleadas en estudios donde se emplearon tratamientos de fotoperiodo artificial, en donde el tiempo de respuesta a los tratamientos de días largos fue menor sobre todo en comparación a las ovejas seleccionadas como continuas.

La mayoría de las ovejas continuas presentan anestro, sin embargo estas pueden reiniciar su actividad reproductiva antes que las clasificadas estacionales.

Bajo condiciones naturales, las ovejas Pelibuey son insensibles a la diferencia de horas luz, sin embargo, cuando se incrementa de manera artificial el cambio en la dirección del fotoperiodo, aumentando la diferencia entre la cantidad de horas luz, la mayoría de las ovejas manifiestan el anestro.

Los resultados obtenidos en este trabajo, permitirían caracterizar plenamente a las ovejas que presenten la capacidad de ciclar continuamente a lo largo del año y aquellas hembras que presentan periodos cortos de inactividad sexual, los cuales pueden ser evitados o interrumpidos con herramientas básicas, tales como la presencia del macho y un buen manejo nutricional (calidad de la dieta), con lo que se apoyaría al sector ovino al proponer programas reproductivos para obtener crías durante todo el año, y disponer de ellas para el consumo o para pie de cría.

VIII. LITERATURA CITADA

Álvarez RL, Zarco QLA. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet. Méx*; 2001;32:117-129.

Amoah EA, Bryant MJ. A note on the effect of contact with male goats on occurrence of puberty in female goat kids. *Anim Prod Sci*. 1984;38:141-144.

Arroyo LJ. Amamantamiento y su efecto en el restablecimiento de la actividad ovulatoria postparto en ovejas Pelibuey. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Especialidad de Ganadería. Montecillo, Descoco, 2do. de México. 2001.

Barrel GK, Muenster MS, Carat A. and Karsch J.F. Seasonal changes of gonadotropin-releasing hormone secretion in the ewe. *Biology of Reproduction*. 1992; 46: 1130-1135.

Bittman EL. Photoperiodic influences on testicular regression in the golden hamster: termination of scotorefractoriness. *Biol Reprod*. 1978; 18, 871-877.

Caraty A, Fabre-Nys C, Delaleu B, Locatelli A, Bruneau, Karsch FJ and Herbison A. Evidence that the mediobasal hypothalamus is the primary site of action of estradiol in inducing the preovulatory gonadotropin releasing hormone surge in the ewe. *Endocrinology*. 1998;139:1752-1760.

Castillo RH, Valencia ZM, Berruecos VJM. Comportamiento reproductivo del borrego "Tabasco" mantenido en clima tropical y subtropical. *Índices de fertilidad. Téc Pec*. 1972; 20:52-56.

Cerna C, Porrás A, Valencia MJ, Perera G, Zarco L. Effect of an inverse subtropical (19°13'N) photoperiod on ovarian activity, melatonin and prolactin secretion in Pelibuey ewes. *Anim Reprod Sci*. 2000: 511-525.

Chemineau P. Effect on oestrus and ovulation of exposing Creole goats to the male at three times of year. *J Reprod and Fertil*. 1983; 67:65-72.

Chemineau P. Effects of a progestagen on buck-induced short ovarian cycles in the Creole meat goat. *Anim Reprod Sci*. 1985; 9:87-94.

Chemineau P. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrus cycles in anovulatory goats. *Livest Prod Sci* 1987; 17:135-147.

Chemineau P, Malpoux B, Thiéry JC, Viguié C, Morello H, Zarazaga L, Pelletier J. The control of seasonality: A challenge to small ruminant breeding. In:.

Reproduction and animal breeding, advances and strategy. Enne G, Greppi GP, Lauria A editors. Paris Elsevier, 1995:225-250.

Chemineau P, Daveau A, Cognié Y, Aumont G, Chesneau D. Seasonal ovulatory activity exists in tropical Creole female goats and Black Berry ewes subjected to a temperate photoperiod. *BMC Physiology* 2004; 4:12.

Cohen-Tannoudji J, Signoret JP. Effect of short exposure to the ram on later reactivity of anoestrous ewes to the male effect. *Anim Reprod Sci.* 1987; 13:263-268.

Cortés ZJ. Reinicio de la actividad ovarica postparto en ovejas Pelibuey paridas en diferentes épocas del año. Tesis de doctorado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1993.

Cruz LC, Fernández-Baca S, Escobar MFJ., Quintana F. Edad al primer parto e intervalo entre partos en ovejas Tabasco en el trópico húmedo. *Vet.Méx.* 1983; 14: 1- 5.

Cruz LC, Fernández-Baca S, Álvarez LJ, Pérez RH. Variaciones estacionales en la presentación de la ovulación, fertilización y sobrevivencia embrionaria de ovejas Tabasco en el trópico húmedo. *Vet Méx.* 1994; 25: 23-27.

Dahl GE, Evans NP, Thrun LA. Thyroxine is permissive to seasonal transitions in reproductive neuroendocrine activity in the ewe. *Biol of Reprod.* 1995; 52, 690-696.

De Lucas-Tron J. Situación de la producción ovina en México y perspectivas para el nuevo siglo. Curso Avances en nutrición ovina I, Especialidad en Producción Ovina, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Edo. de Méx. 2000.

Fabre-Nys C, Martin GB, Cognié y, Thiery JC. Onset of the preovulatory LH surge and oestrus intact ewes: night is a preferred period. *Theriogenology* 1984; 22:489-495.

Flores JA, Véliz FG, Pérez-Villanueva JA, Martínez de la Escalera G, Chemineau P, Poidron P, Malpoux B, Delgadillo JA. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol Reprod.* 2000; 62:1409-1414.

Follet BK. Hypothyroidism affects reproductive refractoriness and the seasonal oestrus period in Welsh Mountain ewes. *Journal of Endocrinology* 1990, 127, 103-109.

Figuerola SF, Heredia AM, Velásquez MPA. Efectos genéticos y ambientales sobre la estacionalidad reproductiva en ovejas de pelo bajo condiciones de trópico. Memorias de XXXIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria 1998. Pág. 24. Querétaro, México.

Forcada F, Zuñiga O, Abecia JA. The role of nutrition in regulation of LH secretion during anestrus by the serotonergic and dopaminergic systems in Mediterranean ewes treated with meatonin. *Theriogenology* 2002; 58: 1303-1313.

Gallegos-Sánchez J, Delaleu B, Caraty A, Malpoux B and Thiery JC. Estradiol acts locally within the retrochiasmatic area to inhibit pulsatile luteinizing-hormone release in the female sheep during anoestrus. *Biology of Reproduction*. 1997; 56,1544-1549.

Gallegos-Sánchez J, Hernández PP y Albarrán de la LI A. Neuroendocrinología del ciclo reproductivo de la oveja. Memorias del curso internacional en fisiología de la reproducción en rumiantes, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 1999.

García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. (Para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana) 4ª edición. Instituto de Geografía- UNAM. México 1988.

González-Reyna A, Valencia J, Foot WC and Murphy B.D. Hair sheep in México: Reproduction in the Pelibuey sheep. *Anim Breed Abstr*. 1991; 59: 509-524.

Goodman LR, Bittman LE, Foster LD and Karsch JF. Alterations in the control of luteinizing hormone pulse frequency underlie the seasonal variation in estradiol negative feedback in the ewe. *Biol Reprod*. 1982; 27: 580- 589.

Goubillon ML, Delaleu B, Tillet Y, Caraty A, Herbison AE. Localization of estrogen-receptive neurons projecting to the GnRH neuron-containing rostral preoptic area of the ewe. *Neuroendocrinology*. 1999; 70: 228-236.

Hafez ES. Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. *J.Agric. Sci. Cambridge* 1952;42:189-225.

Heredia A, Menéndez TM, Velásquez MA. Factores que influyen en la estacionalidad reproductiva en la oveja Pelibuey. Memorias Reunión Nacional de Investigación Pecuaria 1991. Cd. Victoria, Tamaulipas, Méx. UNAM-SAGARPA. 1991(b)

Hernández MX, Fotorrefractoriedad reproductiva en la Oveja Pelibuey. Tesis de Maestría. UNAM- FMVZ, México D.F.2000.

Hernández A, Angulo MRB, Cervantes MJC, Ortiz HA, Zarco QL, Valencia MJ. Influencia de la raza y de la profundidad del anestro sobre el efecto hembra-hembra en ovejas. Memorias X Congreso Nacional de Producción Ovina. 1999. Veracruz, Ver., 13-15 Octubre 1999. Págs. 80-84.

l'Anson H and Legan SJ. Changes in LH pulse frequency and serum progesterone concentration during the transition to breeding season in ewes. *J Reprod Fertil.* 1988; 82: 341-351.

Jackson GL, Gibson M, Kuehl D. Photoperiodic disruption of photorefractoriness in the ewe. *Biol. Reprod.* 1988; 38: 127-134.

Kao C , Schaeffer DJ, Jackson GL. Different neuroendocrine systems modulate pulsatile luteinizing hormone secretion in photosupressed and photorefractory ewes. *Biol of Reprod* 1992; 46, 425-434.

Karsch FJ, Bittman EL, Foster DL, Goodman RL, Legan SJ and Robinson JE. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent Progr Horm. Res.* 1984;40:185-232.

Karsh FJ, Bittman E, Robinson J, Yellon S, Wayne N, Olster D, Kaynard A. Melatonin and photorefractoriness: Loss of response to the MEL signal leads to seasonal reproductive transitions in the ewe. *Biol of Reprod.* 1986, 34, 265-274.

Karsch JF, Dahl GE, Evans NP, Manning JM, Mayfield KP, Moenter SM and Foster D. Seasonal changes in gonadotropin-releasing hormone secretion in the ewe. Alteration in response to the negative feedback action of estradiol. *Biol of Reprod.* 1993; 49: 1377-1383.

Legan JS and Karsch JF. Neuroendocrine regulation of the estrous cycle and seasonal breeding in the ewe. *Biol Reprod.* 1979; 20: 74-85.

Legan JS, Karsch JF, and Foster LD. 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.* 1977; 101: 818-824.

Legan JS and Karsch JF. Photoperiodic control of seasonal breeding in ewes: Modulation of negative feedback action of estradiol. *Biol Reprod* 1980; 23:1061-1068.

Lindsay DR, Pelletier J, Pisselet C, Courot M. Changes in photoperiod and nutrition and their effects on testicular growth of ram. *J. Reprod. Fertil.* 1984;71:351-356.

Lindsay DR. Reproduction in the sheep and goat. In Reproduction in Domestic Animals. Ed Cupps, P.T. Academic Press . California U.S.A. 1991.

Lincoln GA and Short RV. Seasonal breeding: Nature's contraceptive. Recent Prog Horm. Res. 1980;36:1-52.

Malpaux B, Robinson JE, Brow MB, Karsch FJ. Importance of changing photoperiod and melatonin secretory pattern in determining the length of the breeding season in the Suffolk ewe. J. Reprod Fert. 1988; 83, 461-470.

Malpaux B, Daveau A, Maurice F, Locatelli A, Thiéry JC. Evidence that melatonin-binding sites in the pars tuberalis do not mediate the photoperiodic actions of melatonin on LH and prolactin secretion in ewes. J Reprod Fertil. 1994; 101: 625-632.

Malpaux B, Viguié C, Skinner DC, Thiéry JC, Pelletier J, Chemineau P. Seasonal breeding in sheep: Mechanism of action of melatonin. Anim Reprod Sci. 1996; 42: 109-117.

Malpaux B., Daveau A., Maurice-Mandon F., Duarte G., Chemineau P. Evidence that melatonin acts in the premammillary hypothalamic area to control reproduction in the ewe: presence of binding sites and stimulation of luteinizing hormone secretion by in situ microimplant delivery. Endocrinology. 1998; 139: 1508-1516.

Malpaux B, Thiéry JC, Chemineau P. Melatonin and the seasonal control of reproduction. Reprod Nutr Devel. 1999; 39: 355-366.

Malpaux B, Tricoire H, Mailliet F, Daveau A, Migaud M, Skinner DC, Pelletier J and Chemineau P. Melatonin and seasonal reproduction: Understanding the neuroendocrine mechanisms using the sheep as a model. Reprod Suppl. 2002; 59: 167-179.

Martin GB, Oldham CM Lyndsay DR. Increased plasma LH levels in seasonally anovular Merino ewes following the introduction of rams. Anim Reprod Sci. 1980; 3:125-132.

Martin GB, Oldman CM, Cognié Y, Pearce DT. The physiological response of anovulatory ewes to the introduction of rams: a review. Livest Prod Sci 1986;15:219-247.

McNatty KP, Gibb M, Dobson C, Turley DC. Evidence that changes in luteinizing hormone secretion regulate the growth of the preovulatory follicle in the ewe. J. Endocrinology 1981;90:375-389.

Murtagh JJ, Gray SJ, Lindsay DR, Oldham CM. The influence of the "ram-effect" on 10-11 month old Merino ewes on their subsequent performance when introduced to rams again at 15 months of age. Proc Austr Soc Anim Prod. 1984;15:490-493.

Nicholls TJ, Jackson GL and Follet BK. Reproductive refractoriness in the Welsh Mountain ewe induced by a short photoperiod can be overridden by exposure to a shorter photoperiod. Biol of Reprod. 1989; 40, 81-86.

Oldham CM, Martin GB, Knight TW. Stimulation of seasonally anovular ewes by rams. I Time from introduction of rams to the preovulatory surge of LH surge and ovulation. Anim Reprod Sci. 1978; 1:283-290 (a).

Oldham CM, Martin GB, Knight TW. Stimulation of seasonally anovular ewes by rams. II Premature regression of ram induced corpora lutea. Anim Reprod Sci. 1978;1:291-295 (b).

Oldham CM, Pearce DT. Mechanism of the ram effect. Proc Austr Soc Reprod Sci 1983;157:72-75.

Oldham CM, Pearce DT, Gray SJ. Progesterone priming and age of ewe affect the life span of corpora lutea induced in the seasonally anovulatory Merino ewe by "ram-effect". J. Reprod Fert. 1985;75:29:33.

Padilla RFJ, Mapes SGE, Jiménez KF. Perfiles hormonales durante el ciclo estral de la oveja. Técnica Pecuaria en México,1988;28:96-108.

Pearce DT, Martin GB, Oldham CM. Corpora lutea with short life-span induced by rams in seasonally anovulatory ewes are prevent by progesterone delaying the preovulatory surge of LH. J Reprod Fert. 1985;75:79-84.

Pearce GP, Oldham CM. Importance of non-olfactory ram stimuli in mediating ram-induced ovulation in the ewe. J Reprod Fertil. 1988; 84,333-339

Pévet P, Environmental control or the annual reproductive cycle in mammals. In Comparative Physiology of Enviromental Adaptations. Vol 3. 8th ESCP Conference. Strasbourg. 1986. 82-100.

Poindron P, Cognié Y, Gayerie F, Orgeur P, Oldham CM, Ravault JP. Changes in gonadotrophins and prolactin levels in isolated (seasonally or lactationally) anovular ewes associated with ovulation caused by introduction of rams. Physiol Behav 1980;25:227-236

Porras AAI. Efectos del fotoperiodo artificial sobre la actividad reproductiva de la oveja Pelibuey. Tesis Doctorado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma De México. México D.F. 1999.

Pulido A, Zarco L, Galina C, Murcia C, Flores G, Posadas E. Progesterone metabolism during storage of blood sample for Gyr cattle. Effect of anticoagulant time and temperature of incubation. *Theriogenology* 1991;35:965-975.

Reiter RJ, Petterborg LJ, Philo RC. Refractoriness to the antigonadotrophic effects of melatonin in male hamsters and its interruption by exposure of the animals to long daily photoperiods. *Life Sci.* 1979 29;25, 1571-1576.

Robinson J and Karsch F. Refractoriness to inductive day lengths terminates the breeding season of the Suffolk ewe. *Biol of Reprod.* 1984; 31 656-663.

Robinson J and Karsch F. Photoperiodic history and changing melatonin pattern determinate the neuroendocrine response of the ewe to the daylength. *J Reprod. Fertil.* 1987; 80:159-165.

Robinson J, Wayne NL, Karsch F. Refractoriness to inhibitory day lengths initiates the breeding season of the Suffolk ewe. *Biol of Reprod.* 1985; 32, 1024-1030.

Rodriguez M, Zarco L, Cruz C. Effects of differences levels on age and weight at puberty onset in Pelibuey ewes born during the autumn. 12th International Congress on Animal reproduction. Congress proceedings. Vol 4. Free communications. Numbers. Serie. 616. 2096-2098. The Hague, The Netherlands. 1992.

SAGARPA. Estadísticas agropecuarias. 2001. México, D.F..

Sall J and Lehman A. JMP Start Statistic. A guide to statistics and data analysis using JMP and JMP INC® Software. Duxury Press. An international Thomsom Publising Comp. SAS institute Inc. USA 1996.

Sánchez Del RC y Martínez HP. Situación y perspectivas de la ovinocultura nacional. Memorias, bases de la cría ovina IV. Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinocultura. Tlaxcala, México. 1998.

Scaramuzzi RJ and Baird TD. Pulsatile release of luteinizing hormone and the secretion of ovarian steroids in sheep during anestrus. *Endocrinology.*1977; 101: 1801-1806.

Shelton M. Goats: Influence of varios exteroceptive factors on initiation of oestrus and ovulation. *Int Goat Sheep Res.* 1980;1:156-162.

Signoret JP, Fulkerson WJ, Lindsay DR. Effectiveness of testosterone-treat wethers and ewes as teasers. *Appl Anim Ethol* 1981;7:57-66.

Srikandakumar A, Ingraham RH, Ellsworth, Arachabald LF; Liao A, Godke RA; Comparison of a solid phase, no- extraction for progesterone with and extraction assay for monitoring luteal function in the mare, bitch and cow. *Theriogenology*, 1986; 26:779-793.

Stell RGD, Torrie HJ and Dickey AD. Principles and procedures of statistics a biometrical approach. 3th edition. McGraw-Hill Comp. USA. 1997.

Thiéry JC, Chemineau P, Hernández X, Migaud M, Malpoux B. Neuroendocrine interaction and seasonality. *Domes. Anm. Endocrinology* .2002; 23: 87-100.

Thimothier J, Brieu V, Ortavant R, Pelletier J. Daylength measurement in sheep. *Biology of reproduction*, 1985;32: Suppl 1 Abst 36.

Thimothier J Contrôle photopériodique de l'activité ovulatoire chez la brebis. Existence de rythmes endogènes. Thèses 1989.

Valencia J., Porras A., Mejía O., Berruecos JM., Zarco L. Estacionalidad reproductiva de ovejas Pelibuey (madres e hijas) seleccionadas para ciclar de manera continua. XXV Congreso Nacional de Buiatría. Veracruz, Ver., 16-18 Agosto. Asoc. Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC.,2001.

Valencia MJ, Porras A, Trujillo MJ, Berruecos JM y Zarco L. Actividad ovulatoria de ovejas Pelibuey seleccionadas o no para ciclar en forma continua. Memorias XXVII Congreso Nacional de Buiatría. 2003 Villahermosa, Tabasco, Méx., 12-14 junio 2003. Asoc. Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC., Pág. 265..

Valencia MJ. y Porras AA. Respuesta al fotoperiodo artificial y capacidad para ciclar en forma continua de la oveja Pelibuey. Memorias del Curso Internacional Fisiología de la Reproducción en Rumiantes. Colegio de Postgraduados, Montecillos, Texcoco, Edo. de Méx. 2003.

Valencia ZM, Castillo RH, Berruecos VJ. Reproducción y manejo del borrego Tabasco o Pelibuey. *Tec. Pec. Méx.* 1975; 29:66-72.

Valencia ZM, Heredia AM, González PE. Estacionalidad reproductiva en hembras Pelibuey. Memorias VIII. Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) Sto. Domingo, República Dominicana, 1981

Viguié C, Caraty A, Locatelli A and Malpoux B. Regulation of luteinizing hormone-releasing hormone (LHRH) secretion by melatonin in the ewe. I. Simultaneous delayed increase in LHRH and luteinizing hormone pulsatile secretion. *Biol Reprod.* 1995; 52: 1114-1120.

Wayne NL, Malpoux B, Karsch FJ. How does MEL code for day length in the ewe: Duration of nocturnal MEL release or coincidence of MEL with a light-entrained sensitive period. *Biol Reprod.* 1988;39:66-75.

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

Woodfill CJI, Robinson JE, Malpoux B, Karsh FJ. Photoperiodic synchronization of the circannual of the ewe by discrete photoperiodic signals. *Biol Reprod.* 1991;45:110-121.

Worthy K, Harensing W, Donson S, McLeod BJ, Foxcroft GR, Haynes NB. Evidence that onset of the breeding seasons in the ewe may be independent of decreasing plasma prolactin concentration. *J. Reprod. Fertil.* 1985; 75:237-246.

Yeates NTM. The breeding season of the sheep with particular reference to its modification by artificial light. *Journal Agric. Sci. Camb.* 1949;39:1-43.