

Efecto de los implantes subcutáneos de melatonina y la suplementación alimentaria, sobre la inducción de la actividad ovárica en ovejas Pelibuey durante la época de anestro

Rubén Darío Martínez Rojero*
Luis Alberto Zarco Quintero**
Ivette Rubio Gutiérrez***
Cristino Cruz Lazo*
Javier Valencia Méndez**

Abstract

The effect of melatonin implants on ovarian activity was evaluated in supplemented and non supplemented Pelibuey sheep during the anoestrous season. The study was carried out at 20° 04' N under tropical conditions. The experimental flock consisted of ninety anoestrous ewes that lambed in the summer. Half of the animals were supplemented with a concentrate (14% CP and 3 500 kcal/kg) from February to June. Supplemented and non supplemented animals were subdivided in two groups in March: one of them received a subcutaneous melatonin implant (18 mg) to form the following groups: M + S (melatonin-supplemented; n:24), M+G (melatonin-grazing; n:23), S (supplemented; n:22) and C (grazing or control; n:21). Ovarian activity was monitored by measuring progesterone levels, and by oestrous detection. Only 54.4% of the animals showed oestrus. There were no differences ($P > 0.05$) among groups in the ovulating females (M + S = 84.6%; M + P = 72.9%; S = 80.0%, and the control = 55.5%); incidence of oestrous (M + S = 70.8%; M + P = 47.8%; S = 45.4%, and the control = 52.3%); interval from melatonin implant insertion to first increase of progesterone (M + S = 11.6 ± 2.9 d; M + P = 16.5 ± 3.3 d; S = 12.2 ± 1.3 d, and the control = 8.0 ± 3.6 d); and interval from implant insertion to oestrous (M + S = 18.8 ± 2.8 d; M + P = 14.0 ± 1.9 d; S = 10.4 ± 1.5 d, and the control 11.5 ± 1.9 d). It is concluded that neither melatonin implants, non supplementation exert an effect on the onset of ovarian activity in Pelibuey anoestrous ewes.

Key words: PELIBUEY EWES, MELATONINE IMPLANTS, FEEDING SUPPLEMENTATION, OVARIAN ACTIVITY.

Resumen

Se evaluó el efecto de implantes de melatonina sobre la inducción de la actividad ovárica en ovejas Pelibuey suplementadas o no durante la época de anestro. El estudio se realizó bajo condiciones de trópico húmedo (20°

Recibido el 7 de marzo de 2001 y aceptado el 3 de septiembre de 2001.

* Departamento de Zootecnia, Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, Av. Guerrero 81, Apartado Postal 6 y 9, C. P. 40000, Iguala, Guerrero, México.

** Departamento de Reproducción, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

*** Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, Sección Reproducción, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 136, C.P. 93600, Martínez de la Torre, Veracruz, México.

* Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, Sección Ovinos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 136, C.P. 93600, Martínez de la Torre, Veracruz, México.

4' latitud Norte). Se utilizaron 90 ovejas Pelibuey en anestro que parieron a finales del otoño (noviembre y diciembre). La mitad del rebaño se suplementó de febrero a junio con concentrado (14% PC y 3 500 Kcal/kg). A mediados de marzo, los grupos suplementados y no suplementados fueron subdivididos para recibir o no un implante subcutáneo conteniendo 18 mg de melatonina, de esta manera se formaron los siguientes grupos: M + S (suplementado, con melatonina; n = 24), M + P (pastoreo con melatonina; n = 23); S (suplementado; n = 22) y testigo (en pastoreo; n = 21). La actividad ovárica en las ovejas fue seguida por determinación de niveles de progesterona plasmática y por detección diaria de estros. Sólo 54.4% del rebaño presentó estro. No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos en los porcentajes de ovejas que ovularon (M + S = 84.6%; M + P = 72.9%; S = 80.0% y testigo = 55.5%) y que mostraron estro (M + S = 70.8%; M + P = 47.8%; S = 45.4% y testigo = 52.3%), ni en el intervalo del inicio del tratamiento con melatonina a primera elevación de progesterona (11.6 ± 2.9 días; 16.5 ± 3.3 días; 12.2 ± 1.3 días y 8.0 ± 3.6 días para los grupos M + S, M + P, S y testigo, respectivamente). El intervalo inicio del tratamiento con melatonina-primer estro (M + S, 18.8 ± 2.8 días; M + P, 14.0 ± 1.9 días; S, 10.4 ± 1.5 días; testigo, 11.5 ± 1.9 días) también fue igual ($P > 0.05$) entre grupos. Se concluye que la rápida inducción de la actividad ovárica de las ovejas en anestro no fue debida a la melatonina exógena o a la suplementación con concentrado, sino a un posible "efecto macho".

Palabras clave: OVEJA PELIBUEY, IMPLANTES DE MELATONINA, SUPLEMENTACIÓN ALIMENTARIA, ACTIVIDAD OVÁRICA.

Introducción

La oveja es una especie poliéstrica estacional que tiene un ritmo anual de actividad reproductiva regulado por cambios en el fotoperiodo.¹⁻³ Las razas originarias de latitudes en las que la variación anual en la longitud del día es grande, exhiben una marcada estacionalidad reproductiva. Generalmente el pico de la actividad ovárica ocurre durante el otoño, pero la duración de la época reproductiva varía ampliamente dependiendo del origen de la raza.^{2,4,5} Las razas ovinas de origen mediterráneo, como la Merino, pueden aparearse durante la mayor parte del año, aunque la mayor fertilidad y prolificidad se obtienen durante el otoño.⁵ En cambio, para las razas ovinas británicas la época reproductiva natural es más restringida, y la actividad ovárica ocurre únicamente alrededor del equinoccio de otoño.^{2,6}

En regiones cercanas al Ecuador la duración del fotoperiodo varía menos durante el año, por lo que algunos autores han sugerido que los ovinos tropicales pueden reproducirse sin restricciones estacionales a lo largo del año.^{4,7} Sin embargo, en México se ha documentado que la actividad reproductiva de la oveja Pelibuey puede disminuir en ciertas épocas del año. Inicialmente algunos autores sugirieron que la reducción estacional en la actividad reproductiva de la oveja Pelibuey pudo deberse a la variación estacional en la cantidad y calidad de los pastos.^{8,9} No obstante, otros estudios han demostrado que aun cuando se mantenga en condiciones de buena alimentación a lo largo del año, la oveja Pelibuey presenta periodos de disminución en su actividad ovárica, que coinciden con los patrones estacionales observados en las razas ovinas de lana, esto último sugirió que existía un efecto directo

del fotoperiodo sobre la actividad ovárica de la hembra.¹⁰⁻¹⁶ Recientemente, Cerna *et al.*¹⁷ concluyeron que la actividad reproductiva y la secreción de melatonina y prolactina en la oveja Pelibuey, son consecuencia de las variaciones que ocurren en el fotoperiodo a 19° 13' latitud Norte, y que bajo condiciones naturales, el fotoperiodo parece ser el principal regulador de la actividad ovárica en las hembras.

En los animales estacionales el comienzo de la actividad sexual es regulado principalmente por la longitud del día.¹⁻³ La información acerca de la longitud del día es transferida al sistema reproductivo mediante la secreción de melatonina por la glándula pineal.^{18,19} En la oveja el perfil de secreción de melatonina determina la transición del estado de anestro al periodo de actividad reproductiva.¹⁹ En ovejas de lana se ha demostrado que es posible adelantar el inicio de la actividad ovárica mediante la administración de melatonina en el momento apropiado del año.^{6,20} Por tanto, si la estacionalidad en la oveja Pelibuey es regulada por el fotoperiodo, es posible inducirle la actividad ovárica durante la época de menor actividad reproductiva mediante la inserción de implantes subcutáneos que liberen melatonina. En el presente trabajo se evaluó si el uso de implantes de melatonina durante la época de anestro estacional es capaz de inducir la actividad ovárica en ovejas Pelibuey, evaluándose además si el nivel de nutrición de los animales afecta la respuesta a la melatonina.

Material y métodos

El estudio se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT),

de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El CEIEGT está ubicado en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz, México, a 20° 4' latitud Norte y a 151 msnm. La temperatura media anual es de 23.8°C y la precipitación pluvial de 1 980 ± 431.5 mm anuales, con clima Af (W) definido como de un bosque subtropical.²¹

El estudio se realizó con ovejas Pelibuey que habían parido en el otoño (noviembre-diciembre) y cuyas crías fueron destetadas a mediados de invierno, en la primera quincena de febrero. A partir de un grupo de 218 ovejas que cumplían con estas características, se seleccionaron 90 ovejas que estuvieran en anestro. Para ello, primeramente el total del rebaño fue sangrado una vez a la semana (última semana de enero y dos primeras semanas de febrero), con el propósito de determinar sus concentraciones de progesterona plasmática mediante radioinmunoanálisis.²² Las ovejas que tuvieron niveles de progesterona menores a 1 µg/mL (n = 188) en los tres muestreos se consideraron en anestro. El grupo de ovejas que se encontró en anestro fue sometido posteriormente a detección de estros con carneros vasectomizados durante tres semanas más (a partir del 18 de febrero). De las hembras que no presentaron estro durante ese periodo (n = 176) se seleccionaron las 90 que tenían la mejor condición corporal, que fueron asignadas al azar a cuatro diferentes tratamientos. Dos de los grupos permanecieron únicamente en pastoreo (P), mientras que los otros dos grupos fueron suplementados (S). El 12 de marzo las ovejas de uno de los grupos en pastoreo y de uno de los grupos suplementados, recibieron implantes subcutáneos que contenían 18 mg de melatonina. De esta manera el experimento quedó constituido por los siguientes grupos: Grupo testigo (n = 21), las ovejas se mantuvieron en pastoreo y no recibieron implante; grupo M + P (n = 23), las ovejas de este grupo se mantuvieron en pastoreo y recibieron un implante de melatonina; grupo S (n = 22), las ovejas de este grupo se mantuvieron en pastoreo, siendo además suplementadas con concentrado, y no recibieron implante; grupo M + S (n = 24), las ovejas de este grupo se mantuvieron en pastoreo, fueron suplementadas y recibieron implante de melatonina.

Todos los grupos de ovejas se mantuvieron juntos en pastoreo rotativo en potreros con pasto Estrella de Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*). Los animales de los grupos suplementados eran separados durante una hora al día para ofrecerles 200 g/oveja/día de un concentrado que contenía 14% de PC y 3 500 Kcal/kg. El concentrado fue elaborado con pulpa de cítricos (54%), sorgo (25%), soya (20%) y minerales (1%). Los animales suplementados recibieron este concentrado desde marzo hasta junio.

El día en que se colocaron los implantes de melatonina (12 de marzo) a los grupos tratados se consideró como el día cero para todos los grupos. A partir de esa fecha la actividad ovárica en las ovejas fue seguida durante cuatro meses (marzo a junio) mediante la determinación de los niveles de progesterona plasmática dos veces por semana. Asimismo, durante este periodo se detectaron estros dos veces por día utilizando machos vasectomizados (dos horas por la mañana y dos por la tarde). Al detectarse en estro, las ovejas fueron servidas inmediatamente por monta natural con carneros de fertilidad probada en empadres anteriores (dos montas consecutivas por hembra).

Las muestras de sangre fueron obtenidas por punción yugular en tubos heparinizados, los cuales fueron almacenados en una caja con hielo y centrifugados dentro de la primera hora después de su obtención para la separación del plasma, el cual fue congelado a -20°C hasta ser analizado para determinación de progesterona mediante RIA en fase sólida,²² en la FMVZ-UNAM. Las concentraciones de progesterona superiores a 1 ng/mL fueron consideradas indicativas de la presencia de un cuerpo lúteo funcional.¹⁴

Con el propósito de evaluar la fertilidad y prolificidad entre los grupos experimentales, de agosto a noviembre se registraron los partos que ocurrieron en el rebaño en estudio.

Para estimar el estado nutricional de los animales, las ovejas fueron pesadas mensualmente. Además, cada mes se clasificó a los animales de acuerdo con su condición corporal en una escala de 1 a 5, según el método descrito por Russel *et al.*²³

Las variables evaluadas fueron: Porcentajes de hembras ciclando después de administrados los implantes; intervalo entre el momento de la implantación y la primera ovulación (días); intervalo entre el momento de la implantación y el primer estro (días); promedio mensual de peso (kg) y condición corporal (escala de 1 a 5); porcentaje de pariciones e índice de prolificidad. Los datos fueron analizados estadísticamente utilizando pruebas de Ji-Cuadrada para proporciones y análisis de varianza de dos factores.²⁴

Resultados

Del total de ovejas del rebaño experimental (n = 90), sólo 54.4% presentaron estro a lo largo de los cuatro meses que duró el estudio (marzo a junio). De éstas, un porcentaje importante (42.0) presentaron estro entre uno y tres días después del día cero (23 a 25 días después de que comenzaron a detectarse estros con machos vasectomizados), observándose un segundo pico de hembras en estro (21.0%) en el día 20, o sea 42 días después de iniciarse la detección de estros (Figura 1); ninguna de las hembras repitió un segundo estro.

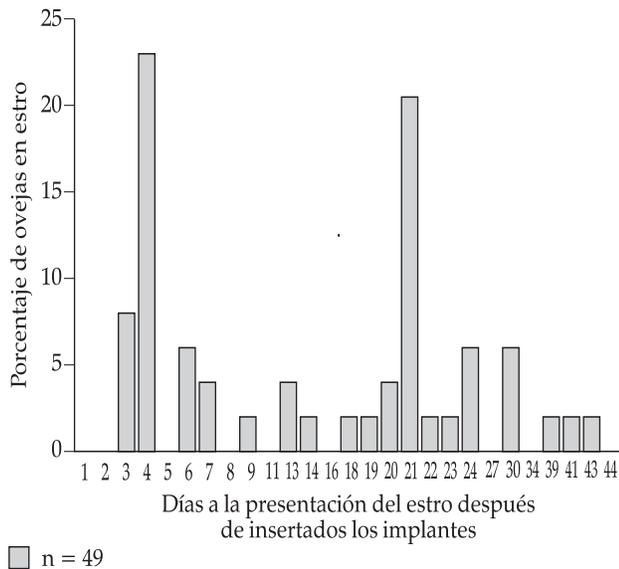


Figura 1. Porcentaje de ovejas Pelibuey que presentaron estro durante el experimento. El día 0 corresponde al día en que se colocaron los implantes.

En general, al ser evaluados por separado de cada uno de los grupos, se observó que la frecuencia de ovejas que presentaron estro diariamente, siguió un patrón similar al observado en el total del rebaño experimental. Se presentaron dos picos bien definidos de estros alrededor de los días 25 y 42 después del comienzo de la detección de celos (Figura 2), que equivalen a los días 3 y 20 de iniciados los tratamientos. Sin embargo, a diferencia de los grupos S y testigo, en los grupos M+ S y M+ P algunas ovejas presentaron estro aun hasta 64 días después de iniciarse la detección de estros, equivalente al día 43 postratamiento.

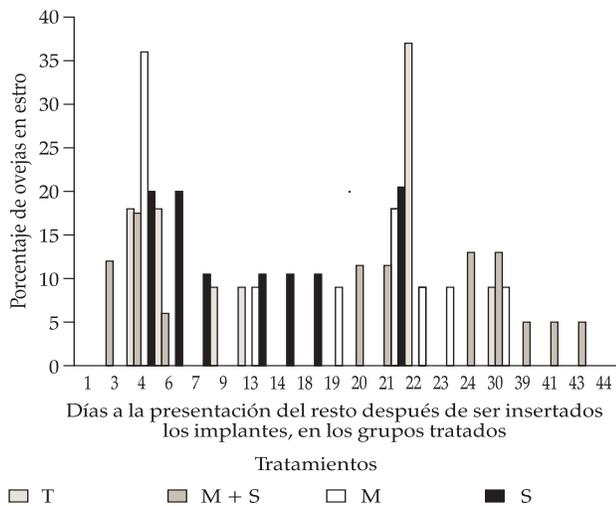


Figura 2. Porcentaje de ovejas Pelibuey dentro de cada tratamiento que presentaron estro durante el experimento. El día 0 corresponde al día en que se colocaron los implantes.

En el Cuadro 1 se aprecia que no existió diferencia entre grupos ($P > 0.05$) para el intervalo inicio del tratamiento primer estro ($M + S = 18.8 \pm 2.8$ d; $M + P = 14.0 \pm 1.9$ d; $S = 10.4 \pm 1.5$ d y testigo 11.5 ± 1.9 d); asimismo, el intervalo introducción de los machos receladores primer estro, también fue similar entre grupos ($M + S = 40.8 \pm 2.8$ d; $M + P = 36.0 \pm 1.9$ d; $S = 32.4 \pm 1.5$ d y testigo $= 33.5 \pm 1.9$ d; $P > 0.05$). Tampoco existieron diferencias ($P > 0.05$) entre los porcentajes de ovejas que mostraron estro ($M + S = 70.8\%$; $M + P = 47.8\%$; $S = 45.4\%$ y testigo $= 52.3\%$) y que ovularon ($M + S = 84.6\%$; $M + P = 72.9\%$, $S = 80.0\%$ y testigo $= 55.5\%$) durante el empadre dentro de cada grupo tratado (Cuadros 1 y 2).

El intervalo promedio entre el inicio del tratamiento con melatonina y la primera elevación de progesterona fue similar ($P > 0.05$) para los diferentes tratamientos, con valores de 11.6 ± 2.9 d; 16.5 ± 3.3 d; 12.2 ± 1.3 d y 8.0 ± 3.6 d para los grupos M+ S, M+ P, S y testigo, respectivamente (Cuadro 2).

Considerando a las hembras de todos los grupos, el peso y la condición corporal (CC) fue igual ($P > 0.05$) entre las ovejas que mostraron estro (peso $= 30.7 \pm 0.4$ kg; CC $= 1.7 \pm 0.06$) y las que permanecieron sin ciclar (peso $= 29.4 \pm 0.5$ kg; CC $= 1.9 \pm 0.05$), tal como se observa en el Cuadro 3.

El Cuadro 4 muestra pesos y CC de los grupos experimentales a diferentes meses después de haber sido administrados los tratamientos en las ovejas. No obstante que en los grupos que recibieron suplemento con concentrado se observó una diferencia numérica de peso promedio de alrededor de 3 kg, entre el inicio y el final de la suplementación, no se apreciaron incrementos significativos ($P > 0.05$) para estos parámetros en ninguno de los grupos tratados.

El Cuadro 1 también muestra que no existieron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos para la tasa de fertilidad ($M + S = 62.5\%$; $M + P = 47.8\%$; $S = 36.4\%$ y testigo $= 52.4\%$), la tasa de pariciones ($M + S = 82.2\%$; $M + P = 100\%$; $S = 80.0\%$ y testigo $= 100\%$) y el índice de prolificidad ($M + S = 1.46 \pm 0.05$ crías por parto; $P + M = 1.63 \pm 0.6$ crías por parto; $S = 1.62 \pm 0.7$ crías por parto y testigo $= 1.54 \pm 0.5$ crías por parto).

Discusión

Staples *et al.*⁶ indican que, aunque los implantes de melatonina utilizados mantienen en la oveja niveles plasmáticos de la hormona continuamente elevados y parecidos a los valores fisiológicos nocturnos ($300\text{--}1000$ pmol/l), para lograr una respuesta inductiva completa en la actividad ovárica de las hembras, el tratamiento de melatonina debe mantenerse durante un periodo que exceda de 40 días. Asimismo, se ha informado que el intervalo promedio entre el inicio del tratamiento y

Cuadro 1
PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DE OVEJAS PELIBUEY TRATADAS CON IMPLANTES CONTENIENDO MELATONINA Y SUPLEMENTADAS CON CONCENTRADO A FINALES DEL INVIERNO

| Parámetro | Tratamiento (X±EE) | | | | |
|--|--------------------|--------------------|----------------|------------|------------|
| | M + S ¹ | M + P ² | S ³ | Testigo | Total |
| Número de ovejas expuestas al macho | 24 | 23 | 22 | 21 | 90 |
| Intervalo inicio de recelado a primer estro (días) | 40.8±2.8 | 36.0±1.9 | 32.4±1.5 | 33.5±1.9 | 36.4±1.5 |
| Intervalo tratamiento a estro (días) | 18.8±2.8 | 14.0±1.9 | 10.4±1.5 | 11.5±1.9 | 15.4±1.5 |
| Ovejas que presentaron estro (servidas) | 17 (71.8%) | 11 (47.8%) | 10 (45.4%) | 11 (52.3%) | 49 (54.4%) |
| Número de ovejas que parieron | 15 | 11 | 8 | 11 | 45 |
| Fertilidad ⁴ | 62.5% | 47.8% | 36.4% | 52.2% | 50.0% |
| Pariciones ⁵ | 88.2% | 100.0% | 80.0% | 100.0% | 91.8% |
| Prolificidad ⁶ | 1.46±0.5 | 1.63±0.6 | 1.62±0.7 | 1.54±0.5 | 1.55±0.6 |

No existieron diferencias estadísticas entre tratamientos en ninguna de las variables (P>0.05).

¹ M + S = Grupo en pastoreo recibiendo suplementación con concentrado (14% de P.C. y 3 500 kcal/kg; 200 g/oveja/día) y un implante subcutáneo conteniendo 18 mg de melatonina.

² M + P = Grupo en pastoreo tratado con el implante de melatonina.

³ S = Grupo en pastoreo recibiendo la suplementación con concentrado.

⁴ Tasa de fertilidad = ovejas paridas/ovejas expuestas al macho.

⁵ Tasa de pariciones = ovejas paridas/ovejas servidas.

⁶ Índice de prolificidad = número de crías/oveja parida.

Cuadro 2

INTERVALO (X ± E.E.) A LA PRIMERA ELEVACIÓN DE PROGESTERONA DESPUÉS DEL TRATAMIENTO EN OVEJAS PELIBUEY QUE RECIBIERON IMPLANTES DE MELATONINA Y QUE FUERON SUPLEMENTADAS O NO CON CONCENTRADO

| Tratamiento | n ¹ | Intervalo del tratamiento a primera elevación de progesterona (días) | |
|--------------------|----------------|--|-------------------------|
| | | Ovejas que ovularon | Ovejas que ovularon |
| M + S ² | 13 | 11.6 ± 2.9 ^a | 11 (84.6%) ^a |
| M + P ³ | 11 | 16.5 ± 3.3 ^a | 8 (72.7%) ^a |
| S ⁴ | 10 | 12.2 ± 1.3 ^a | 8 (80.0%) ^a |
| Testigo | 9 | 8.0 ± 3.6 ^a | 5 (55.5%) ^a |

^a No existió diferencia estadística entre tratamientos (P>0.05)

¹ Ovejas sangradas dos veces por semana para determinar niveles de progesterona plasmática.

² M + S = Grupo en pastoreo recibiendo suplementación con concentrado conteniendo 14% de PC y 3 500 Kcal/kg (200 g/oveja/día), más un implante subcutáneo conteniendo 18 mg de melatonina.

³ P + M = Grupo en pastoreo tratado con el implante de melatonina.

⁴ S = Grupo en pastoreo recibiendo suplementación con concentrado.

Cuadro 3

PESO (kg) Y CONDICIÓN CORPORAL (ESCALA DE 1-5) DE OVEJAS PELIBUEY QUE MANIFESTARON O NO ESTRO DURANTE EL ESTUDIO

| Parámetro (X±E.E.) | Peso (X±E.E.) | Condición corporal |
|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Presentaron estro | 30.7 ± 0.4 ^a (49) | 1.7 ± 0.06 ^a (49) |
| No presentaron estro | 29.4 ± 0.5 ^a (41) | 1.9 ± 0.05 ^a (41) |

^a No existe diferencia estadística entre tratamientos (P>0.05). () = Número de observaciones.

¹ Incluye el total de ovejas que integraron el experimento: M + S = grupo en pastoreo recibiendo suplementación con concentrado conteniendo 14% de PC y 3 500 Kcal/kg (200 g/oveja/día), más un implante subcutáneo conteniendo 18 mg de melatonina (n = 24); P + M = grupo en pastoreo tratado con el implante de melatonina (n = 23); S = grupo en pastoreo recibiendo suplementación con concentrado (n = 22) y testigo (n = 21).

Cuadro 4

PESOS (KG) Y CONDICIÓN CORPORAL (ESCALA DE 1-5) PROMEDIO MÁS ERROR ESTÁNDAR A DIFERENTES MESES, EN OVEJAS PELIBUEY QUE RECIBIERON IMPLANTES CONTENIENDO MELATONINA Y SUPLEMENTO O NO CON CONCENTRADO A FINALES DEL INVIERNO

| Tratamiento | Mes del pesaje | | | |
|------------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| | Marzo | Abril | Mayo | Junio |
| M + S ¹ (n = 24): | | | | |
| Peso | 28.5±0.7 | 29.5±0.6 | 31.2±0.7 | 31.5±0.7 |
| C C | 1.4±0.04 | 1.9±0.06 | 2.1±0.07 | 2.2±0.04 |
| M + P ² (n = 23): | | | | |
| Peso | 30.0±0.7 | 31.1±0.6 | 32.1±0.7 | 30.8±0.8 |
| C C | 1.5±0.06 | 1.9±0.2 | 2.1±0.06 | 1.8±0.04 |
| S ³ (n=22): | | | | |
| Peso | 28.8±0.7 | 29.9±0.6 | 31.7±0.6 | 31.9±0.7 |
| C C | 1.4±0.06 | 1.7±0.06 | 1.9±0.06 | 2.1±0.06 |
| Testigo (n=21): | | | | |
| Peso | 29.4±0.7 | 29.8±0.6 | 30.7±0.7 | 30.5±0.7 |
| C C | 1.7±0.04 | 1.9±0.06 | 1.9±0.06 | 1.9±0.02 |

¹M + S = Grupo en pastoreo recibiendo suplementación con concentrado conteniendo 14% de P.C. y 3 500 kcal/kg (200 g/ oveja/día) y un implante subcutáneo conteniendo 18 mg de melatonina.

²P + M = Grupo en pastoreo tratado con el implante de melatonina.

³S = Grupo en pastoreo recibiendo suplementación con concentrado.

el pico de la actividad reproductiva es relativamente constante entre razas (aproximadamente de 60-70 días), cuando los tratamientos comienzan durante el periodo de receptividad a días cortos;^{6,25-29} esto es, el cambio en la sensibilidad del eje hipotálamo-hipofisario a la retroalimentación negativa de la secreción pulsátil del estradiol gonadal, inducida por fotoperiodos cortos. Este mecanismo permite el incremento en la frecuencia de secreción de los pulsos de LH, lo que resulta en estimulación del inicio de la actividad ovárica. Con base en lo anterior, la respuesta tan rápida observada en el presente estudio para adelantar la estación reproductiva en ovejas Pelibuey que recibieron implantes de melatonina a finales del invierno, difiere ampliamente de lo informado en la literatura cuando se utiliza terapia basada en la administración exógena de melatonina para inducir la actividad ovárica temprana en la oveja. Esto último sugiere que no fue la melatonina exógena la que indujo a ciclar a las ovejas Pelibuey en un periodo tan corto después de la admi-

nistración del implante (14-18 días). Además, la duración del periodo comprendido entre la administración del implante y el inicio de la actividad ovárica, fue similar al intervalo observado (10-12 días) en las ovejas que no recibieron melatonina (10-12 días) como parte del tratamiento (grupos suplementado y testigo). Además, se debe considerar el hecho de que la oveja requiere ser presensibilizada con progesterona proveniente de un ciclo previo para que la ovulación sea acompañada de signos de estro,³⁰ por lo que la primera ovulación generalmente es silenciosa.^{30,31} El hecho de que en el presente experimento los animales comenzaran a mostrar estro desde dos o tres días después de la inserción de los implantes, indica que habían tenido por lo menos una ovulación silenciosa anterior.

Considerando la manera en que se llevó a cabo el experimento, los resultados sugieren que el intervalo tan corto observado en los grupos que integraban el rebaño experimental, entre la administración de los tratamientos y el inicio de la actividad ovárica, se debió a que ocurrió una bioestimulación de las hembras al comenzar a utilizar machos celadores, tres semanas antes del inicio del experimento en ovejas que habían estado previamente aisladas de los cameros; es decir, probablemente las ovejas ya habían sido inducidas a ciclar como consecuencia del "efecto macho"³²⁻³⁵ en el momento en el que se les administró la melatonina en implantes. Lo anterior explicaría la respuesta tan rápida observada en la manifestación de la actividad ovárica y el patrón en la distribución agrupada de estros en el rebaño después de la administración de los tratamientos. La liberación de feromonas por el macho puede provocar una estimulación casi inmediata de la actividad ovárica en la oveja; sin embargo, la manifestación de su primer estro generalmente es precedido por una o más ovulaciones silenciosas.^{32,35,36} Este hecho también podría explicar el porqué no se encontraron diferencias significativas entre grupos, para la duración de los intervalos inicio del tratamiento primer estro e inicio del tratamiento primera ovulación.

El patrón en la distribución de los estros y ovulaciones inducidas por el "efecto macho" son bastante distintivos. El tiempo promedio desde la introducción de los cameros a la ovulación es de dos días.^{32,33,36} Generalmente las ovejas muestran signos de estro por primera vez alrededor de los 18-19 días después de la introducción de los machos, si no presentaron "ciclos cortos", y a los 24-25 días si la primera ovulación fue seguida por un "ciclo corto".³⁶⁻³⁸ En este estudio no se determinaron concentraciones de progesterona plasmática, siguiendo a la introducción repentina al rebaño de los cameros al momento de iniciar las detecciones de estro, que permitieran establecer la presencia de las "ovulaciones silenciosas" que normalmente ocurren después de que los machos ingresan súbitamente al rebaño. Sin embargo,

las hembras sí fueron sometidas diariamente a detección de estro con careros vasectomizados, durante las tres semanas previas al inicio del experimento. Las ovejas de todos los grupos presentaron estros de manera agrupada, exhibiendo dos picos bien definidos alrededor de los días 24 y 42 después de comenzar la detección de estros (días 2 y 20 después de administrados los tratamientos), con una diferencia entre ambos de 17 días, que equivale a la duración promedio de un ciclo estral. El primer pico (día 24 después de la introducción de los machos) coincide plenamente con el pico de estros que normalmente es observado como consecuencia del "efecto macho", cuando las hembras presentan un "ciclo corto" con "ovulación silenciosa",^{36,37} mientras que el segundo pico observado 17 días después (día 42 después de la introducción de los machos) pudo ocurrir después de dos o tres "ovulaciones silenciosas" previas.^{36,39,40} Lo anterior se sustenta en el hecho de que ninguna oveja presentó un segundo estro durante el experimento; por tanto, bien pudieron haberse dado una o dos ovulaciones silenciosas previas.

Resultados de varios trabajos sugieren que la introducción del carero tiene un efecto importante sobre el inicio de la actividad ovárica en ovejas tratadas con melatonina exógena. En el caso de los ovinos de lana, Staples *et al.*⁶ señalan que la presencia de careros, ya sea por la introducción repentina de los mismos ("efecto macho") o por la exposición continua del rebaño a los machos durante la primavera y el verano, puede influenciar el patrón de inicio de la época reproductiva normal. Esto último tiene consecuencia importante sobre la medición de respuestas exactas y propias a la melatonina, que puedan diferenciarse de la del efecto de los machos.

De forma similar a lo observado en este estudio, Kennaway *et al.*⁴¹ concluyeron que el implante de melatonina no produjo ningún efecto en las ovejas tratadas con esta hormona, porque muchas de las hembras del rebaño ya se encontraban ciclando al inicio del experimento. En ese estudio, las ovejas del grupo testigo también fueron servidas rápidamente debido al "efecto macho".

Estudios realizados por Robinson *et al.*⁴² mostraron que durante el mismo periodo, la administración oral de melatonina en ovejas de lana promovió una respuesta más rápida de la actividad ovárica en las hembras, que cuando se utilizaron implantes de liberación continua. Sin embargo, esta conclusión ignora el hecho de que en los experimentos de administración diaria de melatonina por vía oral, las ovejas fueron expuestas a los estímulos de careros cuando éstos fueron utilizados como receladores para determinar el inicio de la actividad ovárica; mientras que en los estudios de liberación continua de la hormona (implantes de melatonina), el macho fue excluido del rebaño y la

actividad ovárica en las hembras tratadas fue detectada por concentraciones de progesterona plasmática. Finalmente, se ha informado que el tratamiento de melatonina no puede por sí solo lograr una sincronización sustancial de la actividad reproductiva en el rebaño, como la observada en el presente trabajo; es decir, el tratamiento con melatonina sólo adelanta la época reproductiva. Por consiguiente, el "efecto macho" o la administración de otros tratamientos hormonales de sincronización son necesarios para alcanzar apareamientos más sincrónicos en el rebaño.⁶

Aun considerándose la posible ocurrencia de un "efecto macho" sobre 54.4% de las hembras que mostraron estro en el presente experimento, el hecho de que el resto del rebaño continuara sin ciclar indica que los implantes de melatonina no tuvieron un efecto inductor claro sobre la actividad ovárica de las ovejas; posiblemente por haberseles administrado en el momento en el cual las hembras no eran receptivas a la señal inductiva de "día corto". Las borregas Pelibuey de los grupos que recibieron implantes con la hormona presentaron estro en baja proporción y de manera esporádica sólo hasta 43 días después de administrados los tratamientos (finales de abril). Después de esa fecha, el rebaño se mantuvo en anestro hasta el final de la detección de estros y determinación de la actividad ovárica en las hembras del experimento, por progesterona plasmática (mediados de junio). En la oveja se ha encontrado que el intervalo entre la administración de melatonina exógena y el inicio de la actividad ovárica, varía de acuerdo con la época del año en que se administra la hormona. En general, los implantes subcutáneos con melatonina adelantaron la estación reproductiva en las hembras cuando la hormona se les administró en los meses de junio y julio.^{6,27-29}

El periodo latente entre el momento de la aplicación del implante y el comienzo de la actividad ovárica, tendió a ser más largo a medida que las ovejas fueron implantadas más temprano durante el año.⁴³ Resultados de varios estudios^{27,44,45} han sugerido que la oveja necesita percibir un periodo crítico de "días largos" antes de que la melatonina exógena actúe como una señal inductiva, simulando una época del año de "día corto". Esto último podría explicar la falla de la melatonina para inducir la actividad ovárica cuando se administra a las ovejas antes o durante la primavera.⁴⁶ Staples *et al.*⁶ concluyeron que un implante subcutáneo con 18 mg de melatonina, proporciona cantidades suficientes de la hormona para estimular la fase inductiva de "día corto", que simula al fotoperiodo del otoño. La condición es que el tratamiento comience en el momento en el cual la hembra sea receptiva a la señal de "día corto".

Se han realizado estudios con el propósito de definir el momento óptimo de la inserción de los implantes de melatonina^{6,20,47} (latitud 38.5°), para adelantar la época

reproductiva en varias razas ovinas de lana (receptividad al estímulo de "día corto"). Las razas británicas respondieron a la hormona exógena, sólo durante un periodo relativamente corto del año, cercano a la estación reproductiva natural (alrededor del solsticio de verano). Cuando los tratamientos comenzaron temprano durante el año, fueron inefectivos para adelantarles la estación reproductiva a las hembras, posiblemente debido a una incapacidad de estas razas para interpretar la señal farmacológica de "día corto", antes de haber experimentado un periodo adecuado de preparación previo con días largos. No obstante, parece ser que el periodo de receptividad a la melatonina exógena es más amplio en las razas menos estacionales que en las razas más estacionales.^{6,20} Así, la oveja Merino es más receptiva al tratamiento de melatonina durante la primavera o en el verano, mientras que la oveja Romney se vuelve receptiva únicamente a finales del verano y principios del otoño.

Como resultado de los estudios previamente citados, en ovejas de lana se recomienda administrar el implante de melatonina en mayo o junio. Con ello se logrará que el inicio de la actividad ovárica ocurra entre julio y agosto, adelantando la época reproductiva que en muchas razas europeas inicia naturalmente hasta septiembre-octubre.^{6,20,47} Aunque el tratamiento de melatonina puede ser efectivo para adelantar la época reproductiva en razas ovinas que difieren ampliamente en sus patrones de estacionalidad reproductiva, el momento adecuado para el inicio del tratamiento varía entre razas. El presente estudio se diseñó bajo la hipótesis de que si la estacionalidad reproductiva en la oveja Pelibuey es regulada realmente por el fotoperiodo, debería ser posible inducirle la actividad ovárica independientemente de la nutrición durante la época que muestra menor actividad reproductiva, mediante la inserción de implantes subcutáneos de melatonina. Sin embargo, para el caso de la oveja Pelibuey la actividad ovárica generalmente inicia a finales de junio o en julio,^{10,11,16,48,49} Tomando en cuenta que el periodo latente para que la melatonina induzca la actividad ovárica es de alrededor de 60 días, era necesario colocar los implantes desde marzo con el fin de percibir un efecto de la hormona antes de que se iniciara la época reproductiva natural. Sin embargo, esto último obligó a aplicar los implantes muy temprano en el año, posiblemente cuando la oveja no era sensible al efecto de "día corto" de la hormona, debido a que no había sido previamente expuesta a un periodo de días largos.^{6,46}

Posiblemente en la oveja Pelibuey sería necesario exponer a los animales a un fotoperiodo largo artificial durante los meses de enero y febrero, antes de colocar un implante de melatonina en el mes de marzo. De esta manera se podría administrar la hormona a animales

sensibles a la melatonina lo suficientemente temprano durante el año, para notar su efecto antes de que se inicie la estación reproductiva natural. También es posible que la oveja Pelibuey interprete los cambios en el fotoperiodo (y, por lo tanto, la melatonina) en forma diferente a otras razas, ya que en ella la actividad reproductiva puede iniciarse desde finales de junio,^{10-12,48,49} cuando el fotoperiodo aún está aumentando.

La administración de suplemento con concentrado a las ovejas Pelibuey durante el experimento no tuvo ningún efecto sobre la actividad ovárica, tanto de las hembras que recibieron el implante de melatonina, como en las que únicamente recibieron el concentrado. Tampoco se observó diferencia en el peso o condición corporal entre grupos que recibieron suplementación con concentrado y los que no fueron suplementados durante el experimento. Los resultados indican que el concentrado administrado (200 g/oveja/día) no produjo ningún efecto significativo sobre la ganancia de peso, la condición corporal o la actividad reproductiva de las hembras suplementadas, tal vez debido a que no se ofreció en la cantidad suficiente, o a que se empezó a suministrar el mismo día en que se inició el experimento.

Los resultados de un estudio hecho por Robinson *et al.*⁵⁰ muestran que los efectos de la melatonina para adelantar la época reproductiva e incrementar tanto la tasa de ovulación como el tamaño de la camada, fueron más pronunciados en las ovejas que se mantuvieron en un plano de alimentación bajo. Según estos autores, los mecanismos involucrados en esta respuesta no son conocidos. Por otra parte, no obstante que también se ha estudiado poco, parece ser que la buena nutrición por periodos cortos antes del empadre, no incrementa la tasa de ovulación en la oveja Pelibuey. Rojas *et al.*¹² concluyeron que la cantidad de óvulos liberados fue igual entre ovejas Pelibuey mantenidas en pastoreo y ovejas en pastoreo que fueron suplementadas con concentrado. Igualmente, White *et al.*⁵¹ encontraron que la suplementación alimentaria antes del empadre, no condujo a diferencias en la tasa de ovulación ni en la prolificidad en ovejas Pelibuey de buena o mala condición corporal.

Sin embargo, Gunn⁵² sugiere que la suplementación con concentrado durante periodos cortos antes del empadre, sólo incrementa la tasa de ovulación en ovejas que son mantenidas en buena condición corporal. En este sentido, la falta de respuesta a la suplementación en ovejas delgadas, es atribuible al hecho de que, por su grado de desnutrición, sólo un folículo potencialmente ovulatorio pudiera estar presente en sus ovarios en cualquier fase del ciclo estral. Por esta razón, independientemente de que estas ovejas sean suplementadas poco antes del empadre, es probable que su tasa de ovulación se limite a un solo óvulo. En cambio, en los ovarios de borregas que son mantenidas en una condi-

ción corporal intermedia, quizá existan varios folículos potencialmente ovulatorios. Bajo estas circunstancias, incrementar el nivel de alimentación dos o tres semanas antes del empadre, no genera un aumento extra en el número de folículos potencialmente ovulatorios, ya que para ello se requiere suplementar a las hembras alrededor de seis meses.⁵³ No obstante, proporcionar suplemento antes del empadre podría impedir la atresia de los folículos con capacidad para ovular que ya existen, redituando en mayor tasa de ovulación.⁵² Lo anterior podría explicar por qué las ovejas Pelibuey que integraron este experimento que se encontraban en mala condición corporal como consecuencia de amamantar a sus corderos dos o tres semanas antes de iniciar el estudio, no respondieron a la suplementación con concentrado. Más aún, considerando a las hembras de todos los grupos, el hecho de que el peso y la condición corporal fueran igual entre las ovejas que mostraron estro y las que permanecieron sin ciclar, fortalece la hipótesis de que la suplementación con concentrado no tuvo ningún efecto sobre la inducción de la actividad ovárica.

A semejanza de lo encontrado en trabajos previos realizados en ovejas Pelibuey,^{15,54,56} en este estudio las ovejas que parieron durante el invierno mostraron baja actividad ovárica (54.4% de hembras exhibiendo estro) en la primavera, independientemente de recibir tratamiento hormonal con melatonina o suplementación con concentrado, o de la posible ocurrencia de un "efecto macho" en el rebaño. Varios estudios han demostrado que la actividad ovárica en la oveja Pelibuey se reduce significativamente durante la primavera aun bajo condiciones de buena alimentación constante,^{10-12,55} particularmente hembras que no están ciclando, como es el caso de corderas prepúberes o de ovejas adultas durante el anestro postparto.^{15,57} Asimismo, al igual que lo observado en corderas Pelibuey inducidas a ciclar con progestágenos a finales del invierno,⁵⁸ en este estudio las ovejas presentaron estro una sola vez durante el experimento, para posteriormente regresar al anestro, de manera similar a lo observado en ovejas de lana que presentan patrones estacionales de reproducción.³⁷ Esto es consistente con lo que se ha informado en la literatura de que independientemente de su estado nutricional, la oveja Pelibuey pasa por un periodo de actividad sexual reducida durante la primavera.^{10,11,16,54}

La fertilidad (50.0%) y el índice de prolificidad (1.55 ± 0.6 crías) encontrados en este trabajo, coinciden con los datos informados por Pérez⁵⁹ para estos parámetros (fertilidad = 55.3% y prolificidad = 1.4 crías) en ovejas Pelibuey en empadres durante los meses de primavera. Sin embargo, el hecho de que no existiera diferencia entre tratamientos en el índice de prolificidad, fortalece la suposición de que la respuesta reproductiva ob-

servada en el rebaño experimental no fue producida por los implantes de melatonina, ya que se ha demostrado en la oveja que los tratamientos con esta hormona se asocian con incrementos en la tasa de ovulación y prolificidad subsecuente.^{6,41,47}

Bajo las condiciones en las que se desarrolló este estudio, se concluye que la rápida inducción de la actividad ovárica de las ovejas en anestro no fue debida al efecto de la melatonina exógena ni al de la suplementación con concentrado, sino a un posible "efecto macho". Aun considerando la ocurrencia de una bioestimulación de la actividad ovárica por la introducción repentina de los carneros sobre las hembras que ciclaron rápidamente, la melatonina exógena no tuvo un claro efecto inductor sobre el resto de las ovejas del rebaño experimental, las cuales continuaron en anestro durante aproximadamente cuatro meses. Es posible que esto último ocurriera por no haberse administrado la hormona en el momento en el cual las hembras eran receptivas a la señal inductiva de "día corto" proporcionado por la melatonina. Asimismo, la suplementación con concentrado no tuvo ningún efecto sobre la inducción de su actividad ovárica, tanto en ovejas que recibieron el implante con melatonina, como en las que únicamente recibieron concentrado.

Referencias

- 1 Yeates NTM. The breeding season of the sheep with particular reference to its modification by artificial light. *J Agric Sci Camb* 1949;39:1-43.
- 2 Hafez ESE. Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. *J Agric Sci* 1952;42:189-265.
- 3 Hansen FJ. Photoperiodic regulation of reproduction in mammals breeding during short days. *Anim Reprod Sci* 1985;9:301-315.
- 4 López SA. Estacionalidad de la reproducción. *Ovis* 1989;1:59-73.
- 5 Morley FHW. Some seasonal factors affecting fertility among Merino ewes in the Trangie district of New South Wales. *Austr Vet J* 1948;24:106-111.
- 6 Staples LD, McPhee S, Kennaway DJ, Williams A. The influence of exogenous melatonin on the seasonal patterns of ovulation and oestrus in sheep. *Anim Reprod Sci* 1992;30:185-223.
- 7 McDonald LE. Patrones de reproducción. In: McDonald LE, Pineda MH, editores. *Endocrinología veterinaria y reproducción*. México (DF): Interamericana-McGraw-Hill, 1991:337-387.
- 8 Castillo RH, Valencia OM, Berruecos JM. Comportamiento reproductivo del borrego Tabasco mantenido en clima tropical y subtropical. I. Índices de fertilidad. *Téc Pecu Méx* 1972;20:52-56.
- 9 Cruz LC, Fernández-Baca S, Escobar MFJ, Quintana F. Edad al primer parto e intervalo entre partos en ovejas Pelibuey en el trópico húmedo. *Vet Méx* 1983;14:1-5.
- 10 Heredia AM, Velázquez MPA, Quintal FJ, Mex R, Aragón J. Efecto de dos fuentes de alimentación sobre la estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey. *Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Tamauli-*

- pas 1991; 1991 noviembre 13-17; Cd. Victoria, Tamaulipas. Cd Victoria, Tamaulipas: Universidad Autónoma de Tamaulipas, 1991a:96.
11. Heredia AM, Menéndez TM, Velázquez MPA. Factores que influyen en la estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey. Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Tamaulipas 1991; 1991 noviembre 13-17; Cd. Victoria, Tamaulipas. Cd Victoria, Tamaulipas: Universidad Autónoma de Tamaulipas, 1991b:115.
 12. Rojas RO, Bares QR, Murguía OML. Efecto de la sobrealimentación sobre la tasa ovulatoria en borregas Pelibuey en condiciones tropicales. Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Tamaulipas 1991; 1991 noviembre 13-17; Cd. Victoria, Tamaulipas. Cd Victoria, Tamaulipas: Universidad Autónoma de Tamaulipas, 1991b:100.
 13. Balcázar SJA. Efecto de la suplementación alimenticia sobre la eficiencia reproductiva de corderas Pelibuey inducidas a la pubertad con acetato de melengestrol (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1992.
 14. Rodríguez MR. Efecto de la suplementación sobre el inicio de la actividad reproductiva de la oveja Tabasco o Pelibuey (tesis de doctorado). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1991.
 15. Cortés ZJ. Reinicio de la actividad ovárica posparto en ovejas Pelibuey paridas en diferentes épocas del año (tesis de doctorado). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1993.
 16. Martínez RRD, Zarco QLA, Cruz LC, Rubio GI. La estacionalidad de la actividad ovárica en la oveja Pelibuey es independiente de variaciones en el peso o condición corporal de los animales. Memorias del VIII Congreso Nacional de Producción Ovina; 1995 mayo 17-20; Chapingo, Estado de México. México (DF): Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinocultura, A.C., 1995:131-134.
 17. 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.
 18. Lincoln GA, Short RV. Seasonal breeding: nature's contraceptive. *Rec Prog Horm Res* 1980;36:1-52.
 19. Bittman EL, Karsch FU, Hopkins JW. Role of the pineal gland in ovine photoperiodism: regulation of seasonal breeding and negative feedback effects of estradiol upon luteinizing hormone secretion. *Endocrinology* 1983;113:329-336.
 20. Williams AH, McPhee SR, Reeve JL, Staples LD. Optimum use of subcutaneous melatonin implants to enhance the reproductive performance of seasonal and non-seasonal sheep joined in spring and early summer. *Anim Reprod Sci* 1992;30:225-258.
 21. Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical. Boletín Informativo 1985/86. México (DF): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 1986:87-89.
 22. Pulido A, Zarco L, Galina CS, Murcia C, Flores G, Posadas E. Progesterone metabolism during storage of blood samples from Gyr cattle effects of anticoagulant, time and temperature of incubation. *Theriogenology* 1991;35:965-975.
 23. Russel AJF, Doney JM, Gunn RG. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J Agric Camb* 1969;72:451-454.
 24. Steel RGD, Torrie JH. Bioestadística, principios y procedimientos. 2a ed. México (DF): McGraw-Hill, 1986.
 25. Kennaway DJ, Gilmore TA, Seemark RF. Effects of melatonin implants on the circadian rhythm of plasma melatonin and prolactin in sheep. *Endocrinology* 1982;110:2186-2188.
 26. Kennaway DJ, Sanford LM, Godfrey B, Friesen HG. Patterns of progesterone, melatonin and prolactin secretion in ewes maintained in four different photoperiods. *J Endocrinol* 1983;97:229-242.
 27. English JE, Poulton AL, Arendt J, Symons AM. A comparison of the efficiency of melatonin treatments in advancing oestrus in ewes. *J Reprod Fertil* 1986;77:321-327.
 28. Poulton AL, English J, Symons AM, Arendt J. Effects of various melatonin treatments on plasma prolactin concentrations in the ewe. *J Endocrinol* 1986;108:287-293.
 29. Haresign W, Peters AR, Staples LD. The effect of melatonin implants on breeding activity and litter size in commercial sheep flocks in the UK. *Anim Prod* 1990;50:111-121.
 30. Linda JH, Keiht IE, Goodman LR. Changes in episodic luteinizing hormone secretion leading to puberty in the lamb. *Biol Reprod* 1987;37:755-761.
 31. Foster DL, Karsch FU, Olster DH, Ryan RK, Yellon SM. Determinants of puberty in a seasonal breeder. *Rec Prog Horm Res* 1986;42:330-384.
 32. Oldham CM, Martin GB. Stimulation of seasonally anovular Merino ewes by rams. II. Premature regression of ram induced corpora lutea. *Anim Reprod Sci* 1978;1:291-295.
 33. Oldham CM. Stimulation of ovulation in seasonally or lactationally anovular ewes by rams. *Proc Austr Soc Anim Prod* 1980;13:73-74.
 34. Martin GB, Oldham CM, Lindsay DR. Increased plasma LH levels in seasonally anovular Merino ewes following the introduction of rams. *Anim Reprod Sci* 1980;3:125-132.
 35. Pearce DT, Oldham CM, Gray SJ. Corpora lutea with a short life span induced by rams in seasonally anovulatory ewe are prevented by progesterone delaying the preovulatory surge of LH. *J Reprod Fert* 1985;75:79-84.
 36. Lindsay DR. Factors in ewe fertility. Proceedings of the 67th Refresher Course for Veterinarians; 1983 July 7-10; Sydney, Australia. Sydney, Australia: Post-Graduate Committee in Veterinary Science, 1983:523-531.
 37. Jainudeen MR, Hafez ESE. Ovejas y cabras. En: Hafez ESE, editor. Reproducción e inseminación artificial en animales. México (DF): Interamericana-McGraw-Hill, 1989:341-373.
 38. Pearce DT, Oldham CM. The ram effect, its mechanism and application to the management of sheep. In: Lindsay DR, Pearce DT, editors. Reproduction in sheep. Cambridge (UK): Cambridge University Press, 1984:26-34.
 39. Killen ID. Artificial insemination and synchronization of oestrus. Proceedings of the 67th Refresher Course for Veterinarians; 1983 July 7-10; Sydney, Australia. Sydney, Australia: Post-Graduate Committee in Veterinary Science, 1983:302-311.
 40. Holmes RJ. Sexual behavior of sheep. Section ovine. In: Morrow DA, editor. Current therapy in theriogenology. Philadelphia: W.B. Saunders Co., 1986:870-873.
 41. Kennaway DJ, Dunstan EA, Staples LD. Photoperiodic control of the onset of breeding activity and fecundity in ewes. *J Reprod Fertil* 1987 (34 Suppl):187-189.
 42. Robinson JU, Wigzell S, Aitken RP, Wallace JM, Ireland S, Robertson IS. Daily oral administration of melatonin from March onwards advances by 4 months the breeding season of ewes maintained under the ambient photoperiod at 57°N. *Anim Reprod Sci* 1992;27:141-160.

43. Durotoye LA, Rajkumar R, Argo CM, Nowak R, Webley GE, McNeil ME, *et al.* Effect of constant-released melatonin implants on the onset of oestrus activity and on reproductive performance in the ewe. *Anim Prod* 1991;52:489-497.
44. Nett TM, Niswender GD. Influence of exogenous melatonin on seasonality of reproduction in sheep. *Theriogenology* 1982;17:645-653.
45. Nowak R, Rodway RG. Effects of intravaginal implants of melatonin on the onset of ovarian activity in adult and prepubertal ewes. *J Reprod Fertil* 1985;74:287-293.
46. Deveson SL, Arendt J, Forsyth IA. The influence of the pineal gland and melatonin on the reproductive performance of domesticated female ungulates. *Anim Reprod Sci* 1992;30:113-134.
47. Haresign W. The effect of implantation of lowland ewes with melatonin on the time of matting and reproductive performance. *Anim Prod* 1992;54:31-39.
48. Gonzalez A, Murphy BD, Foote WC, Ortega E. Circannual estrous variations and ovulation rate in Pelibuey ewes. *Small Ruminant Res* 1992;8:225-232.
49. Cruz LC, Fernández-Baca S, Álvarez LJA, Pérez RH. Variaciones estacionales en la presentación de ovulación, fertilización y sobrevivencia embrionaria de ovejas Tabasco en el trópico húmedo. *Vet Méx* 1994;25:23-27.
50. Robinson JJ, Wigzell S, Aitken RP, Wallace JM, Ireland S, Robertson IS. The modifying effects of melatonin, ram exposure and plane of nutrition on the onset of ovarian activity, ovulation rate and the endocrine status of ewes. *Anim Reprod Sci* 1991;26:73-91.
51. White RM, Álvarez LJA, Zarco QL. Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical: Boletín Informativo 1987/1988. México (DF): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 1988:116-117.
52. Gunn RG. Sheep production. In: Haresign W, editor. *Proceedings of the 35th Easter School in Agricultural Science*. London (UK): University of Nottingham, Butterworths, 1983:99-100.
53. Cahill LP, Mauleon P. Influences of season, cycle and breed on the follicular growth rates in sheep. *J Reprod Fert* 1980;58:321-328.
54. Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical: Boletín Informativo 1980. México (DF): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 1980:83-88.
55. Valencia M, Heredia M, González E. Estacionalidad reproductiva en ovejas Pelibuey. *ALPA* 1981;16:137.
56. Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical: Boletín Informativo 1981. México (DF): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 1981:140-147.
57. Rodríguez-Maltos R, Zarco L, Cruz C. Effects of different levels of supplementation on age and weight at puberty onset in Pelibuey ewes born during the autumn. 12th International Congress on Animal Reproduction; 1992 August 23-27; The Hague, The Netherlands. The Hague, The Netherlands, 1992:2096-2098.
58. Martínez RRD, Zarco QLA, Cruz LC, Rubio GI. Comparación de tres métodos hormonales de inducción a la pubertad en corderas Pelibuey nacidas en el verano y suplementadas con concentrado a partir del destete. *Memorias del VIII Congreso Nacional de Producción Ovina*; 1995 mayo 17-20; Chapingo, Edo. de México. México (DF): Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinocultura, A.C., 1995:127-130.
59. Pérez RH. Investigación en genética de ovinos de pelo en el CEIEGT (1978-1992). *Memorias del Curso Producción de Ovinos de Pelo*. 1996 agosto 21-23; Martínez de la Torre (Veracruz) México. México (DF): Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 1996:61-71.