

Trabajo Fin de Grado

Hacia un manejo reproductivo ovino sostenible: la presencia de machos sexualmente activos como herramienta de trabajo

Autor

Andrea Gómez García

Director

José Alfonso Abecia Martínez

Facultad de Veterinaria
2015

ÍNDICE:

1. RESUMEN.....	Pág. 2
2. INTRODUCCIÓN:	
a) BASES FISIOLÓGICAS DE LA REPRODUCCIÓN EN LA OVEJA.....	Pág. 4
b) EL CICLO REPRODUCTIVO.....	Pág. 4
c) LA ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA.....	Pág. 6
d) INTERPRETACIÓN NEUROENDOCRINA DEL FOTOPERIODO: LA MELATONINA.....	Pág. 7
e) LA PUBERTAD EN LA OVEJA.....	Pág. 9
3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	Pág. 11
4. MATERIAL Y MÉTODOS:	
4.1 ANIMALES.....	Pág. 13
4.2 PREPARACIÓN DE LAS HEMBRAS.....	Pág. 13
4.3 PREPARACIÓN Y ACTIVACIÓN SEXUAL DE LOS MACHOS.....	Pág. 13
4.4 DETECCIÓN DEL CELO.....	Pág. 14
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	Pág. 17
6. CONCLUSIONES.....	Pág. 19
7. VALORACIÓN PERSONAL.....	Pág. 21
8. BIBLIOGRAFÍA.....	Pág. 22
ANEXO 1.....	Pág. 26

1. RESUMEN

Las ovejas, al igual que las cabras, presentan una bien definida estacionalidad sexual: durante los meses de primavera y verano sufren un periodo de descanso ovulatorio controlado principalmente por el fotoperiodo, dicha etapa recibe el nombre de anestro estacional. Además, la alimentación y las relaciones socio-sexuales entre géneros afectan a la longitud de dicho periodo anovulatorio. Durante estos mismos meses los machos sufren también una disminución de su actividad sexual; por lo que una de las áreas de trabajo principales dentro de este contexto es el estudio de las relaciones socio-sexuales entre animales para controlar la actividad reproductiva a contraestación.

Se ha observado que el contacto permanente tanto de ovejas como de cabras, con machos sexualmente activos durante el anestro estacional, activados mediante tratamiento previo fotoperiódico de días largos y melatonina, impide la aparición del anestro estacional de las hembras, permitiendo que un elevado porcentaje de ellas se mantengan cíclicas todo el año (Delgadillo et al., 2002; Forcada y Abecia, 2006). A partir de estos resultados completamente nuevos, estudiaremos la respuesta de corderas Rasa Aragonesa en primavera a la presencia continua de machos activados sexualmente mediante tratamiento lumínico y melatonina exógena, para comprobar si éstos son capaces de adelantar la pubertad de dichas corderas.

Finalmente los resultados obtenidos fueron: 68% de las corderas expuestas al grupo de machos activados sexualmente presentaron su primer celo en este periodo de anestro, sin embargo, las corderas expuestas a los machos control no presentaron signos de celo.

Por lo tanto, los resultados indican que la presencia de machos sexualmente activos puede anular el efecto inhibitorio ejercido por el fotoperiodo en la época de anestro estacional.

Palabras clave: corderas, moruecos, melatonina, fotoperiodo, pubertad.

1. ABSTRACT

“To a sustainable ovine reproductive management: the presence of sexually activated males as a working tool.”

A well-defined season of sexual rest controlled by photoperiod is observed in female sheep and goats during spring and summer, delineating their anestrus season; rams also decrease sexual activity at about the same time. Moreover, nutrition and socio-sexual stimuli play an important part on the duration of this anovulatory period. For this reason, one of the principal work areas within this context is the study of the socio-sexual relationships between males and females to control breeding activity out of season.

It has been observed, that the permanent contact of sheep and goats with sexually stimulated males by melatonin and artificial photoperiod during anestrus season, avoids the appearance of seasonal anestrus, keeping their ovulatory activity in spring (Delgadillo et al., 2002; Forcada y Abecia, 2006). From these completely new results, we are going to study the response of Rasa Aragonesa female lambs in spring, to the continuous exposition to sexually stimulated males by melatonin and artificial photoperiod, in order to verify if rams could make ewe lamb's puberty come early.

Regarding results, 68% ewe lambs exposed to treated males showed their first oestrus in the anestrus period; however, ewe lambs exposed to control males didn't show any sign of oestrus.

Therefore, we can conclude that the presence of sexually activated males can completely override the photoperiodic inhibition of reproduction of females throughout the anestrus season.

Key words: ewe lamb, ram, melatonin, photoperiod, puberty.

2. INTRODUCCIÓN

a. Bases fisiológicas de la reproducción en la oveja

En el proceso reproductivo intervienen tres elementos básicos: el hipotálamo, la hipófisis y las gónadas. Estas tres estructuras se relacionan entre sí de manera muy estrecha para asegurar los diferentes acontecimientos que tienen lugar en el ciclo sexual de la oveja.

La hormona hipotalámica GnRH induce la liberación de LH (hormona luteinizante) y FSH (hormona folículo estimulante) desde la hipófisis. Estas gonadotropinas hipofisarias estimulan en los ovarios, la esteroidogénesis o síntesis de los esteroides gonadales (estrógenos y progesterona) y junto a ellos participan en el desarrollo de los folículos ováricos y en la ovulación. Los esteroides gonadales intervienen además en el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios y en la aparición de comportamiento sexual.

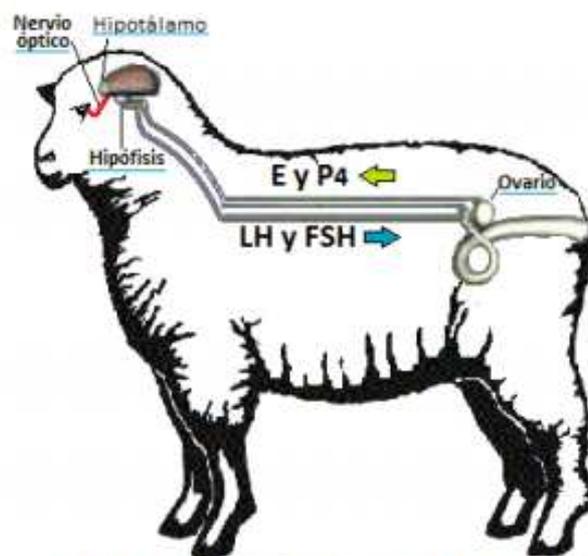
En conjunto, la secreción hormonal en el lóbulo anterior de la hipófisis está regulada tanto por las propias hormonas hipotalámicas (GnRH) como por mecanismos de retroacción ejercidos por otras hormonas o factores desde los órganos diana (gónadas en nuestro caso) (Abecia y Forcada, 2010).

b. El ciclo reproductivo

La oveja es una especie poliéstrica estacional de días cortos, presenta su mayor actividad sexual coincidiendo con el final del verano y el otoño. En dicho periodo de actividad reproductiva, la oveja presenta una sucesión de ciclos sexuales (intervalo entre dos celos consecutivos) con una duración media de 17 días, que varía entre 16 y 19 días (Abecia y Forcada, 2010).

Tomando como día 0 el del inicio del celo, el ciclo sexual se puede dividir en dos fases, luteal (días 2-13) y folicular (días 14-1) (celo=día 0). El celo, entendido como el momento en que la hembra muestra signos de aceptación al macho, dura entre 24 y 40 horas dependiendo de la raza, la edad (más prolongado en ovejas adultas) e incluso la época del año (más en plena estación sexual). El pico pre-ovulatorio de LH se inicia a las 2-6 horas del comienzo del celo y la ovulación tiene lugar a las 24-32 horas del inicio del mismo (Abecia y Forcada, 2010).

El comienzo de la actividad sexual es provocado principalmente por la respuesta al efecto del fotoperiodo; hay una inducción de la actividad debido al estímulo nervioso originado por la disminución del número de horas luz a la que está expuesta la hembra. Este estímulo generado, en la retina, es transmitido a través del sistema nervioso central a la glándula pineal. A su vez la glándula pineal se comporta como “transductor” neuroendocrino, transformando el estímulo neural en una respuesta endócrina, liberando melatonina durante los períodos de oscuridad. Esta señal influye a su vez sobre la secreción, por parte del hipotálamo, de GnRH que determina el inicio de la actividad gonadal. La GnRH liberada, como ya hemos mencionado anteriormente, actúa a nivel de la hipófisis provocando la liberación de gonadotropinas. La liberación de FSH, por parte de la hipófisis causa el crecimiento de los folículos en el ovario, los cuales comienzan a producir estrógenos (E) que se vierten a la sangre. Cuando los estrógenos llegan a un cierto nivel, la hipófisis deja de segregar FSH y empieza a liberar LH, que hace madurar el folículo y produce la ovulación. La LH también estimula la formación del cuerpo lúteo el cual comienza a segregar progesterona (P4) (Figura 1).



Elaboración: Cátedra Producción de Pequeños Rumiantes y Cerdos, FCV – UNNE, 2011.

FIGURA 1. ENDOCRINOLOGÍA DE LA OVULACIÓN Y EL CELO

El cuerpo lúteo se mantiene hasta el parto y la producción de progesterona actúa en la hipófisis haciendo que frene la liberación de gonadotropinas, impidiendo de esta forma una nueva ovulación y celo. Si no hubo fecundación la progesterona inhibe la actividad hipofisaria durante 13 - 16 días, a partir de los cuales comienza la involución del cuerpo lúteo (luteolisis), y

por ende se deja de segregar progesterona, permitiendo nuevamente la liberación de FSH por parte de la hipófisis y con ello el inicio de un nuevo ciclo.

La primera ovulación al iniciarse la temporada sexual no se acompaña de manifestaciones de celo, ya que no existe la sensibilización previa con progesterona, debido a la falta de cuerpo lúteo encargada de producirla. Esto sucede de manera similar en tres ocasiones y por la misma causa (falta de progesterona), en la primera ovulación post-parto, en la primera ovulación post-pubertad y en la recién mencionada (postanestro) (Abecia y Forcada, 2010).

c. La estacionalidad reproductiva

La estacionalidad reproductiva es un mecanismo de adaptación adoptado por algunas especies, heredado desde sus antepasados salvajes, para hacer coincidir la época de partos con aquellas estaciones del año más favorables por las condiciones climáticas y por la disponibilidad de alimentos. Lo que permite a las crías nacer en un momento en que las condiciones son más favorables para su supervivencia y crecimiento, pero también para la producción de leche de su madre (Lincoln y Short, 1980; Karsch et al, 1984; Malpoux et al., 1996).

En la figura 2 se muestra un ejemplo de la variación de la actividad reproductiva a lo largo del año, determinada a través de la actividad ovulatoria medida con la concentración plasmática de progesterona (porcentaje de hembras en estro) (Zarazaga et al., 2005)

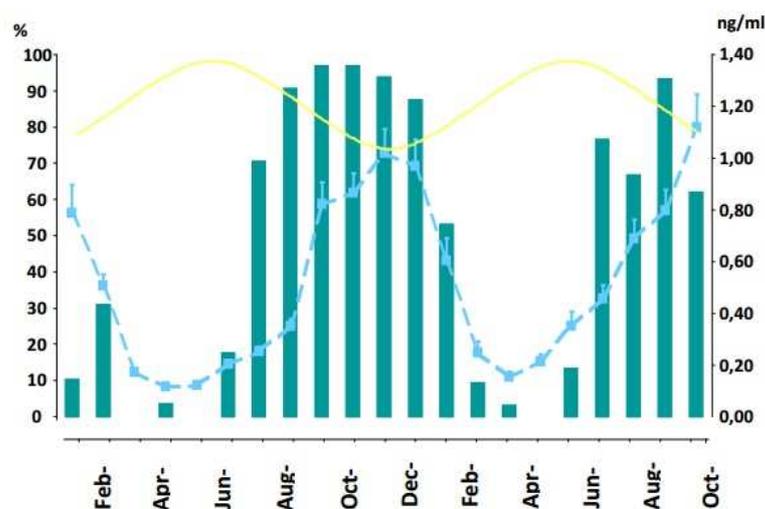


FIGURA 2. VARIACIÓN DE LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA A LO LARGO DEL AÑO (Adaptado de Zarazaga et al. 2005)

Los ovinos presentan anualmente dos etapas fisiológicas bien definidas (Barrell et al., 1992). Una fase de anestro estacional (días largos), que en la hembra se manifiesta con la ausencia de ciclos foliculares que terminan en la ovulación, con bajos niveles plasmáticos de LH y falta de receptividad y manifestaciones de celo. Y otra etapa fisiológica, conocida como época reproductiva (días cortos), que se caracteriza por la ocurrencia de ciclicidad estral, conducta de estro y ovulación en la hembra.

En el macho, al igual que en la hembra, también se observa estacionalidad, de modo que el tamaño testicular es mínimo en primavera y máximo a finales de verano-otoño. Estas variaciones están asociadas a marcados cambios en la producción espermática: volumen de eyaculado, concentración espermática, número total de espermatozoides, viabilidad de los espermatozoides, etc. (Delgadillo et al., 1991; Zarazaga et al., 2009). Las experiencias realizadas con diferentes razas han demostrado que, durante los días crecientes, las concentraciones plasmáticas de FSH, LH y testosterona son más bajas que durante los decrecientes, determinando así una regresión del tamaño testicular, una disminución del diámetro de los túbulos seminíferos y, como consecuencia, una menor producción diaria de espermatozoides (Daza, 1997); todo ello se traduce en una menor fertilidad y lívido durante el periodo de anestro.

Durante el periodo reproductivo, en el macho, se restablece la espermatogénesis y el deseo sexual (Hafez et al, 1952; Legan y Karsch, 1979; Karsch et al, 1984; Malpaux et al, 1997).

El factor ambiental primario que va a regular estos eventos será el fotoperiodo.

d. Interpretación neuroendocrina del fotoperiodo: la melatonina

La información sobre el fotoperiodo es captada por la retina y transmitida a través del nervio óptico a los núcleos supraquiasmáticos del hipotálamo, desde donde llega hasta los ganglios cervicales superiores pasando por los núcleos paraventriculares y, por último, a la glándula pineal. Esta información estimula la síntesis y liberación, por parte de la glándula pineal, de la hormona melatonina.

Durante el día, la información lumínica captada inhibe la síntesis de la hormona, por lo que la melatonina sólo es sintetizada durante la noche, siguiendo un ritmo circadiano cuya duración variará a lo largo del año. Durante los días largos la duración de la secreción será corta, mientras que en los días cortos esta duración será larga (Bittman y Karsch, 1984).

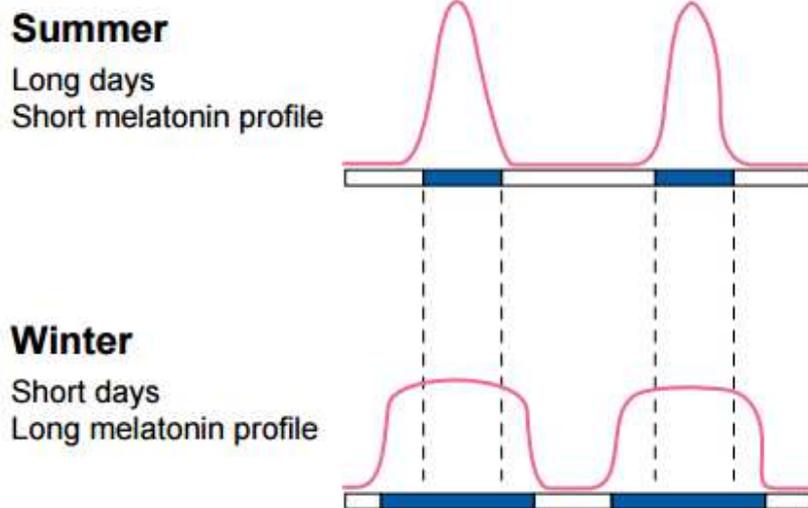


FIGURA 3. DURACIÓN DE LA SECRECIÓN DE MELATONINA EN LAS DISTINTAS ÉPOCAS DEL AÑO (■ = oscuridad) (Adaptado de Arendt, 1998)

El control que ejerce la melatonina sobre la actividad reproductiva se debe a que estimula la liberación de LH al actuar sobre receptores específicos en el hipotálamo medio basal (receptores oMT1) (Mailliet et al., 2004). Su acción sobre la liberación de GnRH es realizada de forma indirecta, interviniendo diferentes neuromediadores, como son el sistema dopaminérgico y serotoninérgico (Zarazaga et al., 2009).

Se ha administrado melatonina exógena por vía oral o parenteral para inducir la actividad sexual en la estación de anestro (Robinson, et al., 1985; Nowak y Rodway, 1987). Actualmente se aplican implantes subcutáneos en la base de la oreja, con 18mg de melatonina (Melovine®, CEVA Salud Animal, Barcelona), que permiten una liberación constante de la hormona durante un periodo de 70 días aproximadamente (Daza, 1997).

Dado que los machos, como hemos mencionado anteriormente, también sufren en cierta medida el anestro estacional, la utilización de implantes de melatonina en el morueco durante este periodo está recomendada, pues se ha visto que su empleo produce una mejora significativa, tanto en el diámetro escrotal, como en la motilidad progresiva individual de los espermatozoides en la semana 6 tras el inicio del tratamiento (Buffoni y Abecia, 2013). Además, un estudio sobre los efectos de la aplicación de melatonina en machos de la raza Awassi, reveló que su aplicación también mejora la producción de testosterona en el testículo (Faigl, et al., 2009).

e. La pubertad en la oveja

La pubertad en la oveja se entiende como el momento en que consigue la capacidad reproductora y se instauran los ciclos estrales.

La aparición de la pubertad es un fenómeno dependiente de numerosos factores, tales como: la raza, la nutrición, el desarrollo corporal, las interacciones sociales y la época de nacimiento. La interacción de todos estos factores va a determinar las variaciones en el momento de inicio de la actividad reproductora de la cordera. Sin embargo, es la interacción entre el peso (grado de desarrollo corporal) y la época de nacimiento la que ejerce mayor influencia.

➤ Desarrollo corporal:

El peso (desarrollo corporal) es un factor decisivo en el comienzo de la pubertad, especialmente en corderas nacidas en primavera. Esto es debido a que, al ser la oveja estacional en su reproducción, las corderas nacidas en primavera deben alcanzar 2/3 del peso adulto durante su primera estación reproductiva, para que se inicie así la pubertad en ese periodo. Si la cordera no alcanza ese peso, el periodo prepuberal se continúa con el anestro estacional y el inicio de la pubertad se retrasa hasta la siguiente época reproductiva (Abecia y Forcada, 2010).

➤ Época de nacimiento:

Las corderas nacidas en primavera inician la pubertad en su primera estación reproductiva (octubre – noviembre) a los 6-8 meses de edad, siempre y cuando tengan un óptimo desarrollo corporal como hemos mencionado anteriormente. Aquellas nacidas en otoño no lo hacen hasta su segunda estación reproductiva, a los 16-18 meses de edad, puesto que si bien por su edad y peso vivo podrían alcanzar la pubertad a finales de primavera o a comienzo de verano, no lo hacen porque este momento coincide con el periodo de anestro estacional (fotoperiodo creciente), de tal manera que la primera ovulación no aparece hasta el siguiente otoño (fotoperiodo decreciente) (Hammon, 1944). (Figura 4).

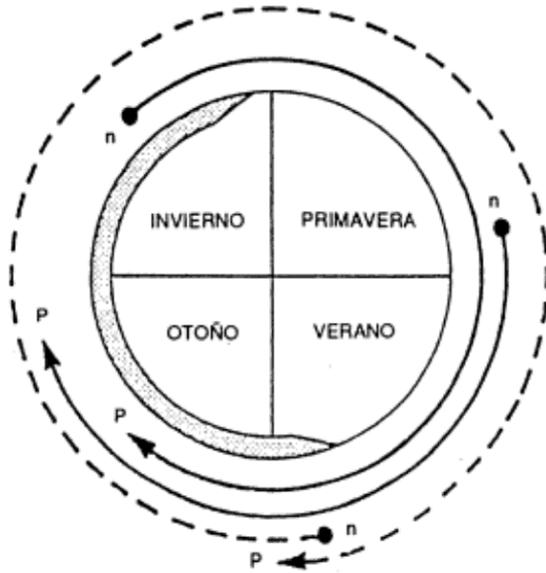


FIGURA 4. MOMENTO DE APARICIÓN DE LA PUBERTAD EN LAS OVEJAS NACIDAS EN LAS DIFERENTES ÉPOCAS DEL AÑO (P= MOMENTO DE APARICIÓN DE LA PUBERTAD; N= MOMENTO DEL NACIMIENTO).

(Modificado de Foster y Cols, 1986)

El hipotálamo de la cordera es altamente sensible a pequeñas cantidades de esteroides gonadales, y sólo cuando esta alta sensibilidad se pierde, el efecto de retroalimentación negativa se interrumpe. La pérdida de este efecto a nivel hipotalámico, entonces, permite la liberación de GnRH lo que a su vez induce la liberación de gonadotropinas, la función gonadal, la gametogénesis, la alta producción de esteroides y la libido (Mediavilla, 1994).

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Las ovejas, como ya hemos mencionado anteriormente, son una especie estacional y esta estacionalidad es un inconveniente obvio para la producción animal, pues el nacimiento de los corderos se produce normalmente en un periodo de tiempo definido, lo cual limita la disponibilidad de ciertos productos animales (leche, queso, corderos, etc.) a lo largo del año. Estas variaciones en la disponibilidad de productos tienen efecto tanto en la industria, como en los ganaderos. Así pues, las industrias tienen que hacer frente a importantes variaciones de los precios a lo largo del año, al igual que los ganaderos presentan ingresos inestables a lo largo del mismo. De ahí el interés por conseguir romper esta estacionalidad, para poder ofrecer una oferta constante de productos a lo largo de todo el año y para poder producir en las épocas en que los productos alcanzan mayores precios.

Por lo tanto, el control de la reproducción en los pequeños rumiantes es actualmente un tema de gran interés, pues la productividad y rentabilidad de las industrias ganaderas dependen de los datos reproductivos.

Dentro de estos datos reproductivos, encontramos la edad a la pubertad, variable que afecta directamente a la vida productiva de la oveja, pues tiene relación con la edad al primer parto y por ende con la rentabilidad del sistema de producción (Camacho et al., 2008).

En los países industrializados y en los sistemas de producción intensiva, sobre todo en Europa, el control de la reproducción ha sido tema de numerosas investigaciones tras el descubrimiento del papel de diversas hormonas en la reproducción, tales como la progesterona, las gonadotropinas, etc. De este modo, los tratamientos hormonales han sido muy empleados para el control de la reproducción.

No debemos olvidar que el empleo de dichos tratamientos hormonales suponen una serie de problemas, como por ejemplo, la presencia de residuos de dichas hormonas en las canales de los animales, la aplicación de varios tratamientos inmuniza los animales haciendo que disminuya su fertilidad, las hormonas son metabolizadas por el animal y eliminadas en último término al medio contaminándolo, estos tratamientos suponen un coste adicional en la producción, etc.

Además, la producción animal actual está fuertemente influenciada por los cambios en el pensamiento de la sociedad, que la conducirá hacia nuevas tendencias: los consumidores comienzan a reclamar productos “limpios, verdes y éticos”. Limpios y verdes refiriéndose a que

el impacto de estas prácticas en el medio ambiente sea el mínimo posible y ético para que las prácticas realizadas respeten la salud y el bienestar animal.

Para nuestros ganaderos, esto significará alcanzar unas prácticas de manejo que minimicen o eviten los tratamientos químicos u hormonales en los animales, cuidando al máximo el bienestar de estos.

Por todo ello los objetivos de este trabajo son:

- Determinar si corderas con un adecuado desarrollo corporal y cuyo momento de inicio de la actividad reproductiva coincide con la época de anestro estacionario (primavera) y que, por tanto, no entrarían en actividad reproductiva hasta la siguiente estación reproductiva favorable, alcanzan la pubertad en ésta época de anestro estacionario (primavera) al ser expuestas a machos “activados” sexualmente mediante tratamiento lumínico y melatonina exógena.
- Adquirir un conocimiento más profundo de la fisiología y del comportamiento reproductivo ovino.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el Servicio de Experimentación Animal de la Universidad de Zaragoza (latitud 41° 40'N), con protocolos aprobados por la Comisión Ética Asesora para la Experimentación Animal.

4.1 Animales

Todos los animales empleados eran de la raza Rasa Aragonesa.

Los animales fueron alojados inicialmente por separado entre géneros, en corrales con áreas descubiertas, y en el caso de los machos (excepto el lote control), fueron sometidos durante dos meses a un tratamiento lumínico (16 horas de luz continuada y 8 horas de oscuridad) en corrales aislados cubiertos (Foto 1).

Todos los animales se alimentaron diariamente con paja de cebada *ad libitum*, heno de alfalfa y un concentrado comercial de acuerdo a los estándares del INRA para el mantenimiento del peso vivo en los machos y para el crecimiento en el caso de las corderas. Además recibieron agua y sales minerales a voluntad.

4.2 Preparación de las hembras

Para este proyecto empleamos 50 corderas prepúberes de raza Rasa Aragonesa nacidas durante el mes de septiembre, divididas en dos grupos:

- Lote Control (n=25): corderas que permanecerán con machos no tratados desde el mes de marzo, con 6 meses de vida, hasta julio.
- Lote Tratado (n=25): corderas que permanecerán con machos tratados desde el mes de marzo, con 6 meses de vida, hasta julio.

4.3 Preparación y activación sexual de los machos

Para llevar a cabo el experimento empleamos 20 moruecos de la raza Rasa Aragonesa. Previo al inicio de la experiencia vasectomizamos dichos animales para evitar gestaciones indeseadas en las corderas.

Los machos fueron divididos en 4 grupos (n=5). Tres de estos grupos se emplearon para el lote de hembras tratado, de tal manera que el grupo 1 habrá sido expuesto desde el 1 de diciembre hasta el 31 de enero a 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad, colocándose el 1 de febrero tres implantes de melatonina a cada uno de los machos y pasándose a fotoperiodo natural (Grupo T1). El grupo 2, idéntico tratamiento desde el 1 de enero hasta el 28 de febrero, colocándose el día 2 de marzo tres implantes de melatonina por animal y pasándolos a fotoperiodo natural (Grupo T2); y el grupo 3 del 1 de febrero hasta el 31 de marzo, colocándose el 1 de abril 3 implantes de melatonina por macho (Grupo T3) (Foto 1).

Los grupos permanecieron con las corderas 50 días, siendo sustituido el T1 por el T2 y éste por el T3. (Figura 5).

Los moruecos destinados al lote de hembras control, fueron expuestos en todo momento a fotoperiodo natural.

El 1 de marzo se iniciaron las cubriciones en naves separadas, controlándose los celos hasta el 31 de mayo.

4.4 Detección del celo

En el momento de inicio del periodo de cubrición (1 de marzo) a los machos se les colocó un arnés marcador cuyo color se variaba semanalmente, comprobándose las marcas en las grupas de las corderas diariamente mediante inspección visual de las mismas (Foto 2).

Toma de muestras

Se tomaron muestras de sangre de las corderas para medir los niveles plasmáticos de progesterona una vez a la semana, hasta el final del periodo de cubriciones.

La medición de los niveles de progesterona se empleará para confirmar la actividad ovulatoria, considerándose existente cuando los niveles de progesterona sean por encima de 1ng/ml.

A los machos también se les tomaron muestras de sangre para la medición de los niveles plasmáticos de testosterona cada dos semanas, desde el inicio de los tratamientos lumínicos.

En el momento de entregar este trabajo, los niveles hormonales todavía no habían sido analizados.

PROTOCOLO REALIZADO

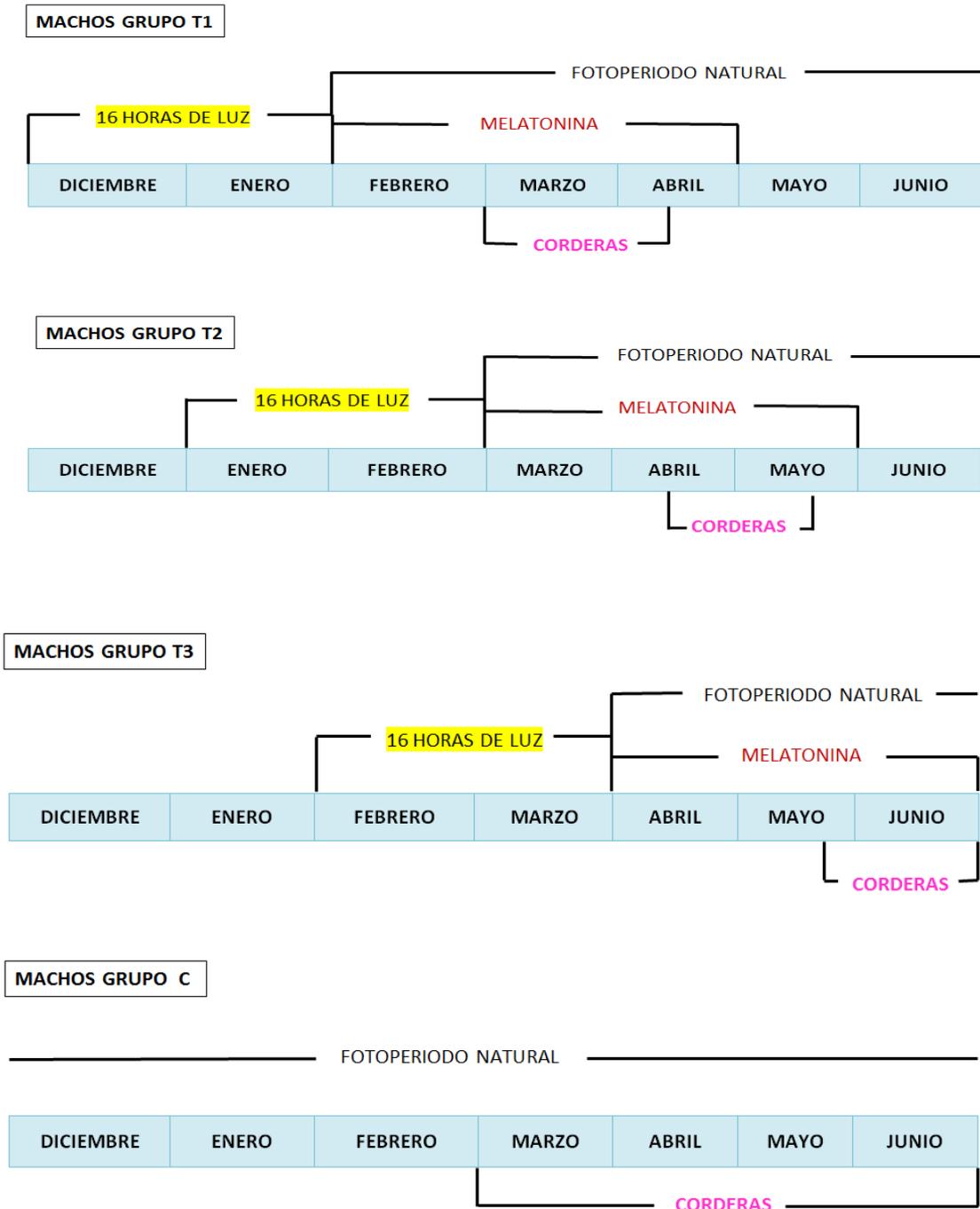


FIGURA 5. PROTOCOLO APLICADO EN LA EXPERIENCIA



FOTO 1. NAVE DE LUZ ARTIFICIAL PARA PROPORCIONAR 16 h DE LUZ A LOS MACHOS UTILIZADOS



FOTO 2. CORDERA MARCADA POR LOS ARNESSES MARCADORES DE LOS MORUECOS, INDICANDO CELO

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde el 1 de marzo hasta el 31 de mayo (13 semanas de estudio), el grupo de corderas expuestas a los machos tratados presentó un mayor porcentaje de ovejas en pubertad (17/25; 68%) (Anexo 1) que el grupo control (0/25; 0%) ($P < 0,001$). Es destacable que ninguna cordera expuesta al grupo de machos control presentó signos de actividad de celo durante este periodo. La evolución de la aparición de la pubertad semanalmente aparece en la Figura 6. La primera cordera del grupo expuesto a los machos tratados presentó celo el 24 de abril, con 221 días de edad.

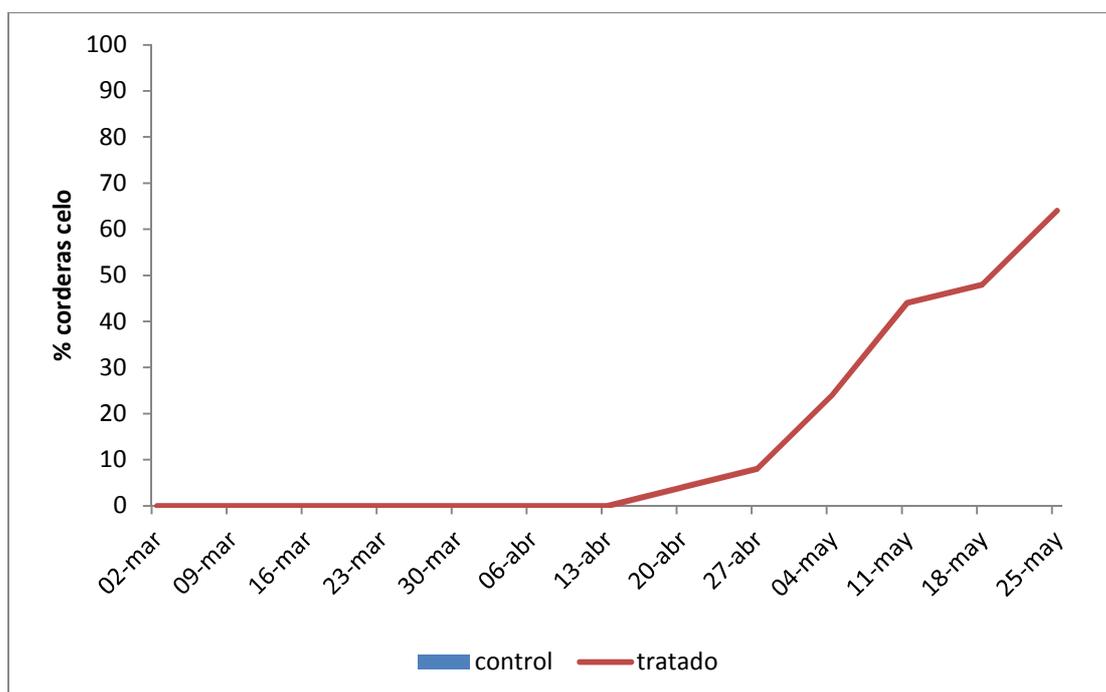


FIGURA 6. EVOLUCIÓN SEMANAL DEL PORCENTAJE DE CORDERAS EN CELO A LO LARGO DEL EXPERIMENTO

Los resultados obtenidos suponen la primera evidencia de una inducción al inicio de la pubertad por parte de machos activados sexualmente en primavera, y son comparables a los trabajos ya publicados por Delgadillo et al. (2015) en caprino y por Abecia et al. (2015) en ovino en animales adultos que han sugerido que la actividad sexual del macho juega un papel decisivo en el desarrollo de la actividad sexual anual de las hembras.

La edad media de las corderas púberes fue de 243 días. En un trabajo previo realizado en la misma latitud, pero utilizando un genotipo de alta prolificidad (raza Salz) (Forcada et al., 1991), el inicio de la pubertad de corderas nacidas en el mismo mes que las del presente experimento (septiembre) fue a los 316 días (agosto). Incluso teniendo en cuenta que estas razas prolíficas presentan habitualmente pubertades tempranas, la pubertad expresada por nuestras corderas fue similar a las de corderas nacidas en primavera, que suele darse a las 30 semanas de vida, sin el freno del fotoperiodo. Nuestros resultados sugieren que la actividad sexual del macho es tan importante como el fotoperiodo en el control del ritmo anual de la actividad ovulatoria, y particularmente en el desencadenamiento de la pubertad.

6. CONCLUSIONES

Aunque el fotoperiodo es considerado el factor ambiental primario que regula el ciclo reproductivo anual de la oveja, hemos podido observar con este experimento que la presencia de machos activados sexualmente mediante fotoperiodo artificial y melatonina exógena en primavera, es capaz de inducir la pubertad de corderas cuyo inicio de la actividad reproductiva coincide con la época de anestro estacionario, lo cual indica la importancia de las relaciones socio-sexuales entre machos y hembras en la regulación de la actividad reproductiva en el ganado ovino.

Estos resultados, junto con los anteriores ya publicados por nuestro grupo, abren así un nuevo campo en el empleo de tratamientos no hormonales para el control de la reproducción en las especies domésticas estacionales, basándose en el empleo de machos activados sexualmente.

6. CONCLUSIONS

Although photoperiod is considered as the principal environmental factor that controls the annual breeding cycle of sheep, we have observed with this experiment that the presence of sexually activated males by artificial photoperiod and melatonin in spring, is able to take ewe lambs, which reproductive period coincide with the anestrous season, to puberty; this shows the importance of socio-sexual relationships between males and females on the regulation of breeding cycle.

These results open a new area on the use of non-pharmaceutical treatments for controlling seasonal reproduction, based on the use of sexually activated males.

7. VALORACIÓN PERSONAL

La realización de este trabajo ha estado ligado a la concesión de una beca de colaboración en el departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos de la Facultad de Veterinaria; gracias a ella he podido llevar a cabo un estudio científico referido a un tema muy novedoso y actual dentro del ámbito de la producción ovina.

He tenido la oportunidad de trabajar diariamente con los animales en la granja y además, realizar tareas en el laboratorio. Todo ello me ha servido para adquirir nuevos conocimientos, así como para asentar los ya poseídos, principalmente en el campo de la reproducción ovina: fisiología y manejo de las hembras reproductoras, de los machos, de las corderas de reposición, factores que intervienen en la reproducción, etc; a través de la lectura de numerosos artículos sobre el tema, de libros y sobre todo gracias a los conocimientos aportados por mi tutor. Además he adquirido destreza en el manejo de los animales (desplazarlos de un lugar a otro, introducirlos en la manga de manejo, inmovilizarlos, etc) y en las tareas propias que realizan los veterinarios de campo (extracciones de sangre, colocación de crotales, recorte de pezuñas, etc). Igualmente, ha sido muy satisfactorio el obtener unos resultados tan significativos.

Asimismo esta es la primera vez que realizo un trabajo científico y ha sido de gran ayuda el empleo del curso on-line “Veterinaria: competencias informacionales 2014-15” impartido por la biblioteca de la UZ, que me ha ayudado a manejar la búsqueda y selección de información en las distintas bases de datos.

Finalmente me gustaría agradecer tanto a mi tutor, José Alfonso Abecia, como a los trabajadores del Servicio de Apoyo a la Experimentación Animal (SAEA), los conocimientos aportados y el excelente trato recibido por su parte. Este trabajo ha podido desarrollarse gracias al proyecto AGL2013-41200-P, del MINECO, cuyo IP es el profesor Alfonso Abecia.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abecia J.A, Forcada F. Manejo reproductivo en ganado ovino. Editorial Servet, Zaragoza. 2010.
- Abecia J.A., Flores J.A, Keller M., Forcada F., Duarte G., Chemineau P., Delgadillo J.A. El contacto permanente con machos estimulados con fotoperiodo artificial y melatonina modifica la actividad ovárica de ovejas Rasa Aragonesa en primavera. Jornadas sobre Producción Animal 2015, Zaragoza. 2015.
- Arendt J. Melatonin and the pineal gland: influence on mammalian seasonal and circadian physiology. *Reviews of Reproduction*. 1998.
- Arroyo J. Estacionalidad reproductiva de la oveja en México. *Tropical subtropical agroecosystems* vol.14 no.3 Mérida sep./dic. 2011.
- Bittman E., Karsch F. Nightly duration of pineal melatonin secretion determines the reproductive response to inhibitory day length in the ewe. *Biology of reproduction*. 1984.
- Buffoni A., Abecia, J.A. (dir.). Efecto de los implantes de melatonina sobre los rendimientos en la obtención de embriones in vivo, la calidad seminal y la actividad reproductiva de ovinos en la región patagónica argentina. Tesis Doctoral. Repositorio Institucional de Documentos Universidad de Zaragoza, Área Producción Animal. 2013.
- Camacho J.C., Rodriguez J., Hernández J.E., Becerril C., Gallegos J. Características reproductivas de ovejas pelibuey sincronizadas e inducidas a la pubertad. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 2008.
- Cardinali D.P., Jordá J., Sánchez E.J., Mediavilla M.D. Introducción a la cronobiología: fisiología de los ritmos biológicos. 1994.
- Daza A. Reproducción y sistemas de explotación del ganado ovino. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 1997.
- Delgadillo J.A., Flores J.A., Hernández H., Poindron P., Fitz-Rodríguez G., Keller M., Duarte G., Vielma J., Fernández I.G., Chemineau P. Sexually active males prevent the display of seasonal anestrus in female goats. *El Sevier*. 2015.

- Delgadillo J.A., Leboeuf B., Chimeneau P. Decrease in the seasonality of sexual behavior and sperm production in bucks by exposure to short photoperiod cycles. *Theriogenology*. 1991.
- Ebling, FJP, and D.L. Foster. Photoperiod requirements for puberty differ from those of the onset of the adult breeding season in female sheep. *J. Reprod. Fertil.* 1988.
- Faigl V., Keresztes M., Kulcsár M., Nagy S., Keresztes Z., Amiridis G., Solti L., Huszenicza G. Cseh S. Testicular function and semen characteristics of Awassi rams treated with melatonin out of the breeding season. *Acta Veterinaria Hungarica*. 2009.
- Fayed M., Owen J.B. *Nuevas técnicas de producción ovina*. Editorial Acribia, Zaragoza. 1993.
- Forcada F., Abecia A., Casao A., Vázquez I. Interacciones ambientales sobre la reproducción en ovino. *Anim. Reprod.* 2012.
- Forcada, F., Abecia, J.A., Zarazaga, L. A note on attainment of puberty of September-born, early-maturing ewe lambs in relation to level of nutrition. *Anim. Prod.* 1991.
- Gordon I. *Reproduction in sheep and goats. Controlled reproduction in farm animals series, Volume 2*. Cab International. 1997.
- Maillet F., Audinot V., Malpoux B., Bonnad A., Delegrange P., Migaud M., Barrett P., Viaud-Massuard M., Leisieur D. Molecular pharmacology of the ovine melatonin receptor: comparison with recombinant human MT1 and MT2 receptors. *Biochemical Pharmacology*. 2004.
- Zarazaga L.A., Celi I., Guzmán J.L., Malpoux B. Nutritional and neuroendocrinological involvement in the control of leuteinizing hormone secretion of Mediterranean goats females during the onset of the seasonal anoestrous season. *Congress of the European Association of the Animal Production, Barcelona*. 2009.
- Zarazaga L.A., Guzmán J.L., Domínguez C., Pérez M.C., Prieto R. Effect of plane of nutrition on seasonality of reproduction in Spanish Payoya goats. *Animal Reproduction Science*. 2005.
- Zarazaga L.A., Guzmán J.L., Domínguez C., Pérez M.C., Prieto R. Effects of season and feeding level on reproductive activity and semen quality in Payoya buck goats. *Theriogenology*. 2009.

- Zúñiga, O., F. Forcada, and J.A. Abecia. The effect of melatonin implants on the response to the male effect and on the subsequent cyclicity of Rasa Aragonesa ewes implanted in April. *Animal Reproduction Science*. 2002.

ANEXO 1

Resultados obtenidos en el lote de hembras expuestas a machos tratados.

CORDERAS	LOTE	1º CELO	2º CELO	3º CELO
nº 2	tratado			
nº 4	tratado	10-may	25-may	
nº 5	tratado	25-may		
nº 7	tratado	07-may	21-may	
nº 11	tratado	25-may		
nº 13	tratado	05-may		
nº 14	tratado	29-abr	15-may	31-may
nº 16	tratado	14-may		
nº 19	tratado	31-may		
nº 20	tratado	21-may		
nº 21	tratado	07-may		
nº 23	tratado			
nº 26	tratado	28-may		
nº 28	tratado			
nº 29	tratado			
nº 31	tratado	24-abr	09-may	27-may
nº 34	tratado	31-may		
nº 36	tratado	22-may		
nº 37	tratado			
nº 39	tratado			
nº 42	tratado			
nº 44	tratado	25-may		
nº 45	tratado	25-may		
nº 47	tratado	20-may	28-may	
nº 50	tratado			