



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y
DE LA SALUD ANIMAL**

**EFFECTO DE LA EXPOSICIÓN AL MACHO EN DIFERENTES ETAPAS DEL
CICLO ESTRAL DE OVEJAS PELIBUEY DURANTE LA ÉPOCA
REPRODUCTIVA**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA:

SHEILA SOLEDAD JARQUÍN IGNACIO

TUTOR:

DR. JAVIER DE JESÚS VALENCIA MÉNDEZ

COMITÉ TUTORAL:

DR. LUIS ALBERTO ZARCO QUINTERO

Facultad de medicina veterinaria y zootecnia

DRA. ANGÉLICA MARÍA TERRAZAS GARCÍA

FES-Cuautitlán



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.

DEDICATORIA

A Dios

Por haberme permitido lograr mis objetivos y haber puesto en mi camino a aquellas personas que me dieron fortaleza.

A mi esposo

Por su amor y apoyo incondicional en todos mis planes.

A mis padres

Por su comprensión.

AGRADECIMIENTOS

Al PAPIIT por el apoyo financiero brindado al proyecto IN216209, del cual el presente estudio es parte.

Al CONACYT por el apoyo económico que me proporcionó durante mis estudios de maestría.

A mi tutor Dr. Javier Valencia por confiar en mí, pero sobre todo por su persistente guía tanto en lo profesional como en lo personal.

A mi comité tutorial Dr. Luis Zarco y Dra. Angélica Terrazas por su paciencia y disposición para compartirme sus conocimientos.

A Antonio Roldan por su paciencia en la enseñanza y confianza en involucrarme a los trabajos realizados en el CEPIPSA, gracias por ser mi maestro y amigo.

A mis amigos de maestría por su apoyo, Eduardo, Maricruz, Rodrigo, Pablo, Ariana, Jorge y Débora.

A mis sinodales, Dr. José De Lucas, Dr. Antonio Ortiz, Dr. Agustín Orihuela y Dr. Lorenzo Álvarez por su tiempo invertido en la revisión.

A mi amiga y hermana Alma por ser mi ángel en los momentos difíciles.

CONTENIDO

RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. REVISIÓN DE LITERATURA	10
2.1. CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS DE LA OVEJA PELIBUEY.....	10
2.2. EFECTO MACHO	10
2.2.1. <i>Sistemas olfatorios que participan en el efecto macho.....</i>	<i>12</i>
2.2.2. <i>Factores que modifican la respuesta al efecto macho.....</i>	<i>12</i>
2.2.2.1. Aislamiento previo de las hembras con respecto al macho.....	13
2.2.2.2. Actividad sexual del macho	14
2.2.2.3. Etapa del anestro y efecto hembra-hembra	15
2.2.2.4. Edad de las ovejas y experiencia	15
2.2.2.5. Intensidad y duración del estímulo.....	16
2.3. EFECTO MACHO EN OVEJAS ANÉSTRICAS	17
2.4. EFECTO MACHO EN OVEJAS CÍCLICAS	18
3. HIPÓTESIS.....	19
4. OBJETIVOS	19
4.1. OBJETIVO GENERAL	19
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
5. MATERIAL Y MÉTODOS.....	20
5.1 LOCALIZACIÓN	20
5.2 ANIMALES	20
5.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	20
5.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	23
6. RESULTADOS.....	24
7. DISCUSIÓN.....	27
8. CONCLUSIONES.....	32
9. ANEXO.....	33
10. LITERATURA CITADA	40

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 1.	Esquema de sincronización	22
Cuadro 1.	Efecto de la exposición al macho en diferentes momentos del ciclo estral sobre la duración del mismo y sus diferentes etapas en ovejas Pelibuey, durante la época reproductiva.	25
Figura 2.	Concentraciones de progesterona en ovejas expuestas al macho en el día 0, 3, 8, 12, y 14 del ciclo estral y el grupo testigo.	26

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue observar el efecto de la introducción del macho en diferentes momentos del ciclo estral sobre la duración del mismo en ovejas Pelibuey. Se utilizaron 40 ovejas Pelibuey multíparas ciclando, las cuales se asignaron al azar a 6 grupos. En todas las hembras el ciclo se manipuló mediante la colocación de esponjas intravaginales (FGA) durante 12 días, y la inyección de prostaglandina $F_2 \alpha$ al retiro del progestágeno. Las esponjas fueron colocadas y retiradas en diferentes fechas, de manera que al momento de la exposición al macho las ovejas se encontraran en diferentes días del ciclo estral: en el día 0, (grupo D0; n=5), el día 3 (grupo D3; n=6), el día 8 (grupo D8; n=7), el día 12 (grupo D12; n=7) o en el día 14 (grupo D14; n=7). El grupo testigo (n=5), no se expuso en forma continua a los machos y se encontraba en el día 0 del ciclo en el momento que se introdujeron los machos a los otros grupos. Las hembras de los grupos experimentales permanecieron en contacto de manera continua con los machos a través de una malla borreguera desde el día de su introducción hasta el siguiente estro. Para realizar la detección de calores, tres veces al día se permitió el contacto directo de las hembras con los machos, provistos de un mandil para evitar la cópula. Las hembras del grupo testigo solo estuvieron en contacto con el macho celador por un máximo de 5 minutos en cada periodo de celado. Se tomaron muestras para determinar las concentraciones plasmáticas de progesterona diariamente desde dos días antes de la introducción de los machos hasta que cada oveja presentó celo. La duración del ciclo estral del grupo testigo fue similar al resto de los grupos ($P > 0.05$). El ciclo estral en el grupo D8 fue mayor ($P < 0.05$) que en el grupo D12 (21.18 ± 1.31 y 17.54 ± 0.35 días, respectivamente). En los grupos expuestos al macho, el intervalo entre el inicio del ciclo estral y la luteólisis fue más corto ($P < 0.05$) en el grupo D0 (17.20 ± 0.20 días) y D12; (16.71 ± 0.36 días), que en el grupo D8 (20.57 ± 1.27 días). En el intervalo entre la luteólisis y el inicio del estro no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre ninguno de los grupos. La duración del estro fue menor ($P < 0.06$) en el grupo testigo (25.20 ± 1.20 h) que en el grupo D3 (35.00 ± 2.41 h). Se concluye que la presencia del macho no acorta el ciclo estral y por lo mismo no ejerce un efecto sincronizador del estro, como ocurre en ovejas anéstricas.

Palabras clave: Efecto macho, ovejas cíclicas, Pelibuey, época reproductiva

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effect of the introduction of the male at different stages of the estrous cycle on its duration in Pelibuey sheep. Forty multiparous, cyclic, Pelibuey ewes were assigned at random to six groups. All ewes were treated with intravaginal sponges (FGA) for 12 days, and an prostaglandin injection at withdrawal. The sponges were inserted and removed at different days in such a way that at exposure to male the ewes were on different days of the estrous cycle: on day 0 (D0 group, n = 5), day 3 (group D3, n = 6), day 8 (D8 group, n = 7), day 12 (D12 group, n = 7) or on day 14 (D14 group, n = 7). Ewes from the control group (n = 5) were not continuously exposed to males, but they also were on day 0 of the cycle, when the males were introduced to the other groups. The females of the experimental groups were in a continuous contact with the male through a mesh from the day of their introduction to the next estrus. Estrus was detected three times a day in the experimental groups allowing direct contact of the ewes to an aproned ram. Females from the control group were only in contact with the male for a maximum of 5 minutes during estrous detection. Samples were taken to determine plasma concentrations of progesterone daily from two days before the introduction of the male until each ewe showed estrous behaviour. The length cycle estrous was similar in the control and the experimental groups ($P > 0.05$). When the experimental groups were compared, estrous cycle in the D8 group was longer ($P < 0.05$) than in D12 group (21.18 ± 1.31 and 17.54 ± 0.35 days, respectively) and the interval between the onset of estrus and luteolysis was shorter ($P < 0.05$) in the D0 group (17.20 ± 0.20 days) and D12, (16.71 ± 0.36 days), than in the group D8 (20.57 ± 1.27 days). No differences were found in the interval between luteolysis and onset estrus in all groups ($P > 0.05$). Estrous length was shorter ($P < 0.06$) in the control group (25.20 ± 1.20 h) than in the D3 group (35.00 ± 2.41 h). In conclusion, the presence of the male does not shorten the estrous cycle and therefore does not synchronized estrus, as in anestrus sheep.

Keywords: male effect, cyclic ewes, Pelibuey, breeding season

1. INTRODUCCIÓN

El efecto macho es un método natural utilizado para la inducción de la ovulación, por lo que es considerado como un método limpio, verde y ético (Martin *et al.*, 2004). Consiste en la introducción del macho a un grupo de hembras en anestro, lo que provoca una respuesta ovulatoria sincronizada (Oldham *et al.*, 1978/1979; Álvarez y Zarco, 2001). Este efecto fue observado por primera vez por Underwood *et al.*, (1944) quienes encontraron que en la oveja merino australiano el periodo de anestro de la primavera podía ser interrumpido por la introducción de los carneros.

El “efecto macho” ha sido utilizado en ovinos para provocar el reinicio de la actividad ovárica de las hembras en anestro estacional (Oldham *et al.*, 1978/1979; Martin y Scaramuzzi, 1983; Hall *et al.*, 1986; Ungerfeld *et al.*, 2004; Valencia *et al.*, 2006; De Lucas *et al.*, 2008), prepuberal (Oldham y Gray, 1984; Álvarez y Andrade, 2008) y lactacional (Geytenbeek *et al.*, 1984; Silva y Ungerfeld, 2006). Sin embargo, la información sobre su uso en ovejas cíclicas es limitada.

La mayoría de las investigaciones sobre el efecto macho en ovinos se han hecho en hembras anéstricas (Valencia *et al.*, 2006; Hall *et al.*, 1986; Martin y Scaramuzzi, 1983; De Lucas *et al.*, 2008; Ungerfeld *et al.*, 2004), ya que durante la época reproductiva el eje hipotálamo-hipófisis-gónada de las ovejas y las cabras está fuertemente inhibido por la progesterona de la fase lútea y esto impide que en las hembras cíclicas el macho induzca la ovulación. Sin embargo, en algunas investigaciones se ha encontrado que el efecto macho sí podría tener un efecto en hembras ciclando, ya que la introducción del macho estimula la secreción de LH en ovejas (Hawken *et al.*, 2007; Pearce y Oldham, 1983) y cabras cíclicas (Hawken *et al.*, 2009a). En general las investigaciones en ovejas cíclicas han estado más encaminadas a conocer los cambios endócrinos resultantes del efecto macho, principalmente sobre la secreción de LH, que a conocer sus efectos sobre la dinámica del ciclo estral.

Sin embargo, Ngere y Dzakuma (1975) encontraron que la introducción del macho en ovejas cíclicas puede afectar la distribución de estros. Otros autores han investigado la respuesta al efecto macho sobre la etapa folicular (proestro y estro) de ovejas cíclicas previamente manipuladas mediante un tratamiento con progestágenos (Evans *et al.*, 2004; Ungerfeld y Rubianes, 1999; Ungerfeld, 2003; Ungerfeld *et al.*, 2005).

En cabras, la introducción del macho durante la época reproductiva altera la distribución normal de estros (Chemineau, 1983; Mellado y Hernández, 1996), lo que sugiere que la presencia del macho en cabras cíclicas induce una luteólisis temprana (Chemineau, 1983).

En el caso de ovejas, Hawken *et al.* (2007) encontraron que la introducción de machos induce un aumento en la secreción de LH en ovejas cíclicas, y especularon sobre las implicaciones y mecanismos que teóricamente podrían estar ocurriendo en las diferentes fases del ciclo estral. Por otra parte, sugirieron que en la fase lútea temprana y media, la presencia de machos podría alterar el patrón de secreción de progesterona, lo que pudiera afectar la duración del ciclo estral, debido a un efecto luteolítico. Sin embargo, Hawken *et al.*, (2007) no realizaron experimentos para evaluar sus hipótesis. Por ello en el presente trabajo se estudió el efecto de la introducción del macho en diferentes etapas (días) del ciclo estral sobre la duración del mismo en ovejas Pelibuey ciclando.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Características reproductivas de la oveja Pelibuey

El ciclo estral se define como un fenómeno rítmico, con periodos regulares limitados de receptividad sexual, asociados en la mayoría de los casos, a la liberación de óvulos capaces de ser fertilizados. En la oveja el ciclo estral tiene una duración promedio de 17 días (Marshall, 1904; Acritopoulou *et al.*, 1977; Ortiz, 2005).

La oveja Pelibuey presenta ciclos estrales de mayo a diciembre con una reducción significativa en la actividad estral en marzo y abril (Heredia *et al.*, 1991). Valencia *et al.* (1981) determinaron la presentación anual de estros en ovejas Pelibuey en el estado de Yucatán, México (21° 06' N), y encontraron que entre enero y abril solo el 17% de las ovejas presentaron celo, mientras que el 95% lo hizo entre mayo y agosto y el 100% de septiembre a diciembre. Sin embargo, existen ovejas Pelibuey que a una latitud de 19° N son capaces de ovular durante todo el año (Arroyo *et al.*, 2007), a diferencia de lo que ocurre en las ovejas de lana (González *et al.*, 1992, Arroyo *et al.*, 2007), por lo que en los rebaños Pelibuey no es evidente un período de anestro total. La duración del estro en la oveja Pelibuey es de 27.18 ± 9.68 h (Segura *et al.*, 1991) con una tasa de ovulación de 1.22 en los meses de mayor actividad reproductiva (González *et al.*, 1992).

2.2. Efecto macho

El efecto macho constituye un estímulo social (bioestimulación) que actúa para la inducción y sincronización de la ovulación. El efecto macho es el único estímulo externo natural, capaz de modular de manera inmediata la actividad del generador de pulsos de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) en el hipotálamo de las hembras (Murata *et al.*, 2009). En la época de transición a la actividad reproductiva temprana, los periodos cortos de contacto con los machos pueden estimular a las ovejas a ovular dentro de los siguientes 3 días (Knight *et al.*, 1978; Oldham *et al.*, 1978/1979).

Parece no ser indispensable que las ovejas estén en contacto directo con los carneros para inducir su actividad reproductiva, ya que han respondido solo con la participación del sentido del olfato y auditivo (Watson y Radford, 1960). Se cree que el efecto macho está mediado en gran parte por feromonas que pueden estar presentes en la orina y la lana de los machos (Knight y Lynch, 1980). Sin embargo en ovejas con bulboectomía olfatoria la introducción del macho provoca una respuesta similar a la presentada en las hembras intactas (Cohen-Tannoudji, 1986), lo que confirma la participación de otros sentidos y sugiere que el efecto macho está mediado por una combinación de estímulos olfativos (feromonas), auditivos, táctiles y visuales (Pearce y Oldham, 1984).

Pearce y Oldham (1988), expusieron a las ovejas a diversos grados de contacto con el macho durante 4, 24 y 65 días, en un experimento dividido en 4 grupos de hembras; El primero permaneció completamente aislado del macho, el segundo fue expuesto al macho a través de una malla opaca, el tercer grupo a través de una malla clara y el cuarto grupo estuvo en contacto con machos vasectomizados alojados en una pradera. Se encontró que el contacto físico entre los sexos es necesario para obtener una mejor respuesta ya que en el grupo en contacto total con los machos la respuesta fue aumentando conforme aumentó el tiempo de exposición (65 días, 78%). El contacto con el macho a través de una malla clara estimuló la ovulación en una mayor proporción de ovejas a los 24 días de exposición, comparado con la malla opaca (22% y 11%, respectivamente), lo que sugiere que el contacto visual es parte del estímulo provocado por la presencia de los machos.

Hawken *et al.* (2009b), para investigar la participación de los sentidos auditivo y visual, hicieron un estudio en el que, un grupo de ovejas fueron expuestas a imágenes de machos, a otro grupo se le proyectaron videos de hembras con machos en cortejo, aunado a grabaciones de sonidos, y un tercer grupo en contacto total con el macho. El estímulo audiovisual no tuvo ningún efecto sobre la secreción de LH, pero la exposición a imágenes incrementó la concentración de LH y tendió a aumentar la frecuencia de esta hormona, aunque la mejor respuesta

se obtuvo cuando el contacto era total, con un aumento rápido en la frecuencia de pulsos y en la concentración de LH. Por lo tanto, las señales visuales parecen estar involucradas en la respuesta neuroendócrina de las ovejas, pero tanto los estímulos visuales como los audiovisuales son menos eficaces que el estímulo directo del macho.

2.2.1. Sistemas olfatorios que participan en el efecto macho

Estudios realizados por Knight y Lynch (1980), demuestran que las feromonas presentes en la lana de los carneros estimulan la ovulación en las ovejas durante el inicio de la época reproductiva. El análisis químico del vellón del carnero demostró que las fracciones ácidas o neutras del vellón no muestran ninguna actividad de feromona cuando son usadas por separado. Sin embargo, la aplicación de una mezcla de la fracción ácida con componentes de la fracción neutra (1,2 hexadecanediol y 1,2 octadecanediol) provoca la secreción pulsátil de LH en las ovejas (Cohen-Tannoudji *et al.*, 1994).

Las señales olfativas pueden ser transmitidas al hipotálamo a lo largo de dos vías: el sistema olfatorio principal, a partir de la mucosa olfatoria y el sistema olfatorio accesorio a través del órgano vomeronasal (Delgadillo *et al.*, 2009). En el caso de los ovinos, la lesión del órgano vomeronasal mediante electrocauterización o la sección de los nervios vomeronasales no es capaz de inhibir la respuesta al olor del macho sobre la secreción de la LH (Cohen-Tannoudji *et al.*, 1989; Signoret, 1991). En contraste, la destrucción del epitelio olfatorio principal bloquea la respuesta endócrina al olor del carnero, lo que demuestra que el sistema olfatorio principal juega un papel predominante en la respuesta al efecto macho, al menos en la oveja (Gelez y Fabre, 2004).

2.2.2. Factores que modifican la respuesta al efecto macho

El aislamiento total previo entre ambos sexos, la actividad sexual del macho, la profundidad del anestro, el efecto hembra-hembra, la edad de las ovejas, y la intensidad y duración del estímulo influyen en el efecto macho.

2.2.2.1. Aislamiento previo de las hembras con respecto al macho

Se ha considerado que se requiere que las hembras permanezcan aisladas de los machos por lo menos durante dos semanas para asegurar una respuesta ovulatoria normal cuando se introduzcan los machos (Martin *et al.*, 1986; Oldham y Cownie, 1980). La respuesta aumenta entre mayor sea la duración del aislamiento previo (Martin *et al.*, 1986). Sin embargo, recientemente Jorre *et al.* (2011) concluyeron que la separación de las ovejas de los carneros es un requisito previo para aumentar la secreción de LH solo si se trata de carneros con los que las ovejas ya estaban familiarizadas, pero no es necesaria si los carneros son desconocidos. Además, sugieren que en el caso de que los machos sean “familiares”, es necesario un periodo mayor a un mes de separación de los sexos (aislamiento), para que los carneros recuperen su “novedad”, ya que un tiempo inferior ocasiona una respuesta menor y disminuye la probabilidad de que se traduzca en un aumento de LH y la ovulación. La capacidad de los machos “novedosos” para inducir la actividad ovárica en hembras que no se habían mantenido aisladas de los machos había sido previamente demostrada en caprinos (Veliz *et al.*, 2006).

Hawken y Beard, (2009) observaron que la distribución de estros en ovejas en contacto continuo con machos puede ser modificada por la exposición a un macho “novedoso o desconocido” cada 17 días. Por lo que al utilizar el efecto macho se debe considerar si el macho que se usará es “familiar”, es decir uno que ha convivido con ellas, o si se trata de un macho desconocido.

En lo que respecta a la distancia a la que deben mantenerse los machos de las hembras antes de ser utilizados como bioestimuladores, Walkden-Brown *et al.* (1993) sugieren que una separación de 100 metros es suficiente en cabras, sin que se presente alguna alteración al efecto macho. Aunque la distancia ideal depende de las barreras en la comunicación existente entre los sexos (Álvarez y Zarco, 2001).

2.2.2.2. Actividad sexual del macho

Se debe considerar la actividad sexual del macho que se usará como bioestimulador, ya que los machos sexualmente activos son más eficientes que los machos inactivos (Delgadillo *et al.*, 2009).

En el caso de caprinos, Flores *et al.* (2000), observaron que la falta de respuesta de cabras en anestro al efecto macho es en ocasiones debida a la inactividad sexual de los machos, que también se encuentran en época no reproductiva o de reposo sexual, y no a la incapacidad de las hembras para responder al estímulo. En ovejas se ha encontrado un mayor porcentaje (95%) de hembras que ovulan en respuesta a machos con alta libido, comparado con el porcentaje de hembras (78%) que responden al ser expuestas a un macho con baja libido (Perkins y Fitzgerald, 1994).

Por la misma razón, el grado de estacionalidad de la raza del macho que a su vez afecta su libido, también tiene un efecto. Las ovejas Romney, cuya raza es altamente estacional, tuvieron su primer estro más temprano cuando fueron expuestas a machos Dorset, de estacionalidad reducida, que a machos Romney (Tervit y Peterson, 1978). Aunque los autores adjudican el efecto a los niveles de testosterona de los machos, es probable que los machos Dorset recuperen su actividad plena más temprano en la estación que los Romney, por lo que al ser utilizados durante la época de anestro de la oveja Romney los machos Dorset ya habían iniciado su estación reproductiva.

Para activar a un macho que se encuentra en una etapa de inactividad sexual, se han utilizado hembras en celo. Rosa *et al.* (2000) observaron que los machos activados previamente con hembras en celo mostraron mayor actividad sexual como olfateo, flehmen, monta, aproximaciones laterales y servicios. De igual manera, la estimulación de machos cabríos con hembras en estro durante dos días antes de ser utilizados mejora la respuesta de las hembras (Walkden-Brown *et al.*, 1993). En caprinos, la preparación previa de los machos mediante su exposición a un fotoperiodo estimulador o mediante la administración de

melatonina resulta en una mayor respuesta de las hembras en anestro (Delgadillo *et al.*, 2009).

2.2.2.3. Etapa del anestro y efecto hembra-hembra

La duración y la profundidad de anestro son muy variables, tanto dentro, como entre las razas. La profundidad del anestro al momento de la exposición al macho se considera como el principal factor limitante de la capacidad de respuesta de las hembras al efecto macho (Delgadillo *et al.*, 2009). Las ovejas altamente estacionales expuestas al macho a mitad de la época de anestro pueden responder con un aumento en la secreción de LH, pero no necesariamente con ovulación (Minton *et al.*, 1991). Se ha visto que el efecto macho tiene mayor respuesta entre más próximas se encuentren las hembras a la época reproductiva, y por lo tanto se tiene una mejor respuesta en las épocas de transición (O'Callaghan *et al.*, 1994; Hawken *et al.*, 2008; Hawken y Beard, 2009).

Por otra parte, la proporción de ovejas que ovula durante el anestro aumenta cuando se introducen hembras en estro simultáneamente con el macho (Rodríguez *et al.*, 1991; Rosa y Bryant, 2002), fenómeno denominado como “facilitación social” (Knight, 1985). La estimulación hembra-hembra puede estar mediada por estímulos olfatorios, visuales y auditivos (Zarco *et al.*, 1995; Álvarez y Zarco, 2001).

Nugent y Notter, (1990) encontraron que la cohabitación de ovejas en anestro de la raza Suffolk y Hampshire con ovejas ciclando puede aumentar la proporción de hembras ovulando en respuesta a los carneros, lo que indica que las ovejas ciclando tienen un efecto directo sobre la capacidad de respuesta al efecto macho, y por lo tanto su presencia puede ser útil para la sincronización de la actividad reproductiva de un rebaño.

2.2.2.4. Edad de las ovejas y experiencia

Algunos autores han sugerido que las ovejas requieren de un aprendizaje dado a través de la experiencia para poder responder al efecto macho. Murtagh *et al.*, (1984) observaron que las ovejas de 10-11 meses de edad que se expusieron al

macho durante 45 días, y cuatro meses después, cuando tenían 15 meses de edad, volvieron a ser puestas en contacto con el macho, tuvieron una mejor respuesta ovulatoria (38%) que aquellas que nunca habían tenido contacto previo con el macho (24%). Sin embargo, las ovejas adultas responden mejor que las jóvenes a la presencia del macho (62%), incluso cuando estas han tenido exposición previa al macho, por lo que se cree que la edad es un factor determinante en la respuesta. Contrariamente, Gelez *et al.* (2004) sugirieron que la edad parece no afectar la secreción de LH en respuesta a los machos, mientras que la experiencia sexual es un factor crítico, ya que la proporción de hembras que tuvieron un aumento de secreción de LH en respuesta al macho, fue mayor en las ovejas con experiencia que en las que no tenían experiencia. En las ovejas la respuesta neuroendócrina a la presencia de los machos parece involucrar el aprendizaje olfatorio (Gelez *et al.*, 2004), y en las ovejas adultas es más probable que haya existido contacto con el macho, lo que puede explicar la asociación entre la edad y la experiencia en la respuesta al macho.

2.2.2.5. Intensidad y duración del estímulo

La presencia continua del macho es necesaria para estimular el pico preovulatorio de LH, ya que la proporción de ovejas que ovularon aumentó de 20% cuando la exposición al macho solo duró 24 h, al 65% cuando la exposición duró 72 h (Oldham y Pearce, 1983). De la misma forma Signoret *et al.*, (1982/1983) encontraron que cuando las ovejas fueron expuestas al macho por 24 h, 4 días ó 13 días, la proporción de hembras con ovulación aumentó de 19% a 51 y 61%, respectivamente.

Fletcher y Lindsay, (1971) observaron un efecto de la presencia continua del macho sobre la duración del estro, ya que las ovejas mantenidas en corrales y expuestas al contacto con el macho de manera individual cada 4 horas, permitiendo que entre observaciones tuvieran contacto visual pero no físico en corrales adyacentes mostraron una mayor duración del estro (34.5 ± 1.79 h), que las que se recelaron igualmente de manera individual cada 4 horas, pero entre observaciones se mantuvieron en corrales con un macho en contacto directo (26.5

± 1.84 h). La menor duración del estro se encontró cuando las ovejas estaban en pastoreo y con la presencia continua del carnero, el cual era reemplazado cada 4 horas (20.0 ± 2.03 h). Estos autores atribuyen a que el recelo regular probablemente resulta en un estro más largo, porque se elimina la competencia entre ovejas y machos, además de eliminar el aparente desinterés del macho por continuar montando a las mismas hembras en toda la duración del celo.

En la época de transición a la estación reproductiva, las ovejas que se mantienen en contacto continuo con los machos tienen una mayor sincronización de celos que las hembras que solo están en contacto con los machos por corto tiempo (Hawken y Beard, 2009).

2.3. Efecto macho en ovejas anéstricas

La introducción del macho provoca un rápido aumento en la frecuencia de liberación de pulsos de LH de ovejas anéstricas, lo que es seguido por un pico preovulatorio de LH ocurriendo la ovulación entre los 3 y los 5 días posteriores a la exposición inicial al carnero (Lindsay *et al.*, 1975; Martin *et al.*, 1983; Martin *et al.*, 1986; Knight *et al.*, 1978; Oldham *et al.*, 1978/1979).

Desde el punto de vista conductual, la respuesta al efecto macho de las ovejas en anestro se manifiesta a menudo como dos picos de estros; el primero alrededor de los días 18-20, y el segundo entre los días 24-26 después de la introducción del macho (Thimonier *et al.*, 2000). La primera ovulación ocurre dentro de los primeros tres días de exposición al macho, pero no va acompañada de comportamiento estral, por lo que el primer estro se manifiesta hasta la segunda ovulación, que ocurre en promedio 17 días después de la primera. Sin embargo, solo el 50% de los cuerpos lúteos (CL) derivados de esta primera ovulación tienen una duración normal, resultando en una segunda ovulación acompañada de comportamiento estral entre los 18 y 20 días tras la primera exposición al macho (Oldham y Martin, 1978/1979; Álvarez y Zarco, 2001). El otro 50% de las ovejas generalmente presentan un CL de corta duración tras la primera ovulación inducida por la presencia del macho (Pearce *et al.*, 1985; Martin *et al.*, 1986; Chemineau *et al.*, 2006), lo que da lugar a una segunda ovulación sin manifestación de signos de

estro entre el día 6-7 post-exposición. El CL que se forma después de la segunda ovulación es seguido por una fase lútea de duración normal y con esto ocurre una tercera ovulación, esta vez acompañada por signos de estro aproximadamente en el día 24 a 26 a partir de la primera exposición al macho (Oldham y Martin, 1978/1979; Pearce y Oldham, 1984).

2.4. Efecto macho en ovejas cíclicas

Durante la temporada reproductiva se ha visto que, de igual forma a lo que ocurre en las ovejas anéstricas, la introducción de machos provoca un aumento en la pulsatilidad de LH, independientemente de la etapa del ciclo estral en que se encuentren las ovejas (Hawken *et al.*, 2007; Pearce y Oldham, 1983; Jorre *et al.*, 2011). Sin embargo, el efecto de esta estimulación sobre la dinámica del ciclo estral ha sido poco estudiada. Ngere y Dzakuma (1975) observaron una alteración en la distribución de estros inducida por la presencia del macho. Evans *et al.* (2004) encontraron que la exposición al carnero durante los últimos 3 días del tratamiento con progestágenos adelantó el momento de la presentación del estro y la ovulación. Romano *et al.* (2000) sincronizaron ovejas y encontraron que la introducción y presencia continua del carnero con las ovejas al momento del retiro de la esponja adelantó el inicio del estro durante la temporada reproductiva. Ungerfeld y Rubianes (1999) también encontraron que la exposición al macho en el momento del retiro del progestágeno acorta el intervalo al estro. En cambio, Ungerfeld *et al.* (2005) no encontraron efectos endócrinos ni ováricos de la presencia del macho, por lo que concluyeron que el efecto macho en ovejas cíclicas tratadas con progestágenos puede variar dependiendo del momento de la época reproductiva en la que se lleva a cabo la exposición a los machos.

En el caso de la oveja Pelibuey, existen evidencias de que el efecto macho participa en la estimulación del inicio de la época reproductiva de las hembras (Martínez *et al.*, 1998), y que la presencia de machos modifica la estacionalidad reproductiva de las hembras y reduce la longitud del periodo de anestro (Valencia *et al.*, 2006), pero no se ha evaluado su papel en la regulación de la actividad ovárica de hembras que ya se encuentran ciclando.

3. HIPÓTESIS

La duración del ciclo estral y sus etapas, se ven afectadas por el día del ciclo estral en que las ovejas sean expuestas al macho durante la época reproductiva.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de la exposición al macho en diferentes etapas del ciclo estral sobre la dinámica del mismo.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar la duración del ciclo estral en ovejas expuestas al efecto macho en diferentes días del ciclo estral
- Comparar el momento de la luteólisis en ovejas expuestas al efecto macho en diferentes días del ciclo estral
- Comparar la duración del proestro en ovejas expuestas al efecto macho en diferentes días del ciclo estral
- Comparar la duración del estro en ovejas expuestas al efecto macho en diferentes días del ciclo estral

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Localización

El trabajo se realizó en el Centro de Enseñanza, Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA), perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en el km 28.5 de la carretera federal México-Cuernavaca, a 19° 13' longitud Norte y 99° 8' longitud Oeste y una altura de 2760 msnm. El clima de la región es de tipo c (w) (w) b (ij), que corresponde a semifrío-semihúmedo, con lluvias en el verano y una precipitación pluvial de 800 a 1200 mm (García, 1981). El estudio se llevó a cabo en el mes de agosto, que corresponde a la plena época reproductiva en la raza Pelibuey (Valencia *et al.*, 1981; Heredia, 1991).

5.2 Animales

Se utilizaron 40 ovejas de la raza Pelibuey multíparas, con una edad de 3 a 4 años y un peso entre 45 y 55 kg, las cuales fueron asignadas completamente al azar en 5 grupos experimentales de 7 ovejas y un grupo testigo de 5 animales. Todas las ovejas estuvieron completamente aisladas de los machos durante los tres meses previos al inicio del experimento. Las hembras se mantuvieron en estabulación, con una alimentación con base en ensilado de maíz, heno de avena y concentrado comercial, de acuerdo a sus requerimientos nutricionales.

5.3 Diseño experimental

La sincronización del ciclo estral de cada grupo de ovejas se realizó mediante la colocación de una esponja intravaginal impregnada con 20 mg de acetato de fluorogestona (FGA)¹ durante 12 días y una inyección con 3.75 mg de un análogo de prostaglandina² al momento del retiro del progestágeno. Las esponjas se colocaron y retiraron en diferentes días con el objeto de contar con grupos de animales que se encontraran en diferentes días del ciclo estral al momento de la

¹ Chronogest® Dispositivo vaginal con acetato de fluorogestona, Intervet. Francia.

² Prosolvin® Luprostiol. Intervet, Mexico.

introducción del macho. El inicio del ciclo estral se calculó con base al momento del retiro de la esponja, asumiendo que el inicio del celo (día cero del ciclo) ocurrió 48 horas después del retiro del progestágeno en cada grupo (Wildeus, 2000). De esta manera al momento de la introducción del macho los grupos experimentales se encontraban en el día 0 (D0, en celo), 3 (D3), 8 (D8), 12 (D12) ó 14 (D14) del ciclo estral (Figura 1). Las hembras permanecieron con el macho desde el día de su introducción a todos los grupos experimentales hasta el segundo estro (medido), una vez que dejó de ser receptiva. El grupo testigo, se encontraba en celo (día 0) al momento de la introducción del macho a los grupos experimentales, pero este se mantuvo en ausencia del macho durante todo el ciclo (17 días), en un corral aislado, por lo que igualmente el estro medido fue el segundo.

Se utilizaron dos machos adultos con experiencia sexual, que antes de la primera introducción fueron activados durante dos días mediante el contacto con hembras en celo (Rosa *et al.*, 2000). Todas las ovejas de los grupos experimentales (expuestos al macho) se mantuvieron en el mismo corral. Se detectaron estros tres veces al día (08:00, 14:00 y 20:00 h), durante 30 minutos, en los que se permitió contacto total de las hembras con el carnero, que fue provisto de un mandil para evitar la cópula. Después de recelar, el mismo macho se mantuvo en un corral individual de malla borreguera localizado dentro del corral de las hembras para permitir el mayor contacto posible entre ellos. Se utilizaron dos machos, que se alternaron cada tercer día para evitar que las hembras se habituaran a ellos, y fomentar de esta manera el estímulo del macho “novedoso”. Las hembras del grupo testigo se mantuvieron en un corral aislado, donde solo se pusieron en contacto con el macho por un máximo de 5 minutos tres veces al día, con el objeto de registrar el inicio y la duración del estro y evitar el efecto del macho (Oldham y Pearce, 1983). La duración del ciclo estral se midió del inicio estimado del celo (ausencia de macho) hasta el inicio del siguiente celo, el cual se registró con la ayuda del macho. Se consideró el inicio del estro en el momento que la hembra aceptó la monta, y la duración del estro como el tiempo en que la hembra permaneció receptiva.

Para determinar las concentraciones de progesterona en el plasma sanguíneo y evaluar el efecto de la introducción del macho sobre la vida del cuerpo lúteo, se tomó diariamente de cada oveja una muestra de sangre por punción yugular en tubos al vacío con heparina. Las muestras se tomaron desde dos días antes de la introducción del macho en los grupos D8, D12 y D14 y a partir del día 3 en los grupos testigo, D0 y D3; en todos los grupos se continuó muestreando diariamente hasta que la hembra mostró conducta estral. Los niveles de progesterona se midieron por radioinmunoensayo (RIA)³ en fase sólida (Srikandakumar *et al.*, 1986). La sensibilidad del ensayo fue de 0.02 ng/mL, con coeficientes de variación intraensayo de 5.41 y 10.85%, e interensayo de 3.14 y 7.1%, respectivamente. Se consideró el momento de la luteólisis cuando los niveles de progesterona fueron menores a 1ng/ml.

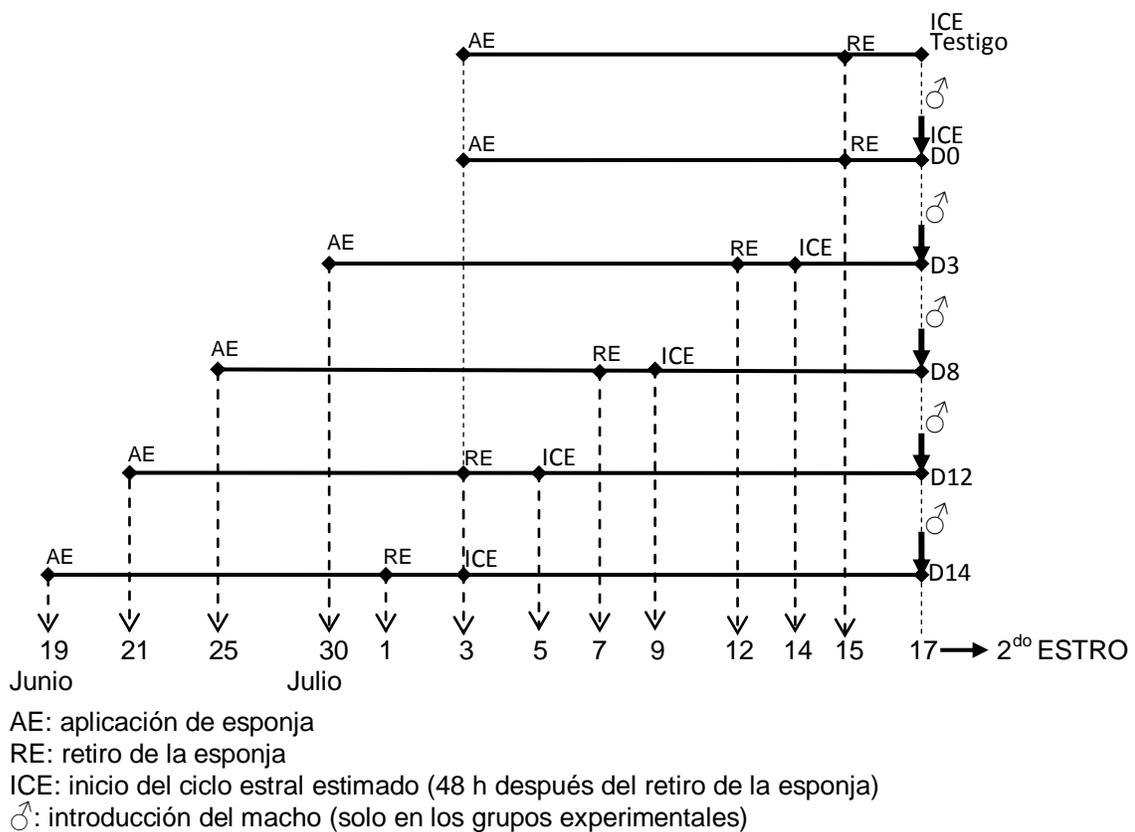


Figura 1. Esquema de sincronización

³ Kit Progesterone Coat-A-Count® Siemens, California, USA.

5.4. Análisis estadístico

La duración del ciclo estral, del proestro, del estro y el intervalo del inicio del ciclo hasta que ocurrió la luteólisis se compararon entre grupos mediante análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de Tukey para comparaciones múltiples, para establecer las diferencias entre los grupos.

Para determinar el efecto de la presencia del macho sobre la función del cuerpo lúteo se compararon (ANOVA) las concentraciones promedio de progesterona de cada día, entre el grupo testigo y cada uno de los grupos experimentales (D0, D3, D8, D12, D14). El análisis estadístico se realizó en la versión 8.2 de SAS/STAT (SAS, 2004).

6. RESULTADOS

Tres ovejas (2 del grupo D0 y una del grupo D3) se eliminaron por problemas ajenos al experimento y fueron excluidas del análisis.

En el Cuadro 1 se observa que en la duración del ciclo estral no hubo diferencia estadística ($P>0.05$) entre las ovejas expuestas al macho y el grupo testigo. Sin embargo, en las ovejas expuestas al macho se encontró diferencia significativa ($P<0.05$) entre el grupo D8 (21.18 ± 1.31 días) y D12 (17.54 ± 0.35 días).

No se encontró diferencia en el intervalo entre el inicio del ciclo estral y la luteólisis entre las ovejas del grupo testigo y las expuestas al macho ($P>0.05$). Sin embargo, como se observa en el Cuadro 1, existió diferencia significativa ($P<0.05$) entre los grupos con exposición al macho, siendo mayor el intervalo en el grupo D8 (20.57 ± 1.27 días) y menor en los grupos D0 y D12 (17.20 ± 0.20 y 16.71 ± 0.36 días, respectivamente).

No se encontró diferencia ($P>0.05$) en el intervalo entre la luteólisis y el inicio del estro (proestro) en ninguno de los grupos (Cuadro 1).

Para la variable duración del estro se encontró diferencia a una probabilidad ($P<0.06$) entre el grupo D3 y el grupo testigo (Cuadro 1), siendo menor la duración del estro en el grupo testigo (25.20 ± 1.20 hrs) y mayor en el grupo D3 (35.00 ± 2.41 hrs).

Las concentraciones de progesterona del grupo D0 fueron significativamente mayores ($P<0.05$) que las del grupo testigo en los días 7, 8, 9 y 12 del ciclo estral (Fig 2-a). No existieron diferencias significativas ($P>0.05$) entre las concentraciones de progesterona del grupo testigo y las del grupo D3 (Fig 2-b) ni entre las de los grupos testigo y D12 (Fig 2-d). En cambio, las concentraciones de progesterona fueron significativamente menores ($P<0.05$) en el grupo D8 que en el testigo en los días 6, 9, 10 y 11 (Fig 2-c). Finalmente en el grupo D14 las concentraciones de progesterona fueron más elevadas que las del grupo testigo en el día 15 (Fig 2-e).

Cuadro 1

Efecto de la exposición al macho en diferentes momentos del ciclo estral sobre la duración del mismo y sus diferentes etapas en ovejas Pelibuey durante la época reproductiva (media \pm error estándar)

Variables	Testigo	D0	D3	D8	D12	D14
ICE-Lisis ¹ (días)	17.80 \pm 0.86 ^{ab}	17.20 \pm 0.20 ^a	18.00 \pm 0.63 ^{ab}	20.57 \pm 1.27 ^b	16.71 \pm 0.36 ^a	17.86 \pm 0.34 ^{ab}
Proestro ² (horas)	18.00 \pm 5.37 ^a	20.40 \pm 3.60 ^a	17.00 \pm 5.24 ^a	14.57 \pm 3.43 ^a	19.71 \pm 3.64 ^a	18.86 \pm 2.42 ^a
Ciclo estral ³ (días)	18.55 \pm 0.88 ^{ab}	18.05 \pm 0.28 ^{ab}	18.71 \pm 0.62 ^{ab}	21.18 \pm 1.31 ^a	17.54 \pm 0.35 ^b	18.64 \pm 0.30 ^{ab}
Estro ⁴ (horas)	25.20 \pm 1.20 ^c	31.20 \pm 2.25 ^{cd}	35.00 \pm 2.41 ^d	30.86 \pm 2.42 ^{cd}	29.14 \pm 1.57 ^{cd}	28.29 \pm 1.71 ^{cd}

¹Intervalo entre el inicio del ciclo estral estimado (48 h después del retiro de la esponja) hasta la luteólisis (<1ng/ml P4).

²Intervalo entre el momento de la luteólisis y el inicio del estro (medido).

³Intervalo entre el inicio del celo estimado hasta el inicio del segundo estro.

⁴Duración del segundo estro.

a, b, literales diferentes entre líneas indican diferencia significativa (P<0.05)

c, d, literales diferentes entre líneas indican diferencia significativa (P<0.06)

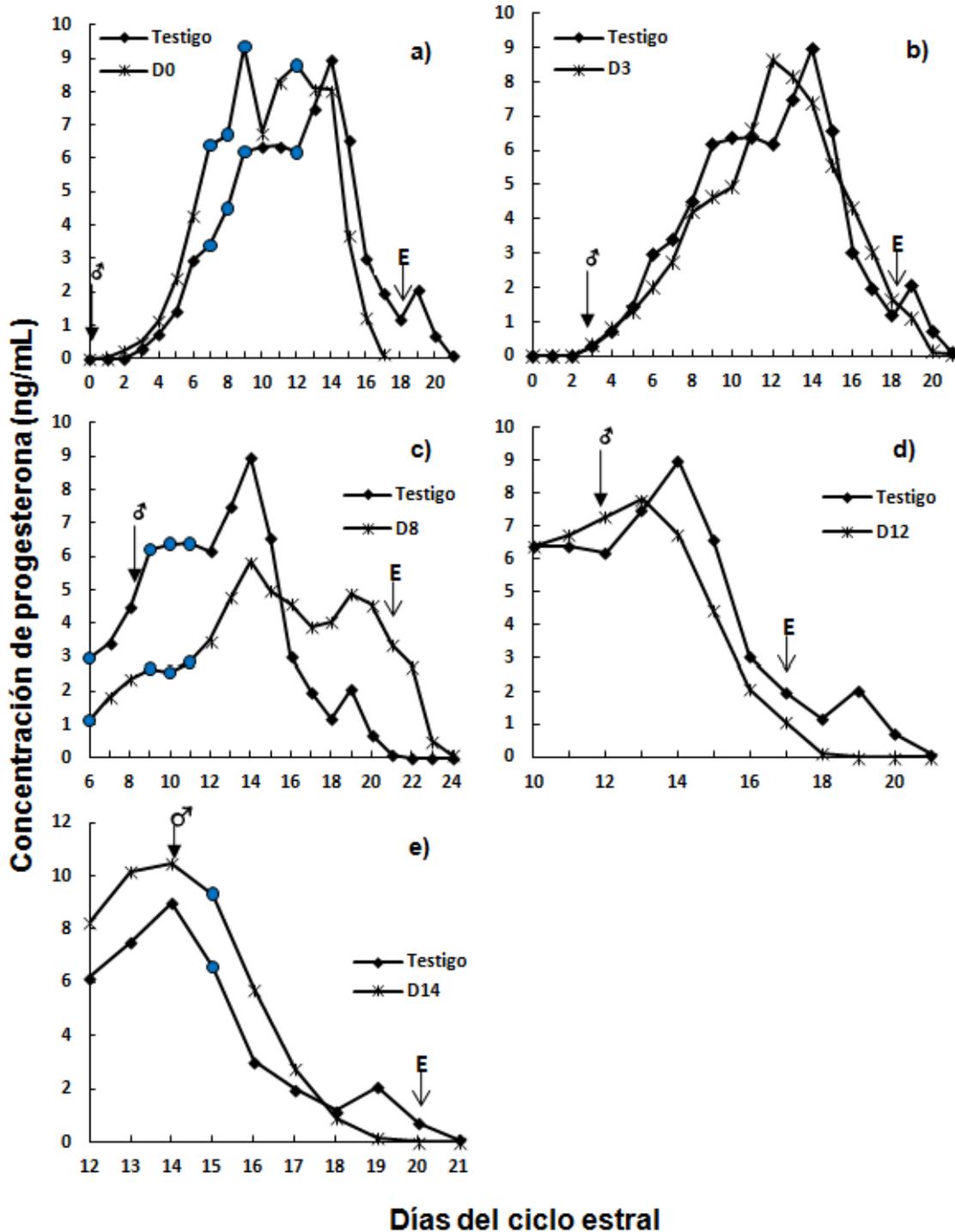


Figura 2. Concentraciones de progesterona (media) en ovejas expuestas al macho (●) en el día 0, 3, 8, 12 y 14 (a, b, c, d, e, respectivamente) del ciclo estral y el grupo Testigo (✱). El punto (●) indica diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) en la concentración de progesterona entre grupos. Las flechas indican el día de la introducción del macho (♂) e inicio del estro (E) solo en los grupos experimentales.

7. DISCUSIÓN

La exposición del macho a ovejas Pelibuey que se encuentran ciclando no afectó la duración del ciclo estral ya que no existió diferencia en esta variable entre los grupos expuestos y el testigo (Cuadro 1). Sin embargo, existieron diferencias entre los grupos expuestos, siendo el ciclo más corto en las ovejas del grupo D12, y más largo en las del D8. Cabe mencionar que en cuatro ovejas del grupo D8 las concentraciones de progesterona se empezaron a elevar hasta el día 11 y 12 del ciclo estral, cuando lo normal es que esto ocurra entre el día 4 y 5 (Thorburn *et al.*, 1969), lo que no tuvo relación con la exposición al macho ya que esta aún no se iniciaba. En estos animales probablemente el estro tardó en presentarse después del retiro del progestágeno, lo que ocasionó que tuvieron ciclos estrales de 23 y 24 días (ver figuras individuales en el anexo).

La duración promedio del ciclo estral en la mayoría de los grupos se encuentra dentro del rango normal mencionado por otros autores (Acritopoulou *et al.*, 1977; Quirke *et al.*, 1979), aunque el promedio del grupo D8 está en el límite superior de la duración individual encontrada por Zarco *et al.* (1988), quienes observaron ovejas con ciclos estrales desde 15 hasta 18 días de duración. Debe tomarse en cuenta que en el presente trabajo se asumió que el inicio del ciclo ocurrió 48 horas después del retiro de las esponjas en todos los animales, por lo que la duración del ciclo medida a partir de este punto, si bien es útil para comparar la duración del ciclo entre grupos, podría no reflejar con precisión el momento real de inicio del celo.

Además, los tratamientos con progestágenos generalmente se acompañan de la aplicación de eCG (gonadotropina coriónica equina) al momento del retiro del progestágeno, lo que provoca una sincronización más precisa del estro y de la ovulación, adelantando estos eventos (Haresign, 1978), es decir causa un inicio más temprano del estro (O'Doherty y Crosby, 1990). En el presente estudio se decidió no utilizar eCG para no provocar una interferencia de esta hormona con el posible efecto del macho en adelantar el estro. Como consecuencia, posiblemente

en las cuatro ovejas del grupo D8 las concentraciones de progesterona tardaron 4 a 5 días más de lo normal en elevarse, por lo que se retrasó el inicio del estro, teniendo aparentemente ciclos estrales de 23 y 24 días, razón por la cual el promedio del ciclo estral de este grupo fue el de mayor duración (ver anexo). Debe tomarse en cuenta que el retraso en la elevación de las concentraciones de progesterona se generó antes de iniciar la exposición a los machos, por lo que no tuvo relación con dicha exposición y fue debido a variación individual, que por cuestiones de azar ocurrió solamente en ovejas de este grupo. Como puede verse en el anexo, en ningún otro de los grupos ocurrió un solo caso en el que la progesterona no hubiese alcanzado 1ng/ml en el día 8 del ciclo o antes.

En este estudio no se observó un notorio acortamiento del ciclo estral en ninguno de los grupos experimentales que pudiera sugerir un efecto luteolítico inducido o provocado por la presencia del macho que resultara en un adelanto de la presentación de estros, como se menciona en una de las hipótesis de Hawken *et al.* (2007) y como fue sugerido en cabras por Chemineau, (1983). Por el contrario estos resultados soportan lo encontrado por Ungerfeld (2011) en un protocolo de sincronización de estros con prostaglandinas, en el que la introducción del macho 13 días después de la primera aplicación no fue capaz de sustituir la segunda administración de prostaglandinas. Por lo tanto, la introducción de machos a hembras que se encuentran ciclando no provoca un adelanto en la lisis del cuerpo lúteo ni sincroniza los estros.

En cabras cíclicas, Valencia *et al.* (2010) tampoco observaron evidencia de que la introducción del macho en diferentes etapas del ciclo estral afectara la duración del mismo.

El intervalo desde el inicio del ciclo estral hasta que ocurrió la luteólisis fue significativamente mayor en el grupo D8 que en el D12. Esta variación se debe al momento en que ocurrió la luteólisis. Sin embargo, como ya se mencionó, todo el perfil hormonal del grupo D8 sugiere que las ovejas de este grupo ovularon, en promedio varios días después que las ovejas de los otros grupos. Este sería un efecto aleatorio (no provocado por los tratamientos), ya que las concentraciones

de progesterona al iniciarse el muestreo en este grupo (día 6) eran equivalentes a las encontradas en el día 3 ó 4 del grupo testigo, manteniéndose dicha diferencia temporal durante el resto de los muestreos. El hecho de que en estas cuatro ovejas las concentraciones de progesterona comenzaron a elevarse entre el día 11 y 12 del supuesto ciclo estral (13 o 14 días después del retiro del progestágeno) podría sugerir que en estos animales al retirar el progestágeno se produjo una ovulación seguida por la formación de un cuerpo lúteo de corta duración. Ese tipo de cuerpos lúteos generalmente sufren regresión entre el día 5 y 6 post-ovulación y resultan en una nueva ovulación aproximadamente 6 ó 7 días después de la primera ovulación (Pearce *et al.*, 1985; Chemineau *et al.*, 2006). Las concentraciones de progesterona de ovejas con cuerpo lúteo de corta duración tienen un aumento transitorio entre el día 4-5 y se reduce a cero en el día 7 y a partir de ahí empieza a incrementarse y mantiene concentraciones de un ciclo de duración normal (Chemineau *et al.*, 1993). Esto podría explicar el retraso en la elevación de la progesterona observado en estas ovejas, aunque este tipo de cuerpos lúteos de corta duración se forman después de la primera ovulación de la temporada reproductiva. En el presente experimento sería inesperado, ya que las ovejas se encontraban ciclando, además de que la exposición al progestágeno sintético durante 12 días debería haber prevenido su aparición (Pearce *et al.*, 1985; Ungerfeld *et al.*, 2003). Sin embargo, tampoco se ha documentado que no pudiera ocurrir la formación de cuerpos lúteos de corta duración en ovejas cíclicas.

Considerando la etapa del proestro como el intervalo entre el momento en que ocurrió la luteólisis hasta que inició el estro, este no fue diferente en ninguno de los grupos, por lo tanto, la duración de dicha etapa no modificó la duración del ciclo estral. Esto concuerda con lo reportado por Zarco *et al.* (1988), quienes encontraron que los eventos después del inicio de la luteólisis son constantes y no tienen relación con la duración del ciclo estral.

Algunos trabajos mencionan que la exposición al macho durante la fase folicular podría acortarla y adelantar el estro (Ungerfeld y Rubianes, 1999; Romano *et al.*, 2000; Evans *et al.*, 2004). Sin embargo, esto no ocurrió en el grupo D14, ya que la

duración del proestro en este grupo fue similar a la de los grupos que se encontraban en otras etapas del ciclo estral.

La duración del estro fue mayor ($P < 0.06$) en el grupo D3 (35.00 ± 2.41 h) comparado con el grupo testigo (25.20 ± 1.20 h). Además, la duración promedio del estro en el grupo testigo fue la menor de todos los grupos. La duración del estro en el grupo D3 concuerda en parte a lo reportado por Fletcher y Lindsay, (1971) quienes encontraron una duración similar del estro (34.5 ± 1.79 h) en ovejas que tuvieron contacto total con el macho cada 4 horas, y contacto visual entre observaciones, condiciones similares a las de este experimento. Por otro lado, encontraron una menor duración del estro (20.0 ± 2.03 h) cuando las hembras estuvieron en contacto continuo con el macho. Sin embargo, en este trabajo el grupo testigo, el cual tuvo un contacto mínimo con el macho, presentó una duración menor del estro (25.20 ± 1.20 h), aunque cabe destacar que en este trabajo si bien se permitió el cortejo del macho y la monta finalmente no hubo cópula.

La duración del estro encontrada en el grupo testigo coincide con lo reportado para esta raza (27.18 ± 9.68 h; Segura *et al.*, 1991), lo que sugiere que la presencia del macho en el resto de los grupos provocó que se alargara el periodo de comportamiento estral. En el presente trabajo aunque para medir la duración del celo en el grupo testigo se utilizó el macho, se procuró que el tiempo de contacto fuera mínimo (5 min) con el objeto de no estimular a las hembras, que de acuerdo a lo encontrado por Oldham y Pearce (1983) en un contacto de seis horas continuas con el macho no es suficiente para inducir la ovulación si este es retirado, ya que consecuentemente disminuye la secreción de LH a niveles basales como antes de ser expuestas al macho.

En general, los resultados del presente trabajo difieren de lo encontrado por Ngere y Dzakuma, (1975) en ovejas tropicales, quienes basándose en las fechas de los partos, encontraron que el 25 % (83/331) de las ovejas estuvieron en celo y por lo tanto se gestaron el mismo día de la introducción del macho, atribuyendo un “efecto macho”. Aún cuando las ovejas Pelibuey del presente estudio son

tropicales y de baja estacionalidad, no se observó un efecto del macho de manera drástica en ninguna de las etapas del ciclo estral a diferencia de lo que ellos observaron, a pesar de que en el presente estudio se activó al macho con ovejas en celo dos días antes del inicio del experimento, con la finalidad de aumentar el potencial de la libido y mejorar la eficiencia del “efecto macho” (Rosa *et al.*, 2000).

Se sabe que bajo condiciones normales, durante la época reproductiva existe al azar un cierto número de ovejas en celo, lo que permite que se forme un grupo sexualmente activo al momento de la introducción del macho, donde las ovejas en celo estimulan al macho, y a su vez estas hembras puedan potenciar el estímulo en el resto de las hembras (Zarco *et al.*, 1995). Esta actividad la cumplía el grupo D0, ya que estas se encontraban en celo al momento de la introducción del macho. Sin embargo, los resultados del presente trabajo no muestran un efecto contundente que pudiera atribuirse a las hembras en celo, sobre las ovejas que se encontraban en otras etapas del ciclo estral. Por lo tanto, el efecto de las hembras en celo pudiera ser efectivo solo en el caso de hembras en anestro (Zarco *et al.*, 1995).

En el presente trabajo el patrón de concentraciones de progesterona fue similar a lo encontrado en otras razas (Thorburn *et al.*, 1969; Stabenfeldt *et al.*, 1969; Cunningham *et al.*, 1975). En el grupo D8 la concentración de P4 fue menor al resto de los grupos durante la mayor parte del ciclo, y mayor a los demás en las etapas finales del ciclo, todo lo cual sugiere que en realidad en este grupo el ciclo no comenzó en el día fijado arbitrariamente como día 0 del ciclo, sino dos o tres días después, lo que explicaría la aparentemente larga e inesperada duración del ciclo (ver anexo). En ningún individuo de los grupos se observó una disminución anticipada de las concentraciones de progesterona que pudiera indicar una posible luteólisis prematura como respuesta a la exposición al macho.

Así en el presente trabajo no se encontró evidencia de un efecto sincronizador por parte del macho durante la época reproductiva, lo que concuerda con lo reportado por otros autores (Ungerfeld, 2003; Ungerfeld *et al.*, 2005).

8. CONCLUSIONES

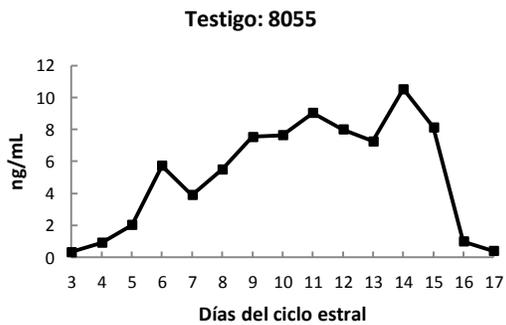
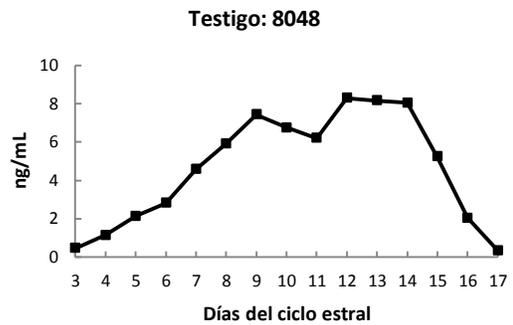
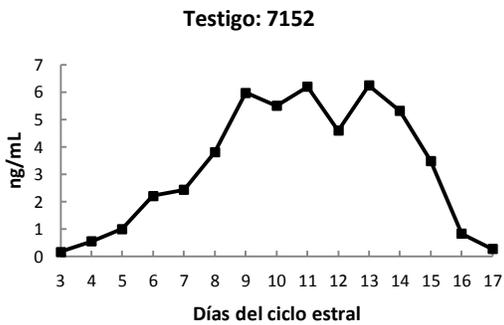
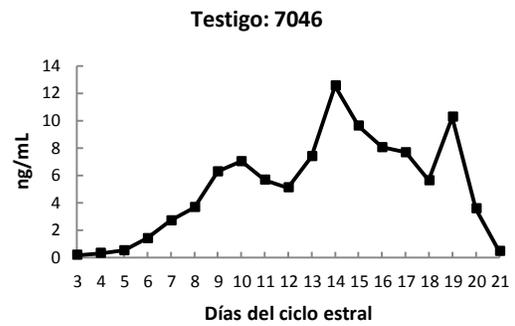
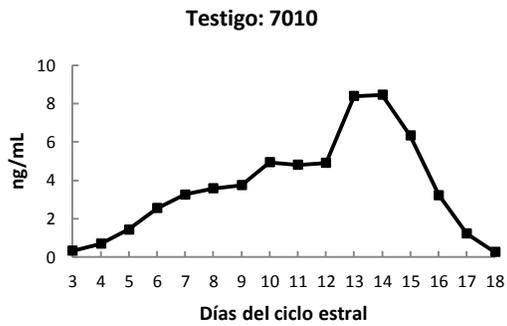
Se concluye que la exposición del macho a ovejas Pelibuey que se encuentran ciclando no afecta la duración del ciclo estral ya que la presencia del macho no provocó la lisis del cuerpo lúteo en ovejas que se encontraban en diestro ni acortó la duración del proestro en ovejas que se encontraban al final del ciclo estral

Con base en los resultados obtenidos se puede afirmar que la introducción del macho no sincroniza la presentación de estros en hembras cíclicas como ocurre en hembras anéstricas, por lo que durante la época reproductiva de la oveja Pelibuey el “efecto macho” no puede ser utilizado como método natural de sincronización.

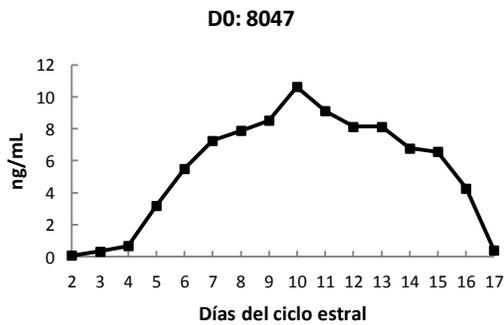
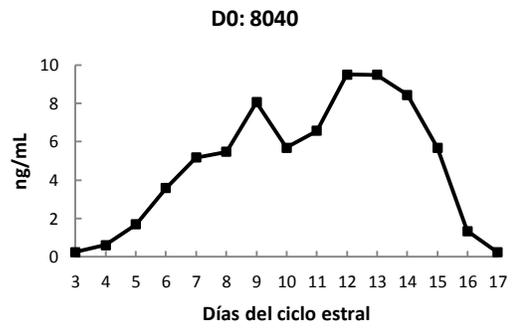
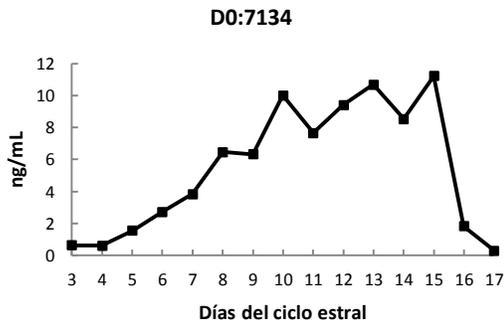
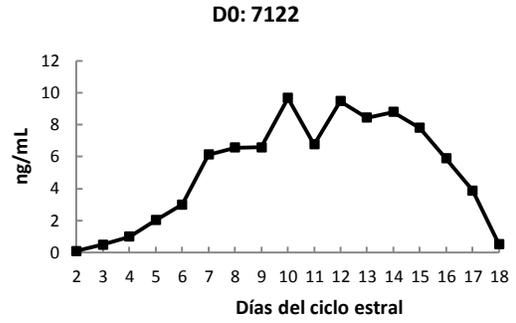
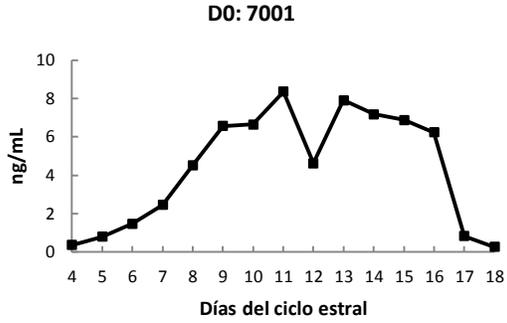
9. ANEXO

Gráficas de niveles de progesterona de un ciclo estral de cada una de las ovejas de los diferentes grupos.

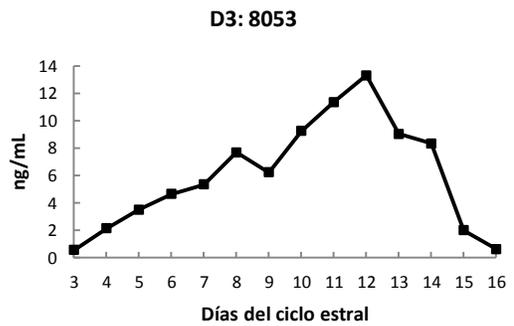
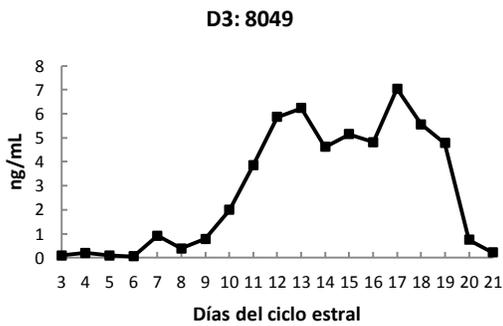
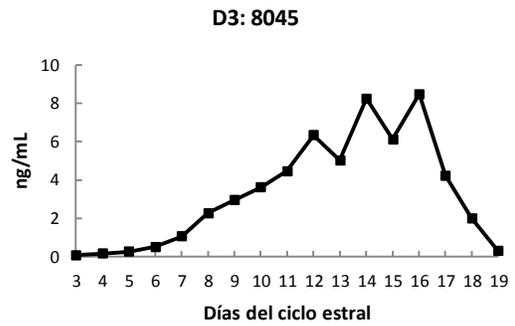
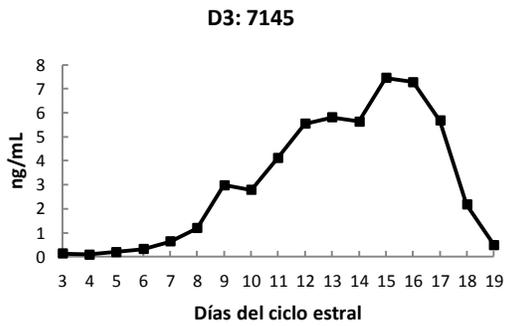
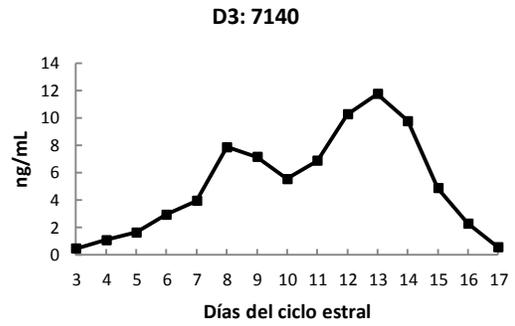
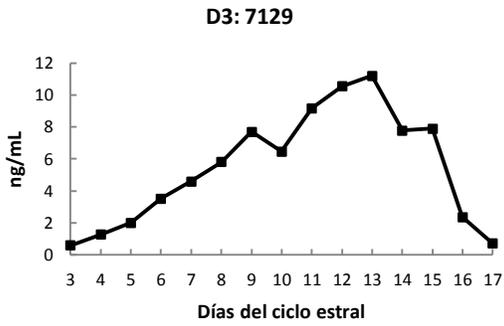
Grupo testigo: Sin la presencia del macho. Las ovejas estaban en el día cero del ciclo estral en el momento que se introdujo el macho a los otros grupos.



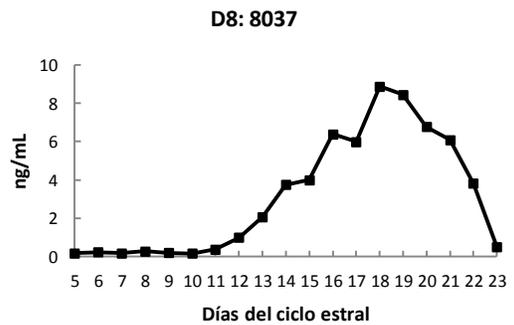
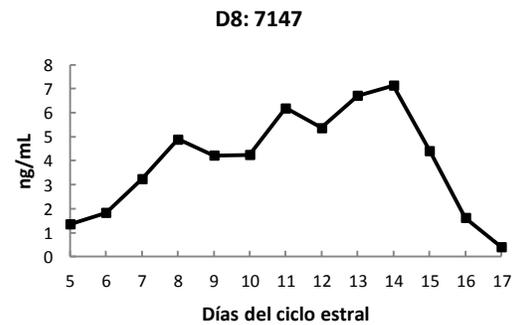
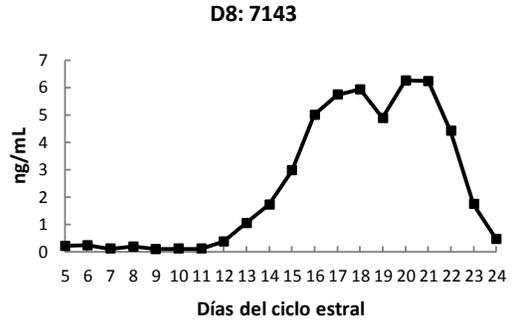
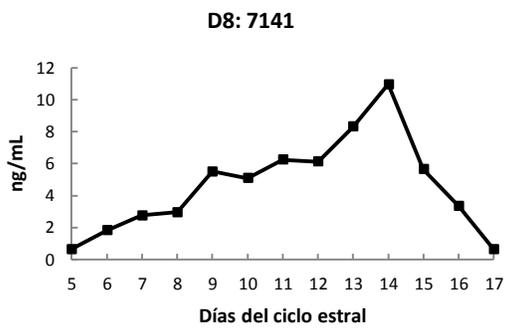
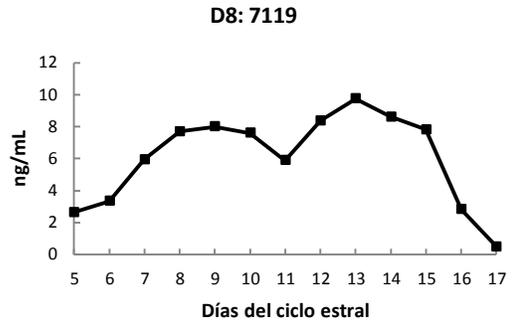
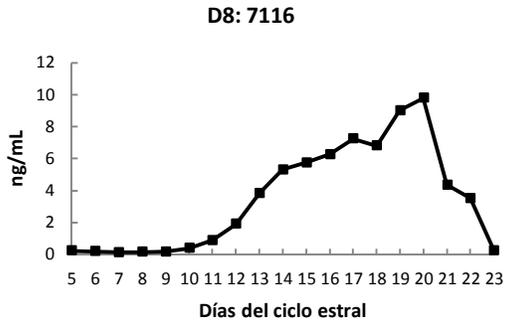
Grupo D0: La exposición al macho comenzó en el día cero del ciclo estral

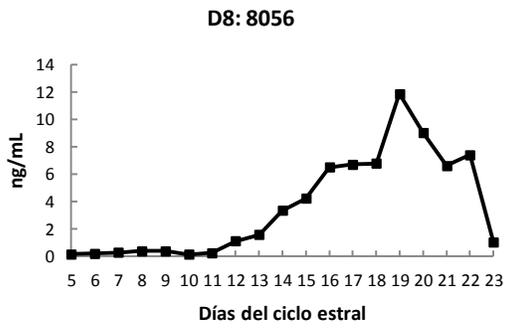


Grupo D3: La exposición al macho comenzó en el día tres del ciclo estral

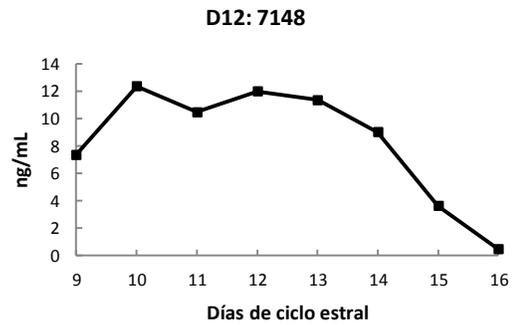
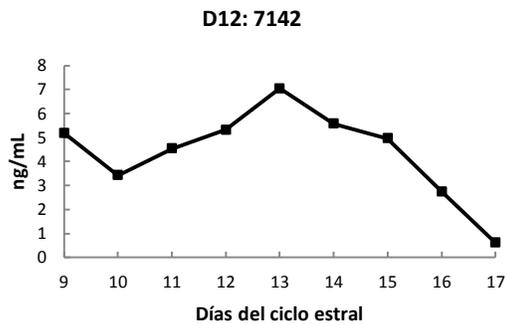
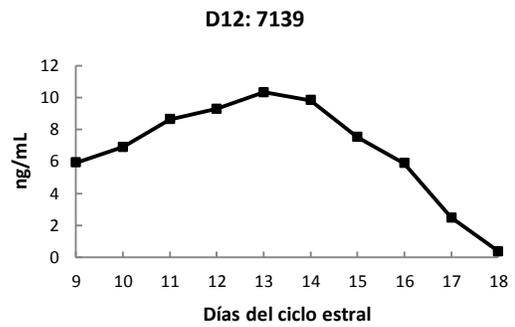
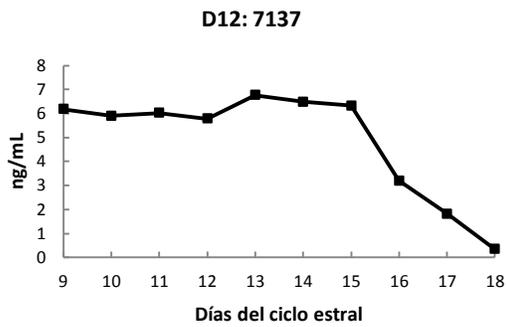


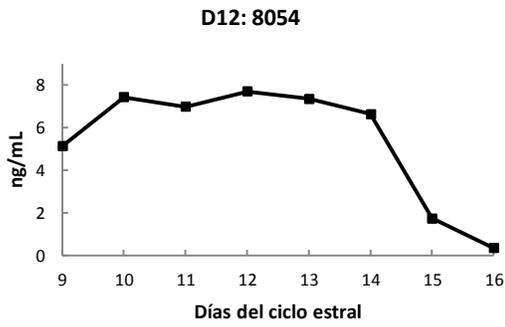
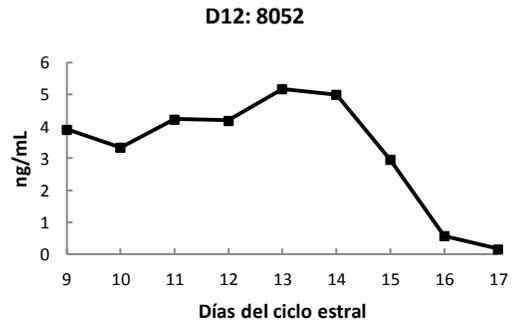
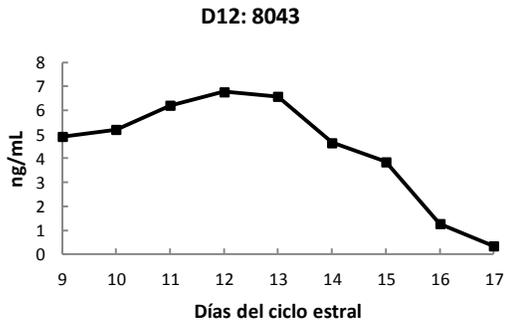
Grupo D8: La exposición al macho comenzó en el día 8 del ciclo estral



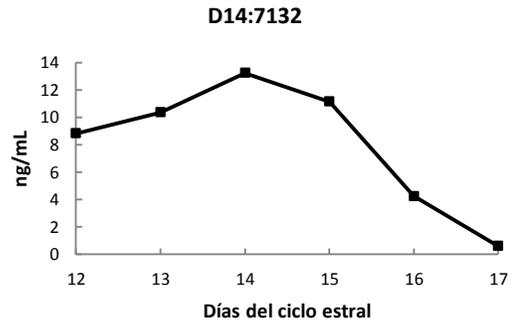
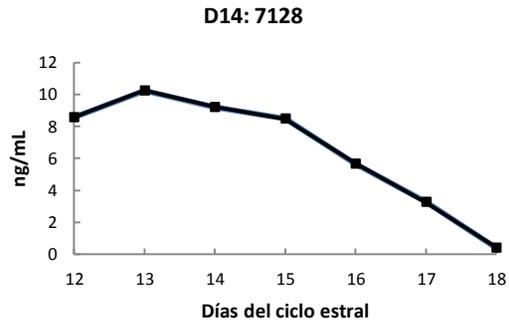


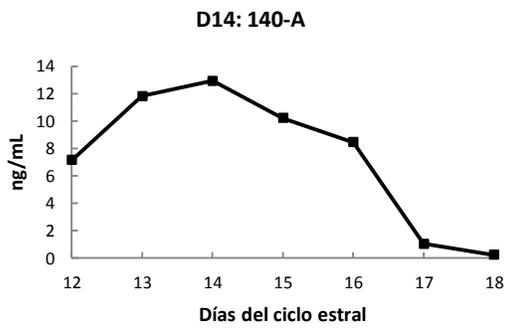
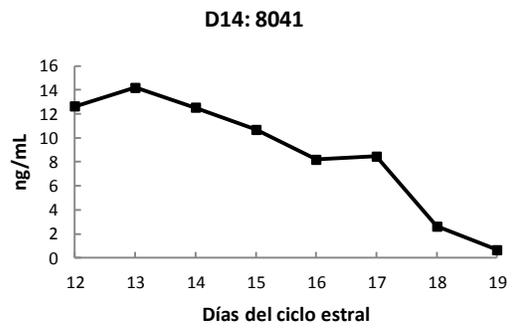
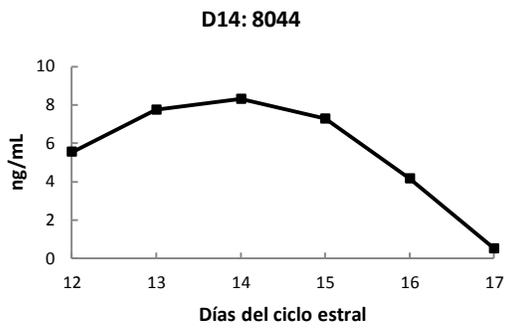
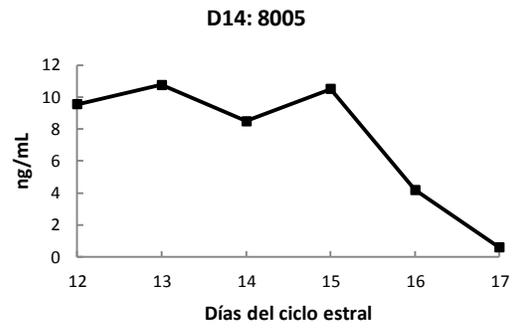
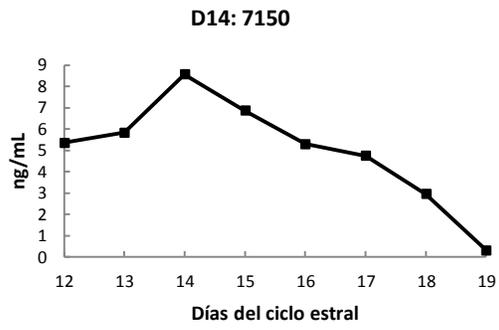
Grupo D12: La exposición al macho comenzó en el día 12 del ciclo estral





D14: La exposición al macho comenzó en el día 14 del ciclo estral





10. LITERATURA CITADA

Acritopoulou S, Haresign W, Foster JP, Lamming GE. 1977. Plasma progesterone and LH concentrations in ewes after injection of an analogue of prostaglandin F-2 alpha. *J Reprod Fertil* 49: 337-340.

Álvarez L, Andrade S. 2008. El efecto macho reduce la edad al primer estro y ovulación en corderas Pelibuey. *Arch Zoot* 57: 91-94.

Álvarez L, Zarco QL. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet Méx* 32: 117-12.

Arroyo LJ, Gallegos SJ, Villa GA, Berruecos JM, Perera G, Valencia J. 2007. Reproductive activity of Pelibuey and Suffolk ewes at 19° north latitude. *Anim Reprod Sci* 102: 24-30.

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

Chemineau P, Daveau A, Locatelli A, Maurice F. 1993. Ram-induced short luteal phases: effects of hysterectomy and cellular composition of the corpus luteum. *Reprod Nutr Dev* 33:253-261.

Chemineau P, Pellicer RMT, Lassoued N, Khaldi G, Monniaux D. 2006. Male-induced short oestrous and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. *Reprod Nutr Dev* 46: 417–429.

Cohen-Tanoudji J, Lavenet C, Locatelli A, Tillet, Signoret JP. 1989. Non-involvement of the accessory olfactory system in the LH response of anoestrous ewes to male odor. *J Reprod Fertil* 86: 135–144.

Cohen-Tannoudji J, Locateli A, Signoret JP. 1986. Non-pheromonal stimulation by the male of LH release in the anoestrous ewe. *Physiol Behav* 36: 921-924.

Cohen-Tannoudji J, Einhorn J, Signoret JP. 1994. Ram sexual pheromone: first approach of chemical identification. *Physiol Behav* 56: 955–961.

Cunningham NF, Symons AM, Saba N. 1975. Levels of progesterone, LH and FSH in the plasma of sheep during the oestrous cycle. *J Reprod Fertil* 45:177-180.

De Lucas TJ, Zarco QLA, Vásquez PC. 2008. El efecto macho como inductor de la actividad reproductiva en sistemas intensivos de apareamiento en ovinos. *Vet Méx* 39: 117-127.

Delgadillo JA, Gelez H, Ungerfeld R, Hawken PA; Martin, G.B. 2009. The 'male effect' in sheep and goats-revisiting the dogmas. *Behav Brain Res* 200: 304–314.

Evans AC, Duffy P, Crosby TF, Hawken PA, Boland MP, Beard AP. 2004. Effect of ram exposure at the end of progestagen treatment on estrus synchronisation and fertility during the breeding season in ewes. *Anim Reprod Sci* 84: 349–358.

Fletcher IC, Lindsay DR. 1971. Effect of rams on the duration of oestrous behavior in ewes. *J Reprod Fertil* 25: 253-259.

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

García ME. 1981. Modificación al sistema de clasificación climatológica de Koeppen. Ed. Offset Larios, México.104-105.

Gelez H, Archer E, Chesneau D, Campan R, Fabre-Nys C. 2004. Importance of learning in the response of ewes to male odor. *Chem Senses* 29: 555–563.

Gelez H, Fabre-Nys C. 2004. The “male effect” in sheep and goat: a review of the respective roles of the olfactory systems. *Horm Behav* 46: 257–271.

Geytenbeek PE, Oldham CM, Gray SJ. 1984. The induction of ovulation in the postpartum ewe. *Proc Aust Soc Anim Prod* 15: 353-356.

González A, Murphy BD, Foote WC, Ortega E.1992. Circannual estrous variations and ovulation rate in Pelibuey ewes. *Small Rum Res* 8: 225-232.

Hall DG, Fogarty NM, Gilmour AR. 1986. Seasonality of ovulation and estrus and the ram effect in Poll Dorset ewes. *Theriogenology* 25:455-461.

Haresign w. 1978. Ovulation control in the sheep. In: Crighton DB, Haynes NB, Foxcroft GR, Lamming GE. (eds) *Control of ovulation*. Butterworths, London, pp. 433-451.

Hawken PAR, Beard AP, Esmaili T, Kadokawa H, Evans ACO, Blache D, Martin GB. 2007. The introduction of rams induces an increase in pulsatile LH secretion in cyclic ewes during the breeding season. *Theriogenology* 68: 56–66.

Hawken PAR, Evans ACO, Beard AP. 2008. Short term, repeated exposure to rams during the transition into the breeding season improves the synchrony of mating in the breeding season. *Anim Reprod Sci* 106: 333–344.

Hawken PAR, Beard AP. 2009. Ram novelty and the duration of ram exposure affects the distribution of mating in ewes exposed to rams during the transition into the breeding season. *Anim Reprod Sci* 111: 249-260.

Hawken PAR, Esmaili T, Jorre de St Jorre T, Martin GB. 2009a. Do cyclic female goats respond to males with an increase in LH secretion during the breeding season?. *Anim Reprod Sci* 112:384–389.

Hawken PAR, Esmaili T, Scanlan V, Blache D, Martin GB. 2009b. Can audio-visual or visual stimuli from a prospective mate stimulate a reproductive neuroendocrine response in sheep?. *Animal* 3: 690-696.

Heredia A, Menéndez TM, Velázquez MA. 1991. Factores que influyen en la estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey. *Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria*. Tamaulipas, México.

Jorre de St Jorre T, Hawken PAR, Martin GB. 2011. Role of male novelty and familiarity in male-induced LH secretion in female sheep. *Reprod Fertil Dev* 24:523-530

Knight TW, Peterson AJ, Payne E. 1978. The ovarian and hormonal response of the ewe to stimulation by the ram early in the breeding season. *Theriogenology* 10: 343-353

Knight TW, Lynch PR. 1980. Source of ram pheromones that stimulate ovulation in the ewe. *Anim Reprod Sci* 3: 133-136.

Knight TW. 1985. Are rams necessary for the stimulation of anoestrus ewes with oestrus ewes?. *Proc NZ Soc Anim Prod* 45: 49-50.

Lindsay D.R, Cognie Y, Pelletier J, Signoret JP. 1975. Influence of the presence of rams on the timing of ovulation and discharge of LH in ewes. *Physiol Behav* 15: 423-426.

Martin GB, Milton JTB, Davidson RH, Banchemo HGE, Lindsay DR, Blache D. 2004. Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Anim Reprod Sci* 82-83: 231-245.

Martin GB, Scaramuzzi RJ, Lindsay DR. 1983. Effect of the introduction of rams during the anoestrous season on the pulsatile secretion of LH in ovariectomized ewes. *J Reprod Fertil* 67:47-55.

Martin GB, Oldham CM, Cognié Y, Pearce DT. 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams. A review *Livest Prod Sci* 15: 219-247.

Martin GB, Scaramuzzi RJ. 1983. The induction of oestrus and ovulation in seasonally anovular ewes by exposure to rams. *J Steroid Biochem* 19: 869-875.

Martínez RRD, Cruz LC, Rubio GI, Zarco QLA. 1998. Influencia del carnero sobre la ocurrencia de estros en la oveja Pelibuey. *Vet Mex* 29:111-115.

Marshall FHA. 1904. The oestrous cycle and the formation of the corpus luteum in the sheep. *Phil Trans R Soc Lond* 196: 47-97.

Mellado M, Hernández JR. 1996. Ability of androgenized goats wethers and does to induce estrus in goats under extensive conditions during the breeding season. *Small Rum Res* 23: 37-42.

Minton JE, Coppinger TR, Spaeth CW, Martin LC. 1991. Poor reproductive response of anestrus Suffolk ewes to ram exposure is not due to failure to secrete luteinizing hormone acutely. *J Anim Sci* 69: 3314–3320.

Murata K, Wakabayashi Y, Kitago M, Ohara H, Watanabe H, Tamogami S, Warita Y, Yamagishi K, Ichikawa M, Takeuchi Y, Okamura H, Mori Y. 2009. Modulation of gonadotrophin-releasing hormone pulse generator activity by the pheromone in small ruminants. *Review J Neuroendocrinol* 21: 346-50.

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

Nugent RA, Notter DR. 1990. Effect of cohabitation with white-faced ewes on estrous activity of Hampshire and Suffolk ewes exposed to rams in June. *J Anim Sci* 68: 1513–1519.

Ngere LO, Dzakuma JM. 1975. The effect of sudden introduction of rams on oestrous pattern of tropical ewes. *J Agric Sci* 84: 263–264.

O’Doherty JV, Crosby TF. 1990. The effect of progestagen type, PMSG dosage and time of ram introduction on reproductive performance in ewe lambs. *Theriogenology* 33:1279-1286.

O’Callaghan D, Donovan A, Sunderland SJ, Boland MP, Roche JF. 1994. Effect of the presence of male and female flockmates on reproductive activity in ewes. *J Reprod Fertil* 100: 497–503.

Oldham CM, Martin GB, Knight TW. 1978/1979. Stimulation of seasonally anovular Merino ewes by rams: I. Time from introduction of rams to the preovulatory LH surge and ovulation. *Anim Reprod Sci* 1: 283–290.

Oldham CM, Martin GB. 1978/1979. Stimulation of the seasonally anovular merino ewes by rams: II. Premature regression of ram-induced corpora lutea. *Anim Reprod Sci* 1: 291–295.

Oldham CM, Gray SJ. 1984. The ‘ram effect’ will advance puberty in 9–10 month old Merino ewes independent of their season of birth. *Anim Prod Aust* 15: 727.

Oldham CM, Cognie Y. 1980. Do ewes continue to cycle after teasing? *Proc. Aust. Soc Anim Prod* 13: 82-85.

Oldham CM, Pearce DT. 1983. Mechanism of the “ram effect”. *Proc Aust Soc Reprod Biol* 15: 72.

Ortiz, HA. 2005. Ciclo estral y métodos para sincronizarlos. Memorias curso teórico-práctico de “Inseminación artificial en ovinos”. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina. FMVZ, UNAM.

Pearce DT, Oldham CM. 1984. The ram effect, its mechanism and application to the management of sheep. In: *Reproduction in Sheep*. Lindsay DR and Pearce DT (eds). Cambridge: University Press. 26-34.

Pearce DT, Oldham CM. 1983. 'Ram effect' in the breeding season. *Proc Aust Soc Reprod Biol* 15:49.

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

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

Perkins A, Fitzgerald JA. 1994. The behavioral component of the ram effect: the influence of ram sexual behavior on the induction of estrus in anovulatory ewes. *J Anim Sci* 72: 51-55.

Quirke JF, Hanrahan JP, Gosling JP. 1979. Plasma progesterone levels throughout the oestrous cycle and release of LH at oestrus in sheep with different ovulation rates. *J Reprod Fertil* 55: 37-44.

Rodríguez IRM, Ciccioli NH, Irazoqui H, Rodriguez BT. 1991. Importance of behavioural stimuli in ram-induced ovulation in seasonally anovular corriedale ewes. *Appl Anim Behav Sci* 30: 323–332.

Romano JE, Christians CJ, Crabo BG. 2000. Continuous presence of the ram to hastens the onset of estrus in ewes synchronized during breeding season. *Appl Anim Behav Sci* 66: 65–70.

Rosa HJD, Juniper DT, Bryant MJ. 2000. The effect of exposure to oestrous ewes on rams' sexual behaviour, plasma testosterone concentration and ability to stimulate ovulation in seasonally anoestrous ewes. *Appl Anim Behav Sci* 67: 293-305.

Rosa HJ, Bryant MJ. 2002. The "ram effect" as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. *Small Rumin Res* 45:1–16.

SAS Institute User's Guide. Consultado en 2011, disponible en: <http://support.sas.com/rnd/app/doc.html>

Segura VMC, Quintal JAF, Sarmiento LF. 1991. Duración del estro y momento de la ovulación en ovejas Pelibuey. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Tamaulipas, Méx. Noviembre 26-29: 94.

Stabenfeldt GH, Holt JA, Ewing LL. 1969. Peripheral plasma progesterone levels during the ovine estrous cycle. *Endocrinology* 85: 11-15.

Silva L, Ungerfeld R. 2006. Reproductive response in suckling Corriedale ewes to the ram effect during the non-breeding season: effect of postpartum condition and the use of medroxyprogesterone priming. *Tropical Animal Health Production* 38: 365–369.

Signoret JP. 1991. Sexual pheromones in the domestic sheep: importance and limits in the regulation of reproductive physiology. *J Steroid Biochem Mol Biol* 39: 639-645.

Signoret JP, Fulkerson WJ, Lindsay DR. 1982/1983. Effectiveness of testosterone treated wethers and ewes as teasers. *Appl Anim Ethol* 9:37–45.

Srikandakumar A. 1986. Comparison of a solid phase no extraction radioimmunoassay for progesterone with and extraction assay for monitoring luteal function in the mare, bitch and cow. *Theriogenology* 26:779-793.

Tervit HR, Peterson AJ. 1978. Testosterone levels in Dorset and Romney rams and the effectiveness of these breeds in stimulating early onset of oestrus in Romney ewes. *Theriogenology* 9: 271–277

Thimonier J, Cognié Y, Lassoued N, Khaldi G. 2000. L'effet mâle chez les ovins: une technique actuelle de maîtrise de la reproduction. *INRA Prod Anim* 13: 223–231.

Thorburn GD, Bassett JM, Smith ID. 1969. Progesterone concentration in the peripheral plasma of sheep during the oestrous cycle. *Endocrinol* 45: 459-469.

Underwood EJ, Shier FL, Davenport N. 1944. Studies in sheep husbandry in Western Australia. V. The breeding season of Merino crossbred and British breed ewes in the agricultural districts. *Journal Agric West Aust* 21:135-143

Ungerfeld R, Forsberg M, Rubianes E. 2004. Overview of the response of anoestrous ewes to the ram effect. *Reprod Fertil Dev* 16: 479–490.

Ungerfeld R, Rubianes E. 1999. Estrus response to the ram effect in Corriedale ewes primed with medroxyprogesterone during the breeding season. *Small Rum Res* 32: 89-91.

Ungerfeld R. 2003. The reproductive response of anestrous ewes to the introduction of rams. Ph.D. Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. *Acta Universit Agric Sueciae Vet* 163.

Ungerfeld R, Suárez G, Carbajal B, Silva L, Laca M, Forsberg M, Rubianes E. 2003. Medroxyprogesterone priming and response to the ram effect in Corriedale ewes during the nonbreeding season. *Theriogenology* 60:35-45.

Ungerfeld R, Carbajal B, Rubianes E, Forsberg M. 2005. Endocrine and ovarian changes in response to the ram effect in medroxy-progesterone acetate-primed Corriedale ewes during the breeding and the nonbreeding season. *Acta Vet Scand* 46: 33–44.

Ungerfeld R. 2011. Combination of the ram effect with PGF2 α estrous synchronization treatments in ewes during the breeding season. *Anim Reprod Sci* 124: 65-68.

Valencia J, Porras A, Mejía O, Berruecos JM, Trujillo J, Zarco L. 2006. Actividad reproductiva de la oveja Pelibuey durante la época del anestro: Influencia de la presencia del macho. *Rev Científ* 16: 136-141.

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

Valencia J, Arroyo J, Trujillo J, Magaña-Sevilla H, Zarco L. 2010. Exposure to the male does not exert a luteolytic effect in cyclic goats. *J Appl Anim Res* 38: 181-184.

Watson RH, Radford HM. 1960. The influence of rams on onset of oestrus in Merino ewes in the spring. *Aus J Agric Res* 11: 65-71.

Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati. 1993. The male effect in the Australian Cashmere goat. 1. Ovarian and behavioural response of seasonally anovulatory does following the introduction of bucks. *Anim Reprod Sci* 32:41-53.

Wildeus S. 2000. Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. *J Anim Sci* 77:1-14.

Veliz, F.G., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2006. Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrous female goats. *Anim Reprod Sci* 92:300-309

Zarco L, Stabenfeldt GH, Quirke JF, Kindahl H, Bradford GE. 1988. Release of prostaglandin F-2 alpha and the timing of events associated with luteolysis in ewes with oestrous cycles of different lengths. *J Reprod Fertil* 83:517-526.

Zarco QL, Rodríguez EF, Angulo MRB, Valencia MJ. 1995. Female to female stimulation of ovarian activity in the ewe. *Anim Reprod Sci* 39: 251–258.