

**Universidad Autónoma de Sinaloa
Colegio de Ciencias Agropecuarias
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Maestría en Ciencias Agropecuarias**



TESIS

**“Eficiencia Reproductiva y Productiva en Ovejas de Pelo de Acuerdo al Tiempo
Posparto en que se Introduce el Macho”**

**Que para obtener el grado de Maestra en Ciencias
Agropecuarias**

PRESENTA:

Quintero Beltrán Denisse Carmina

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Jesús José Portillo Loera

CO-DIRECTORA DE TESIS:

M.C. María Teresa Espinoza León

ASESORES:

**Dr. Miguel Alberto Luque Agundez
M. C. Jaime Eleazar Borbolla Ibarra
M.C. Christian Urias Castro**

Culiacán Rosales, Sinaloa 29 de Enero del 2016.

**Universidad Autónoma de Sinaloa
Colegio de Ciencias Agropecuarias
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Maestría en Ciencias Agropecuarias**



TESIS

**“Eficiencia Reproductiva y Productiva en Ovejas de Pelo de Acuerdo al Tiempo
Posparto en que se Introduce el Macho”**

**Que para obtener el grado de Maestra en Ciencias
Agropecuarias**

PRESENTA:

Quintero Beltrán Denisse Carmina

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Jesús José Portillo Loera

CO-DIRECTORA DE TESIS:

M.C. María Teresa Espinoza León

ASESORES:

**Dr. Miguel Alberto Luque Agundez
M. C. Jaime Eleazar Borbolla Ibarra
M.C. Christian Urias Castro**

Culiacán Rosales, Sinaloa 29 de Enero del 2016.

ESTA TESIS FUE REALIZADA POR **DENISSE CARMINA QUINTERO BELTRÁN**
BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR QUE SE INDICA, Y HA SIDO
APROBADA POR EL MISMO, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTOR

DR. JESÚS JOSÉ PORTILLO LOERA

CO-DIRECTORA

M.C. MARÍA TERESA ESPINOZA LEÓN

ASESOR

DR. MIGUEL ALBERTO LUQUE AGUNDEZ

ASESOR

M.C. JAIME ELEAZAR BORBOLLA IBARRA

ASESOR



M.C. CHRISTIAN URIAS CASTRO

CULIACÁN ROSALES, SINALOA 29 DE ENERO DEL 2016

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el financiamiento a mis estudios de maestría.

Al Colegio de Ciencias Agropecuarias por darme la oportunidad de realizar mis estudios de maestría.

Al Dr. Jesús José Portillo Loera, por la dirección de esta tesis, valiosos comentarios y observaciones de la misma, por su confianza, apoyo y amistad.

A M. C. María Teresa Espinoza León, por la codirección de esta tesis, por su apoyo, enseñanzas, confianza y amistad.

A mis asesores Miguel Alberto Luque Agundez, Jaime Eleazar Borbolla Ibarra y Cristian Urias Castro por sus comentarios y sugerencias.

A la granja "La Fama", así como al propietario y trabajadores de la misma por su ayuda para la realización de este trabajo.

A mis amigos y compañeros de la maestría, en especial a Miguel Caleb Vázquez Sánchez por su apoyo en la fase experimental de esta investigación.

A mis padres por todo el apoyo incondicional que siempre me han brindado.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Situación de la Producción de Ovinos en México.....	3
2.2. Importancia de Ovinos de Pelo.....	3
2.3. Periodo Posparto.....	4
2.3.1. Endocrinología del Periodo Posparto.....	5
2.4. Indicadores de la Eficiencia de Apareamientos.....	6
2.5. Factores que afectan el Periodo Posparto.....	7
2.5.1. Amamantamiento.....	7
2.5.1.1. Péptidos Opioides Endógenos.....	9
2.5.2. Baja Estacionalidad.....	10
2.5.2.1. Control Neuroendocrino de la Estacionalidad.....	12
2.5.3. Estrés Calórico.....	13
2.5.4. Alimentación.....	14
2.5.4.1. Leptina.....	16
2.5.5. Efecto Macho.....	17
2.5.6. Efecto Hembra.....	18
2.5.7. Mediciones de Progesterona Plasmática.....	19
III. HIPÓTESIS.....	22
IV. OBJETIVO.....	23
V. MATERIAL Y MÉTODOS.....	24
5.1. Lugar de Trabajo.....	24
5.2. Manejo Previo al Inicio de los Empadres.....	24

5.3.	Procedimiento Experimental.....	25
5.3.1.	Descripción de los Grupos.....	25
5.3.2.	Alimentación.....	25
5.3.3.	Celo, Parto y Destete.....	25
5.3.4.	Toma de Muestras.....	26
5.3.5.	Fotoperiodo, Temperatura y Humedad relativa.....	26
5.3.6.	Variables Medidas.....	27
5.3.7.	Análisis Estadístico.....	27
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
6.1.	Empadre Abril a Junio.....	29
6.2.	Empadre Noviembre a Diciembre.....	31
6.3.	Eficiencia Reproductiva.....	32
6.4.	Respuesta Productiva.....	41
6.4.1.	Peso al Nacer.....	42
6.4.2.	Mortalidad de Corderos hasta el Destete.....	42
6.4.3.	Peso al Destete.....	43
6.4.4.	Ganancia Diaria de Peso.....	44
6.5.	Eficiencia Productiva.....	45
VII.	CONCLUSIONES.....	47
VIII.	LITERATURA CITADA.....	48

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Efecto de la época de empadre y del tiempo posparto en el que se introduce el macho en el porcentaje de ovejas marcadas.....	33
2	Efecto de la época de empadre y del tiempo posparto en el que se introduce el macho en la eficiencia reproductiva de ovejas de pelo.....	38
3	Análisis de varianza para el peso al nacimiento (PN), al destete (PDTT), ganancia diaria de peso (GDP) y kilogramos de cordero destetado por oveja (KCDO).....	41
4	Comportamiento productivo de ovejas de pelo según el tiempo posparto en que se introduce el macho en dos épocas de empadre (medias de cuadrados mínimos \pm error estándar).....	42
5	Peso total de los corderos (PTC) y kilogramos de cordero destetado por oveja (KCDO) según el tiempo posparto en que se introduce el macho en dos épocas de empadre (medias de cuadrados mínimos \pm error estándar).....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	TÍTULO	PÁGINA
1	Duración del día y la noche durante el periodo comprendido desde el parto hasta el destete del empadre abril-junio del 2014.....	29
2	Parámetros ambientales durante el periodo comprendido desde el parto hasta destete del empadre abril-junio del 2014.....	30
3	Duración del día y la noche durante el periodo comprendido desde el parto hasta el parto del empadre noviembre-diciembre del 2014.....	31
4	Parámetros ambientales durante el periodo comprendido desde el parto hasta parto del empadre noviembre-diciembre del 2014.....	32
5	Niveles de progesterona durante el empadre abril-junio en ovejas con 10 a 30 días posparto.....	36
6	Niveles de progesterona durante el empadre abril-junio en ovejas con 60 o más días posparto.....	36
7	Niveles de progesterona durante el empadre noviembre-diciembre en ovejas con 10 a 30 días posparto.....	37
8	Niveles de progesterona durante el empadre noviembre-diciembre en ovejas con 60 o más días posparto.....	37

RESUMEN

Eficiencia reproductiva y productiva en ovejas de pelo de acuerdo al tiempo posparto en que se introduce el macho

Denisse Carmina Quintero Beltrán

Se realizaron empadres con carneros Katahdin durante los meses de abril-junio y noviembre-diciembre de 2014, para determinar el efecto del tiempo posparto en que se inicia el empadre sobre la eficiencia reproductiva y productiva de ovejas F1 Katahdin x Pelibuey de 2 a 3 años de edad. En el grupo testigo se introdujo al macho con ovejas a los 60 días o más posparto una vez que los corderos fueron separados. En el grupo experimental se introdujo al macho con ovejas de 10 a 30 días posparto las cuales se encontraban en época de lactación con crías al pie. Se utilizaron 115 ovejas y tres machos, en el empadre abril-junio se formaron dos lotes de 30 ovejas, y en el empadre noviembre-diciembre lotes de 29 ovejas en grupo 60 o más días y 26 ovejas en grupo 10 a 30 días. Los resultados se analizaron con Ji cuadrada y prueba de Kruskal-Wallis para las variables de eficiencia reproductiva, y análisis de varianza para las variables de respuesta productiva. El porcentaje de ovejas marcadas, ovejas paridas y tasa de destete, fueron menores ($p < 0.05$) cuando el empadre se realizó de 10 a 30 días post parto durante los meses de abril-junio. El peso al nacer, peso al destete, ganancia diaria de peso y kilogramos de cordero destetado por oveja fue similar entre grupos ($p > 0.05$). Se concluye que al introducir el macho 10 a 30 días posparto se obtiene baja eficiencia reproductiva, sin efecto en la eficiencia productiva.

Palabras claves: Ovejas de pelo, Posparto, Eficiencia.

ABSTRACT

Reproductive and productive efficiency in hair sheep according to postpartum period in which the male is introduced

Denisse Carmina Quintero Beltrán

Mating was performed with Katahdin rams from April to June and from November to December 2014, to determine the effect of postpartum period relative to mating starting time on reproductive and productive efficiency of F1 Katahdin-Pelibuey sheep of 2-3 years of age. In the control group, a ram was introduced at 60 or more days postpartum, to sheep from which the lambs were previously separated. For the experimental group the ram was introduced at 10 or 30 day postpartum to ewes which had suckling lambs. 115 sheep and three males were used, in April-June mating two groups of 30 sheep each were formed, and in November-December mating, 29 and 26 sheep were used for the 60 days or more and for the 10 to 30 days post-partum groups respectively. The results were analyzed with chi-square, and Kruskal-Wallis test for variables of reproductive efficiency, and analysis of variance for productive response variables. The percentage of labeled sheep, ewes lambing and weaning rate were lower ($p < 0.05$) in the 10 to 30 post-partum days group, when the mating was made during the months of april-june. Birth weight, weaning weight, average daily gain and kilograms of lamb weaned by ewe was similar between treatments ($P > 0.05$). We conclude that introducing the male 10 to 30 days postpartum results in a low reproductive efficiency that does not affect production efficiency.

Key words: Hair sheep, Postpartum, Efficiency.

I. INTRODUCCIÓN

La ovinocultura en el trópico mexicano manifiesta un incremento en la producción de carne con la utilización de razas Pelibuey, Blackbelly, Katahdin y Dorper (Montalvo, 2001). En los hatos ovinos comerciales el manejo se orienta a la obtención de la mayor cantidad de corderos destetados, por lo tanto el periodo de tiempo que comprende desde el parto hasta que la oveja queda gestante es importante. Normalmente el empadre inicia en promedio a los dos meses posparto, una vez que las ovejas se han destetados; sin embargo, este tiempo puede disminuir al introducir el semental con las ovejas antes de dos meses, aun cuando los corderos están en amamantamiento, sin afectar los parámetros reproductivos y productivos.

A diferencia de las razas de lana, los ovinos de pelo tienen reducida estacionalidad reproductiva (Torres *et al.*, 2004), la cual ocurre de enero a junio (Arroyo, 2011) y favorece la posibilidad de acortar el tiempo posparto-gestación. Desde el punto de vista de la fisiología reproductiva ello es posible, González *et al.* (2002) reportan que la actividad ovárica posparto inicia antes de completar la involución uterina, debido a que observaron cuerpos lúteos desarrollados a partir de los días 18 y 22 e involución uterina completa entre los días 28 y 30 en ovejas deslanadas West African.

Un factor que afecta el reinicio de la actividad ovárica es el amamantamiento, en este caso se ha reportado que la actividad ovárica puede reiniciar tan pronto como a los 20 días o tan tarde como a los 108 días post parto en ovejas que amamantan las 24 h del día (Roldán *et al.*, 2009), por otro lado también se ha observado que es posible utilizar los fenómenos naturales como el efecto macho y el efecto hembra para manipular la actividad ovárica durante el periodo del post-parto (Gallegos *et al.*, 2013).

Basado en la revisión de literatura existente se decidió investigar el efecto de la introducción del macho en ovejas lactantes a los 10-30 días posparto las cuales tenían crías al pie y comparar este manejo con la introducción del macho a ovejas a los 60 o más días posparto las cuales no tenían corderos al pie. Con este fin se

desarrollaron empadres durante los meses de abril a junio y noviembre a diciembre para determinar el efecto de la introducción del macho sobre la eficiencia reproductiva y productiva.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Situación de la Producción Ovina en México

El inventario ovino en México creció un 17% durante el periodo 2004-2012 pasando de 7 millones a 8.4 millones. La producción de carne ovina en 2012 fue de 57,692 toneladas con un crecimiento del 30% con respecto a 2004. El Estado de México cuenta con el mayor número de ovinos, seguido de Hidalgo, Veracruz, Oaxaca y Puebla, encontrándose Sinaloa en el treceavo lugar con una población de 222,006 cabezas. Relacionado con la producción por estado el primer lugar le corresponde al Estado de México, seguido de Hidalgo, Veracruz, Puebla, Zacatecas, Jalisco y Sinaloa (SIAP, 2012). La ovinocultura de carne se desarrolla bajo un esquema de tipo regional, en la zona central se produce carne y pieles con razas de lana Suffolk, Hampshire, Rambouillet, Dorset y de pelo (Katahdin, Dorper y Pelibuey). La región sur-sureste se orienta principalmente a la producción de carne con razas de pelo (Pelibuey, Blackbelly, Katahdin y Dorper) y produce un poco de lana para uso artesanal con animales criollos en Oaxaca y Chiapas, mientras la zona norte se dedica a la producción de carne (Arteaga, 2007).

2.2. Importancia de los Ovinos de Pelo

La ovinocultura en el trópico mexicano, manifestó un incremento en la producción de carne, con la utilización de razas de pelo como la Pelibuey y Blackbelly, así como otras de reciente introducción al país como Katahdin y Dorper (Montalvo, 2001). Las ventajas que observaron los ovinocultores con estas razas entre otras son amplia actividad reproductiva durante el año (anestro reducido o nulo), rusticidad para el pastoreo y alta prolificidad (Cuéllar, 2010).

De las razas de pelo existente en México, la Pelibuey es la que se encuentra mayormente difundida; ésta raza se introdujo a América durante la época de la colonia junto con los esclavos procedentes de África. Éstas razas ovinas ingresaron a través de la Península de Yucatán dado el comercio que esta parte del país sostenía con la Isla de Cuba (Lara, 2007). Una característica importante de la oveja Pelibuey, es que se considera como no estacional debido a que no presenta época

de anestro absoluto, aunque sus parámetros de fertilidad, prolificidad y manifestación de celo, disminuyen durante los meses de enero a abril (Reyna, 1997). Otra raza que ha tenido gran auge en los últimos años es la raza Katahdin, ésta raza de pelo es originaria de Estados Unidos, obtenida mediante hibridación de borregos de pelo procedentes de Caribe con algunas razas de lana como Dorset, Suffolk, Cheviot y Wiltshire; con el objetivo de obtener un animal con buena tasa de crecimiento, prolificidad, ausencia de lana y cuernos (Wildeus, 1997).

2.3. Periodo Posparto

El periodo posparto se define como el tiempo entre el parto y el restablecimiento de la actividad ovárica cíclica (González *et al.*, 1991), su duración depende de la interacción de diferentes factores como la raza, edad, condición corporal en el momento del parto, época del año en que se produce el parto, nutrición, lactación, amamantamiento, involución uterina y presencia de machos (López-Sebastián *et al.*, 1998).

Después del parto, las hembras tienen limitada su capacidad de concebir; en la mayoría de los mamíferos, el estímulo del amamantamiento de la cría induce un periodo que se caracteriza por la ausencia de ciclos estrales, conocido como anestro posparto. La finalidad del anestro postparto es permitir que la madre se recupere de los efectos de la preñez y que asegure la supervivencia de su cría (McNeilly, 1997). En el periodo posparto, las primeras ovulaciones se caracterizan por ir precedidas de ausencia de celo. Por tanto, este periodo de actividad ovárica tiene poco potencial para resultar en la fertilización del ovocito y producir una gestación. La tasa de gestación después del parto, está relacionada al estado uterino, en este caso su estado de involución. La involución uterina es en muchos casos la limitante número uno para la fecundación del ovocito en la etapa posparto temprana, aunque el ovario haya recuperado su capacidad ovulatoria (López-Sebastián *et al.*, 1993). La existencia de este periodo de involución uterina o anestro postparto con frecuencia resulta en pérdidas económicas para los productores (Williams *et al.*, 1996).

2.3.1. Endocrinología del Periodo Posparto. Durante el periodo postparto, los mecanismos neuroendocrinos cambian dramáticamente lo que da como resultado una falta de ovulación que condiciona el anestro posparto (Smart *et al.*, 1994). Se ha observado que la hipófisis anterior presenta una disminución en el contenido de LH y FSH al final de la preñez (Schirar *et al.*, 1990). Además durante el periodo temprano postparto existe una alta sensibilidad en el hipotálamo hacia los efectos de retroalimentación negativa de estradiol, lo cual se traduce en una disminución en la secreción pulsátil de GnRH y por lo tanto LH (Arroyo *et al.*, 2009). Aunado a la hipersensibilidad hipotalámica hacia los efectos de retroalimentación negativa de estradiol, la hipófisis anterior es menos sensitiva a la liberación de LH inducida por GnRH durante el periodo postparto (Nett *et al.*, 1988).

Conforme el periodo postparto pasa se da un aumento gradual de la concentración basal de LH (Lucy, 2007) lo cual puede reflejar un aumento en el contenido hipofisario de LH. Además de un adecuado contenido hipofisario de LH, en la oveja, una suficiente frecuencia en la secreción pulsátil de LH es un requisito esencial no solo para la ovulación, sino también para el inicio y mantenimiento de la ciclicidad ovárica después del parto. La recuperación del eje hipotalámico hipofisario es un fenómeno gradual, por ejemplo, aunque se da un aumento en concentraciones plasmáticas de FSH en los primeros 5 a 10 días postparto (4 a 8 ng/mL⁻¹) indicativo de reanudación de la actividad folicular, esto no es suficiente para producir una adecuada ovulación y/o manifestación de estro (Schirar *et al.*, 1990).

Un aumento en la secreción pulsátil de LH parece ser indispensable para la óptima reanudación de la actividad ovárica postparto. Nett (1987) menciona que hay dos fases en la reanudación de la secreción de LH después del parto. En primer lugar, aumenta la frecuencia de secreción pulsátil de GnRH y por lo tanto la secreción pulsátil de LH en sangre; sin embargo, este incremento es insuficiente para restablecer la ciclicidad posparto y conducta estral (pero si induce ovulación). Lo anterior se debe probablemente a que las ovulaciones tempranas, son seguidas por una función lútea anormal (cuerpos lúteos de corta duración), caracterizadas por una ausencia en la conducta de estro (Wattermann, 1980; Morales *et al.*, 2011).

Después del primer ciclo folicular corto que ocasionó la formación de un cuerpo lúteo pequeño o anormal, se da un aumento en la concentración de FSH lo cual estimula el desarrollo de una nueva oleada folicular ovárica. Esta oleada folicular es seguida por una adecuada frecuencia en la secreción pulsátil de LH que promueve un dramático incremento en la síntesis y secreción de estradiol folicular. Las altas concentraciones de estradiol ejercen una retroalimentación positiva a nivel hipotálmico, actuando específicamente en el núcleo ventromedial del área mediobasal (Arroyo *et al.*, 2009), lo cual ocurre después del día 20 posparto (Wise *et al.*, 1990). Además estradiol secretada por el folículo ovárico promueve la involución uterina (Scheldon *et al.*, 2003). La adecuada frecuencia en la secreción pulsátil de LH induce maduración folicular, ovulación y desarrollo de un cuerpo lúteo de duración normal (Schirar *et al.*, 1990).

2. 4. Indicadores de la Eficiencia Biológica de Apareamientos

Una forma de evaluar la eficiencia biológica de los sistemas es a través de la producción de corderos en forma global y por oveja. En Estados Unidos de América la tasa de destete es el parámetro más importante asociado con la eficiencia de las industrias ovinas y se le considera el mayor reto para el desarrollo del mismo. En México tanto en sistemas tradicionales como tecnificados el número de corderos destetados por oveja de cría, indistintamente de la raza o sistema de producción, es cercana o inferior a uno, y excepcionalmente se aproxima a 1.5 en ovejas de lana (Martínez *et al.*, 1992; Mancillas *et al.*, 1993; Abraham *et al.*, 1994; De Lucas y Arbiza, 2000). La tasa de destete se puede calcular por el número de corderos destetados por oveja expuesta al semental, por oveja parida, o por año (Partida *et al.*, 2013). La tasa de destete por ovejas expuesta al semental es de mayor importancia ya que evalúa en forma global la eficiencia reproductiva del rebaño, derivada de cada empadre, al considerar la fertilidad, la prolificidad y la mortalidad de los corderos hasta el destete (De Lucas *et al.*, 2009). De Lucas *et al.* (2009) observaron menor número de corderos destetados sobre oveja expuesta al semental en un sistema intensivo de ocho meses comparado con uno anual (0.89 ± 0.03 vs. 1.09 ± 0.04 corderos) en ovejas Columbia, esta reducción es debida a

que alguna de las épocas de empadre coincidieron con una baja o nula actividad reproductiva. A pesar de ello los mismos autores observaron que la tasa de destete en un sistema intensivo fue superior al anual en los corderos logrados en dos años (2.49 ± 0.08 vs. 2.05 ± 0.08 corderos), además de los kilogramos totales de corderos en dos años (10571.7 vs. 8312.2 kg) y kilogramos de cordero por oveja parida en dos años (55.9 ± 1.8 vs. 44.4 ± 1.8 kg). Caso similar fue observado por los mismos autores (De Lucas *et al.*, 2003) en Huamantla, Tlaxcala, que a pesar que solo reportan pesos al nacer y destete en su trabajo, se puede obtener la tasa de destete en los diferentes sistemas, el cual fue superior en el sistema intensivo al anual en dos años (2.78 vs. 2.31). Otros autores (Macedo y Alvarado, 2005) han evaluado la tasa de destete con base a las ovejas paridas del empadre, y encontraron tasa de destetes que oscilaron de 1.15 ± 0.15 a 2.37 ± 0.15 corderos en ovejas Pelibuey. A pesar de que reportan tasas de destete basadas en oveja paridas también se puede obtener la tasa de destete con base a las hembras expuestas al semental, los cuales oscilaron entre los 1.09 a 2.27 corderos.

2.5. Factores que afectan el Periodo Posparto en la Oveja

2.5.1. Amamantamiento. La oveja en el pre y posparto desencadena una estrecha relación con su cría (González, 2012). Al parto, la oveja se siente atraída por ésta a través de la vista, oído y olfateo principalmente, debido al olor de los líquidos placentarios, donde participan feromonas como medio de comunicación y establecimiento de la relación madre-cría. El comportamiento maternal y memorización del olor del cordero están determinados por factores genéticos principalmente y modulados por la estimulación vaginal-cervical desencadenada por la expulsión fetal y del papel funcional del estradiol (Kendrick *et al.*, 1991). El amamantamiento es un proceso rápido, donde la oveja orienta a su cría hacia la ubre mediante suaves empujes con la cabeza y movimientos laterales (Poindron *et al.*, 1995). Así en los primeros días posparto el interés principal es la cría, lo que asegura su supervivencia.

Aunado a lo anterior, el amamantamiento implica una compleja interacción madre-cría y no solamente el estímulo de la glándula mamaria (Tilbrook *et al.*, 2006).

La inhibición de la síntesis de LH, es el principal cambio endócrino que ocasiona el amamantamiento, y por ello es el factor que inhibe la función reproductiva (Martín *et al.*, 1999).

En ovejas que no amamantan, los ciclos estrales retornan alrededor de 3 a 5 semanas posparto (Shirar *et al.*, 1989) y se asocian con un restablecimiento de los niveles normales de secreción de LH, receptores y respuesta a GnRH. En ovejas que están amamantando, el estro puede retrasarse por tres semanas más (Mauleon *et al.*, 1965; Schirar *et al.*, 1990), reportándose diferencia de siete días a la presentación de la primera oleada preovulatoria de LH posparto en ovejas que no amamantaron (10 ± 2 d) comparativamente con ovejas amamantando a sus corderos (17 ± 1 d). Por lo tanto, la LH es el factor que limita el reinicio de la actividad ovárica durante el posparto y el amamantamiento potencializa la inhibición de la secreción pulsátil de la LH (Mandiki *et al.*, 1989).

Sin embargo, el manejo del amamantamiento en rumiantes, se ha considerado una alternativa para acortar el anestro posparto. Diversos estudios en ovejas se han realizado para acortar este periodo entre los cuales está el realizado por Arroyo *et al.* (2000) que utilizaron tres modalidades de amamantamiento, amamantamiento controlado (18.5 h al día), amamantamiento mínimo (30 min una vez al día) y amamantamiento restringido (dos periodos de 30 min al día) encontrando que el intervalo parto primera ovulación (IPPO) fue de 54.3 ± 9.4 d en amamantamiento controlado, 44.0 ± 20.29 d con mínimo amamantamiento, y 45.2 ± 13.8 d en amamantamiento restringido, sin observar diferencia entre tratamientos. Otros estudios han encontrado diferencias entre tratamientos, por ejemplo, Morales *et al.* (2004) encontraron que el IPPO disminuye en amamantamiento restringido 52.6 ± 2.0 d, comparado con amamantamiento continuo, 60.5 ± 2.7 d. Una respuesta similar observaron Pérez *et al.* (2009) al utilizar una modalidad igual de amamantamiento en ovejas, con menor IPPO en amamantamiento restringido 41.9 ± 1.0 d, comparado con amamantamiento continuo 52.6 ± 2.0 d. Herrera (2008) y Hernández *et al.* (2013) coinciden que amamantar 30 min dos veces al día⁻¹ favorece la presencia de más folículos de tamaño preovulatorio, lo que mejora la tasa de ovulación y como consecuencia el nivel prolífico. Castillo *et al.* (2013)

mencionan que se obtiene mayor porcentaje de ovejas que ovulan antes de los 35 días posparto para las ovejas que amamantaron por 30 min dos veces al día⁻¹ (90%) con respecto al grupo de amamantamiento por 18 h (52%).

2.5.1.1. Péptidos Opioides Endógenos. Los péptidos opioides endógenos (POEs) son neurotransmisores liberados a nivel central en forma aguda o crónica durante periodos de alerta, estrés y lactancia en hembras. Los POEs están implicados en el mecanismo neuroendocrino que impide la ovulación durante el periodo posparto actuando como intermediarios entre estradiol (E₂) y neuronas productoras de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH). El efecto biológico de los POEs es la reducción en la frecuencia de pulsos de GnRH y por lo tanto, de la hormona luteinizante (Arroyo *et al.*, 2009). Se han identificado más de 20 péptidos opioides activos, que se agrupan en tres subfamilias: las endorfinas, las encefalinas y las dinorfinas (Ganong, 1998; García y Martín, 2009). En mamíferos se estableció que los POEs se derivan de tres precursores, la prodinorfina, proencefalina y proopiomelanocortina (POMC) (Parvizi, 2000; Hernández *et al.*, 2006). La proopiomelanocortina es una molécula precursora de POEs que se encuentra en los lóbulos anterior e intermedio de la glándula hipófisis, así como en el cerebro (Leshin *et al.*, 1988; Leshin *et al.*, 1991; Malven, 1995); es precursora de la β -endorfina, un polipéptido de 31 residuos de aminoácidos.

En las neuronas del cerebro hay sistemas separados de secreción de encefalinas y β -endorfinas. Las neuronas que producen proopiomelanocortina, tienen sus cuerpos celulares en el núcleo arcuato, se proyectan hacia el tálamo y hacia partes del tallo cerebral (Hernández *et al.*, 2006). Las neuronas opioidérgicas se encuentran en asociación estrecha o en coexistencia con otros sistemas peptidérgicos o de neurotransmisores.

La inhibición de la secreción de GnRH a nivel de eminencia media debido al amamantamiento, se ejerce vía opioides endógenos (encefalinas y β -endorfinas) (Gordon *et al.*, 1987). Se cree que los opioides pueden actuar en dos momentos: inmediatamente después del parto o durante el amamantamiento; debido a que el parto resulta ser una experiencia dolorosa y estresante, se asocia a altas

concentraciones periféricas de opioides (Smart *et al.*, 1994). Por otro lado, Gordon *et al.* (1987) señalan que durante el amamantamiento, se induce la liberación de β -endorfinas en el hipotálamo que pueden inhibir la secreción de GnRH en ovejas lactando. El bloqueo de receptores a opioides (Malven y Hundges, 1987) mediante el antagonista (naloxona) incrementa la secreción de LH entre los días 7 a 26, y disminuye la secreción de prolactina en ovejas posparto, sin embargo el amamantamiento no tiene algún efecto en la respuesta al antagonista opioide.

Por otro lado el tratamiento combinado con metoclopramida, un antagonista de la dopamina, en adición a naloxona no modifica la respuesta de secreción de LH (Knight *et al.*, 1986) por lo que se concluye que los opioides endógenos inhiben la secreción de LH por un mecanismo independiente de la modulación por el sistema dopaminérgico. Sin embargo, se ha reportado una interacción entre el sistema dopaminérgico y opiodérgico en la regulación fotoperiódica de la secreción de gonadotropinas (Honaramooz *et al.*, 2000). Laedem y Kalra (1985) señalan que el sitio de acción de los opioides no es a nivel de hipófisis, ya que los efectos estimulatorios de la naloxona en la liberación de GnRH *in vitro*, muestran que los opioides afectan la liberación de GnRH en el área preóptica media, eminencia media y el núcleo arcuato del hipotálamo (King *et al.*, 1982; Witkin *et al.*, 1982; Kalra, 1983).

En la oveja, los POEs participan en el mecanismo de inhibición de la secreción pulsátil de LH en el periodo postparto; sin embargo el amamantamiento parece no potenciar ese efecto. Posiblemente otros neurotransmisores como dopamina, GABA (ácido gamma amino butírico), aspartato o glutamato participan en este periodo (Arroyo *et al.*, 2009).

2.5.2. Baja Estacionalidad. El origen de la raza determina el comportamiento reproductivo estacional; por ejemplo, razas originarias de latitudes altas ($>35^\circ$) presentan una marcada estacionalidad reproductiva (Robinson *et al.*, 1985; Malpaux *et al.*, 1987) mientras que ovinos de origen mediterráneo o ecuatorial, expresan estacionalidad reproductiva reducida y en ocasiones inexistente (Porrás, 1999; Cerna *et al.*, 2000; Valencia *et al.*, 2006). Estudios realizados en condiciones tropicales (González *et al.*, 1992) y templadas (Arroyo *et al.*, 2007) en México con

ovinos Pelibuey demuestran que los ovinos de pelo presentan actividad reproductiva todo el año, aunque entre enero y abril presentan cierta disminución en la presencia de estro, lo cual no llega a considerarse anestro.

También se ha reportado que existe una proporción variable (17 a 96%) de ovejas que continúan ciclando durante esos meses, independientemente de las variaciones ambientales o alimenticias (Arroyo, 2011; Gastelum *et al.*, 2015). La explicación fisiológica de esta característica en dicha raza se desconoce. Se han planteado dos hipótesis para explicar este comportamiento en ovinos originarios de latitudes ecuatoriales, la primera indica que los animales son insensibles al fotoperiodo y la segunda propone que las variaciones en la amplitud del fotoperiodo natural son tan ligeras que no son detectadas por los animales (Chemineau *et al.* 2004). Las observaciones de Arroyo *et al.* (2007) prueban la primera hipótesis, pues con los cambios ligeros en la duración del fotoperiodo a 19° Lat. N (2 h, 17 min entre el día más largo y el más corto del año), el 40% de las ovejas Pelibuey interpretaron la señal luminosa y presentaron anestro estacional. Por lo tanto, el estímulo luminoso en algunas ovejas puede inducir un cambio en la sensibilidad del hipotálamo a la concentración circulante de estradiol, generando un efecto de retroalimentación negativa a nivel central, lo cual activa las neuronas dopaminérgicas en el núcleo A15 del área retroquiasmática lateral y suprime la secreción pulsátil de GnRH/LH, mecanismo neuroendocrino clásico que provoca el anestro estacional y se ha descrito en ovejas originarias de latitudes altas (>35°) (Lehman *et al.*, 2002; Thiéry *et al.*, 2002).

Arroyo *et al.* (2007) propusieron que en la oveja Pelibuey existen tres modelos de respuesta al fotoperiodo: en el primero, se incluyen aproximadamente el 40% de las hembras y se plantea que las ovejas son sensibles a los cambios ligeros en el fotoperiodo, y muestran anestro estacional; un segundo grupo, que en los rebaños podría alcanzar el 60% de las hembras se caracteriza por su insensibilidad a las variaciones en la amplitud del fotoperiodo ecuatorial y ovulan todo el año; y un tercer grupo que aun estando expuesta a fotoperiodos de latitudes altas (>35°) ovulan. Otros estudios han demostrado que el gen del receptor de melatonina A1 (MTNR1A) ubicado en el cromosoma 26 (Messer *et al.*, 1997), está involucrado en la regulación

de la actividad reproductiva en ovejas (Notter y Cockett, 2005). Se han hecho esfuerzos para la selección de líneas con baja estacionalidad reproductiva en épocas de empadre primavera y verano, pero en los sistemas de mejoramiento genético convencionales es difícil realizarlo debido a los aspectos relacionados con heredabilidad, tiempo, sistema de manejo y limitación del sexo (Mateescu *et al.*, 2009). No obstante el mecanismo mediante el cual el polimorfismo en el gen MTNR1A influye sobre la reproducción fuera de época aún no se ha establecido, ya que de acuerdo con Mateescu *et al.* (2009) parece ser que el polimorfismo que da lugar a la diferencia fenotípica no se debe al cambio de aminoácidos. Es posible que el efecto sea debido a secuencias reguladoras u otros genes cercanos ligados al gen MTNR1A, y también es posible que el efecto de la melatonina sea mediado vía otros mensajeros bioquímicos u hormonales (Luna y Alonso, 2014).

2.5.2.1. Control Neuroendocrino de la Estacionalidad. La estacionalidad reproductiva, es un mecanismo que desarrollaron las especies ovinas con el fin de determinar la época óptima del año para la reproducción a través de la detección de ciertas señales medioambientales como el fotoperiodo. El fotoperiodo (duración de las horas luz) es de los factores más importantes para la modulación de la actividad reproductiva en animales estacionales. Los ovinos que se caracterizan por ser una especie estacional, detectan las variaciones anuales en la duración del fotoperiodo vía una compleja red neural a nivel central y transforma la señal luminosa en una señal hormonal a través de la síntesis y secreción de melatonina (Malpaux *et al.*, 1999; Barrell *et al.*, 2000). En este caso la luz es captada en el ojo, a través de la retina, la señal luminosa se transforma en una señal eléctrica que es conducida de la retina al hipotálamo por medio del tracto retinohipotalámico; en el hipotálamo, el núcleo supraquiasmático capta la señal y posteriormente se transfiere al núcleo paraventricular; finalmente al cerebro posterior, específicamente al ganglio cervical superior (Arent, 1998). En éste punto, la señal eléctrica se transforma en una señal química; el ganglio cervical superior libera noradrenalina, la cual es captada por receptores alfa y beta adrenérgicos en la membrana celular de los pinealocitos, se induce la síntesis de la N-acetil-transferasa, enzima fundamental en la síntesis de

melatonina (Arent, 1998). La melatonina se sintetiza en los pinealocitos de la glándula pineal durante las horas de oscuridad a partir del aminoácido triptófano (Malpaux *et al.*, 2002; Rosa y Bryant, 2003). La menor duración en la secreción de melatonina durante los días largos, permite la síntesis de dopamina e inhibe los pulsos generadores de GnRH (Viguié *et al.*, 1997; Malpaux *et al.*, 1999), aumentando la sensibilidad hipotalámica al efecto inhibitorio del estradiol.

2.5.3. Estrés Calórico. El estrés se manifiesta por la incapacidad del animal para hacer frente a su entorno, y que a menudo se refleja en la pérdida del potencial genético. El estrés calórico puede tener efectos en la función reproductiva de rumiantes, al activar el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal y estimular al hipotálamo para que secrete la hormona liberadora de corticotropina (CRH) que a su vez estimula a la hipófisis para que libere la hormona adrenocorticotropica (ACTH), la cual activa la síntesis y liberación de cortisol desde la corteza suprarrenal. El cortisol tiene efecto negativo en el hipotálamo al inhibir los pulsos generadores de GnRH y por lo tanto de LH, lo que afecta la retroalimentación de los esteroides sexuales en el hipotálamo e hipófisis (Chrousos *et al.*, 1998).

En ovejas de la raza Merino la exposición a temperaturas ambientales superiores a 32°C durante el empadre disminuye la fertilidad y el número de corderos nacidos (Lindsay *et al.*, 1975; Kleeman y Walker, 2005). Asimismo, la temperatura ambiental máxima en las tres semanas siguientes al empadre se ha correlacionado negativamente con el número de corderos nacidos (Lindsay *et al.*, 1975). La exposición a estrés térmico durante seis horas es suficiente para afectar el desarrollo embrionario en la oveja de raza Merino (Navqui *et al.*, 2004).

En la oveja se ha observado diferencias genéticas en la tolerancia al estrés calórico; las razas que evolucionaron en climas cálidos (Pelibuey) regulan mejor su temperatura corporal en condiciones de estrés calórico que las razas que lo hicieron en climas templados o fríos (Suffolk). Las condiciones de estrés calórico afectan directamente la presencia y duración del estro en los rebaños de ovinos debido a un bajo crecimiento del folículo dominante aunado a reducidas concentraciones de

hormona liberadora de gonadotropinas y hormona luteinizante, lo cual se refleja en menor síntesis de estrógenos (Marai *et al.*, 2008).

Sin embargo, Tabarez-Rojas *et al.* (2009) observaron que la exposición de ovejas Pelibuey y Suffolk a estrés calórico durante 6 h diarias del día dos a seis después del estro no afecta el porcentaje de embriones transferibles (55 vs. 69%), ni de embriones que llegaron a la etapa de blastocisto (34 vs. 42%) con temperaturas de $37\pm 2.5^{\circ}\text{C}$, 25% de humedad relativa e ITH (Índice de temperatura y humedad) de 82 unidades. De igual forma en el noroeste de México, Gastelum *et al.* (2015) observaron que las altas temperaturas, humedades relativas e ITH predominantes en verano (32.8 a 36.7°C ; 20 a 30%; 79.3 a 84.4 unidades) no parece ser un factor que condicione la presencia de estros en ovejas Pelibuey, aunque encontraron menor porcentaje de celo de enero a junio (45.5 a 81.8%) en comparación con julio-diciembre (100%), así como también mayor porcentaje de estros cortos (<24 h) en los meses de febrero y marzo (64.8 y 47.0%); estros largos (>36 a <48 h) en meses de junio y agosto (50 y 45.4%); y estros normales (>24 a <36 h) en el resto de los meses (35.3 a 63.6%), las cuales pueden estar relacionadas con las temperaturas altas y el fotoperiodo.

2.5.4. Alimentación. Los requerimientos nutricionales básicos en rumiantes son el agua, carbohidratos, compuestos nitrogenados, lípidos, vitaminas y minerales, los requerimientos nutricionales estarán sujetos a la condición corporal en la que se encuentre el animal.

La condición corporal consiste en una valoración subjetiva que se puede determinar a través de la palpación lumbar de los animales con el fin de asignar una puntuación que refleje el estado de engrasamiento de los animales. La condición corporal tiene una escala que va de uno a cinco, el número más alto indica un animal más engrasado mientras que un número más bajo indica un animal más magro. La palpación de la región lumbar para determinar el estado corporal del animal se basa en el hecho de que en esta región es la última donde se deposita la grasa subcutánea y la primera en el que tiene lugar su movilización. La condición corporal determina el grado de prominencia de las apófisis espinosas de las vértebras

lumbares, la finura de los extremos de las apófisis transversas de dichas vértebras, la profundidad muscular como indicativo de cambios en la grasa intermuscular, y cobertura de grasa subcutánea (Mantecón *et al.*, 2006).

La escala uno representa poca o nula cobertura de grasa, una apófisis espinosa dorsal prominente y afilada, la apófisis transversal es aguda y los dedos pasan fácilmente por debajo de la cara inferior de la misma; dos representa una cobertura de grasa fina, una apófisis espinosa dorsal prominente y lisa, con una musculatura de profundidad media, la apófisis trasversal es redondeada; tres una cobertura moderada de grasa, músculos más desarrollados o completos, la apófisis espinosa es redondeada y lisa, la apófisis transversal lisa y redondeada en este grado de condición corporal los dedos necesitan ejercer presión para encontrar los extremos de la misma; cuatro la cobertura de grasa es gruesa, en la apófisis espinosa solo se detecta una línea, los músculos están completamente desarrollados además se necesita ejercer fuerte presión con los dedos para encontrar los extremos y cinco la cobertura de grasa es muy gruesa, los músculos muy completos o desarrollados, las apófisis espinosa y transversal son indetectables (Caldeira y Vaz-Portugal, 1998).

La nutrición y el estado de reservas corporales de los animales ejercen una importante influencia sobre los parámetros reproductivos en el ganado ovino. El *flushing* consiste en proporcionar una suplementación que aporte mayor contenido energético (Pérez y Porras, 2006), tiene como objetivo mejorar la condición y aumentar el peso corporal de las ovejas antes, durante el empadre y antes del parto. De acuerdo a Venter y Greyling (1994), el *flushing* induce un aumento de la glucosa en sangre aproximadamente a los dos días de tener inicio lo que permite incrementar la tasa ovulatoria, la supervivencia embrionaria y por lo tanto, la tasa de nacimiento (Emsen y Yaprak, 2006).

En general las ovejas con buena condición corporal (3 a 4), tienden a quedar gestantes de una manera más regular, producen más óvulos y pueden parir más corderos (De Lucas, 2008). Por el contrario, una condición corporal baja ha sido asociada con retraso o supresión del estro (Gunn *et al.*, 1975), una menor cantidad de folículos en desarrollo, tanto en la fase lútea como en la fase folicular del ciclo

estral (Rhind *et al.*, 1989) así como la disminución en el número y el tamaño de folículos que son capaces de alcanzar el tamaño preovulatorio (Mcneilly *et al.*, 1987; Viñoles *et al.*, 2002). Por ejemplo, las ovejas con condición corporal alta presentan mayor tasa ovulatoria (Rojas *et al.*, 1997; De la isla *et al.*, 2004). Sin embargo, otros autores (De la isla *et al.*, 2010) han observado que ovejas Pelibuey tienen una alta capacidad reproductiva durante los meses de agosto-noviembre, sin que tenga demasiado impacto reproductivo su condición corporal (3.2 ± 0.3 vs. 2.0 ± 0.0).

2.5.4.1. Leptina. Para informar el estado nutricional en el que se encuentra el animal algunas hormonas y metabolitos envían señales que permiten al organismo llevar a cabo procesos fisiológicos relacionados con la reproducción (Butler, 2000). Se ha sugerido la existencia de señales sanguíneas que reflejan el estado nutricional del animal e influyen la secreción de LH (Butler, 2000). También se ha observado que existen moduladores que inhiben el sistema nervioso central (SNC) y la secreción hipotalámica de GnRH durante estados metabólicos negativos o de subnutrición (Ebling *et al.*, 1990). Se ha propuesto que las reservas corporales de grasa a través de señales hormonales tales como los ácidos grasos (AGL), insulina, glucosa, hormona del crecimiento (GH), factores de crecimiento parecidos a insulina (IGF's) y leptina, modulan la secreción de LH dependiendo el estado nutricional del organismo (Nagatani *et al.*, 2000; Roche *et al.*, 2000).

La leptina es una proteína de 16 kDa codificada por el gen *ob* (obesidad), sintetizada primordialmente por los adipocitos, es un indicador de los almacenes de energía reflejado indirectamente en el balance energético que se encuentre el animal, además es modulador de la actividad reproductiva. La localización de los receptores de leptina sugiere que esta hormona tiene un papel importante en la neuroendocrinología de la reproducción ya que se ha demostrado que la leptina es capaz de inducir un incremento en la liberación de LH, FSH y prolactina (Yu *et al.*, 1997).

Al parecer, la leptina ejerce acciones indirectas que modulan la liberación de GnRH a través del neuropéptido Y (NPY). El NPY es potente estimulador del apetito y su liberación aumenta durante la privación del alimento, además se ha demostrado

que la leptina inhibe la expresión del NPY y disminuye los niveles de este péptido en el núcleo arcuato. Por ejemplo, Barker *et al.* (1995) demostraron que en ovejas la inhibición de la secreción basal de LH por el NPY es a través de la modulación de la secreción de GnRH a nivel de la eminencia media, ya que aquí llegan aproximadamente el 50% de las terminales de GnRH que tienen como origen la área preóptica.

2.5.5. Efecto Macho. El efecto macho en ovinos es un fenómeno socio-sexual donde el carnero estimula la actividad reproductiva en la oveja, este fenómeno se lleva a cabo por medio de estímulos visuales, olfatorios y físicos. El efecto macho es un efecto bioestimulador que es ejercido a través de las feromonas que emergen de descargas corporales: orina, olores, secreciones perianeales y cervicales (Landaeta y Chenoweth, 2011). Su eficiencia depende de la profundidad del anestro y de la intensidad del estímulo, ya que el reinicio de la actividad reproductiva cíclica después del anestro estacional se caracteriza por ovulaciones silenciosas, actividad lútea acortada con bajos niveles circulantes de progesterona que caracteriza a la estación de anestro, lo que se traduce en reducido comportamiento de estro, así como baja tasa de fertilidad (Correia *et al.*, 2010). Ya que al parecer niveles adecuados de progesterona son necesarios antes de la fase folicular para poder desencadenar una adecuada conducta de estro en ovejas.

La introducción de un macho sexualmente activo al corral de ovejas anéstricas provoca un rápido aumento en la frecuencia de liberación de pulsos de LH, lo que es seguido por un pico preovulatorio de LH (Hawken *et al.*, 2008) ocurriendo la ovulación entre los tres y cinco días posteriores a la exposición inicial al carnero; algunos autores indican que la alta frecuencia de pulsos de LH se mantendrá por 12 horas, aunque la amplitud se reduce. Otros autores, recomiendan la permanencia del macho con las hembras, después de haber sido introducido al corral, debido a que cuando el macho es retirado algunas horas después, en un lapso de una a dos horas se disminuirá la secreción pulsátil de LH a valores basales similares a los existentes previo a su introducción, y como consecuencia la ovulación se bloqueará debido a que no se presentará el pico pre-ovulatorio de LH (Álvarez y Zarco, 2001).

Es controversial si la presencia del carnero después del parto favorece la ovulación y la conducta de estro en borregas que se encuentran amamantando sus crías; algunos autores sugieren la permanencia total de las ovejas junto con el carnero después del parto (Lassoued *et al.*, 2004), otros han sugerido su aislamiento y reagrupamiento después del cierto periodo posparto, que va desde los 15, 30, 45 o 60 días (Wheaton *et al.*, 1993; Álvarez y Zarco, 2001; Sánchez *et al.*, 2011). Morales *et al.* (2011) sugieren introducir el carnero a partir de los siete días posparto cada 12 horas para estimularlas por 30 minutos, para adelantar el estro fértil y aumentar la posibilidad de que las ovejas queden gestantes antes del destete. Castillo *et al.* (2013) demostraron que introducir el carnero (previo aislamiento por 60 días) al retirar el progestágeno (CIDR; a los 45 días pre destete), mejora la respuesta reproductiva de las ovejas que estuvieron amamantado por 18 h días^{-1} , ya que con este tipo de manejo ovulan, manifiestan estro y mejora su nivel prolífico.

Otros estudios han reportado que la respuesta al efecto macho depende del periodo transcurrido desde el parto y de la proporción de hembras ciclando espontáneamente en el rebaño; en ovejas lactando se asume que la profundidad del anestro es inversamente proporcional al tiempo que ha transcurrido desde el parto, de modo que el efecto inhibitorio de la lactancia se reduce mientras el periodo desde el parto sea mayor (Álvarez y Zarco, 2001). En algunos casos cuando las ovejas son alimentadas correctamente, la lactancia no afecta la respuesta al macho, aun cuando las ovejas amamantaron más de una cría (Sánchez *et al.*, 2011) y una mejora en la respuesta reproductiva posparto no es detectada por introducir al carnero (Hamadeh *et al.*, 2001), esto se puede explicar por el efecto de la alimentación en la condición corporal y la actividad reproductiva con baja estacionalidad característica de las ovejas de pelo.

2.5.6. Efecto Hembra. Las hembras en ausencia del fotoperiodo, pueden utilizar la información social para iniciar su actividad reproductiva en el momento apropiado del año (Wayne *et al.*, 1989) en ausencia del macho (Sunderland *et al.*, 1990) al inducir y sincronizar su actividad sexual. También se puede utilizar el efecto hembra junto con el efecto macho cuando se introducen hembras en celo y el macho al

mismo tiempo en hembras durante el anestro, este efecto se conoce como efecto hembra indirecto (Knight, 1985), al respecto Rodríguez *et al.* (1991) y Rosa y Bryant (2002) mencionan que la proporción de ovejas que ovulan durante el anestro aumenta cuando se utiliza el efecto hembra indirecto. Nugent y Notter, (1990) encontraron que la cohabitación de ovejas en anestro de la raza Suffolk y Hampshire con ovejas ciclando aumenta la proporción de hembras ovulando en respuesta a los carneros, lo que indica que las ovejas ciclando tienen efecto directo sobre la capacidad de respuesta al efecto macho.

A nivel mundial, la producción animal es desafiada por un cambio de actitud de los consumidores, lo cual tiene un fuerte impacto en el mercado; existe una demanda cada vez mayor de alimentos “sanos” que tengan su base en el bienestar de los animales. De esta manera en Australia (UWA), Uruguay (INIA) y México (COL-POS), se ha propuesto una filosofía llamada “limpia, verde y ética”, la cual propone a los ganaderos que utilizan fármacos y hormonas como prácticas cotidianas para mejorar la eficiencia productiva de sus animales, reduzcan su uso o lo eliminen, considerando con ello la posibilidad de revertir el impacto negativo que la producción animal tiene en el ambiente, con la finalidad de lograr una cadena de producción animal más sustentable. Dicha propuesta sugiere la utilización de prácticas como el efecto socio-sexual, manejo del amamantamiento, alimentación focalizada y selección de animales por diferentes respuestas al ambiente como alternativas que mejoren al desarrollo de sistemas de producción más naturales y así remplazar los fármacos que se aplican de manera exógena para controlar y mejorar la productividad de los rumiantes (Gallegos *et al.*, 2013).

2.5.7. Mediciones de Progesterona Plasmática. La progesterona (P_4) es un esteroide de 21 átomos de carbono que procede de la pregnenolona, la cual, a su vez, proviene del colesterol (Robelo, 1994). En la biosíntesis esteroidea intervienen, fundamentalmente, la citocromo P450 scc (la enzima desramificante del colesterol), la citocromo P450 17- α -hidroxilasa, la P450 aromatasa y la 3 β -hidroxiesteroide deshidrogenasa (3 β HSD). Estas enzimas reguladoras participan en la conversión del colesterol en pregnenolona, de la pregnenolona en progesterona y, finalmente,

de los andrógenos en estrógenos (Mellon, 1994). La P_4 una hormona lipofílica y de bajo peso molecular, puede atravesar la barrera hematoencefálica y llegar al cerebro, donde puede ser metabolizada en las neuronas y células de la glía presentes en muchas áreas del cerebro, notoriamente en la corteza y en el hipocampo (Compagnone y Mellon, 2000; Birzniece, 2004).

A nivel ovárico, células de la teca y de la granulosa tienen la capacidad de producir P_4 a partir del colesterol. Esta producción es estimulada por LH en las células tecales y por la FSH /LH en las células de la granulosa. La conversión de P_4 en andrógenos se realiza por las células de la teca (Driancourt *et al.*, 1993). En hembras ovinas, la P_4 es producida y secretada solamente por el cuerpo lúteo y la placenta, siendo necesarias concentraciones mínimas de LH para estimular esta producción y secreción de P_4 (Bair *et al.*, 1976).

Una vez que la oveja ovula, 4 a 5 días después, las concentraciones de P_4 en sangre son mayores a 1 ng mL^{-1} , indicando que el cuerpo lúteo ha adquirido plena funcionalidad (Hernández y Zarco, 1998). Posteriormente los niveles aumentan hasta 2.5 ng/mL después de 53 días posparto (Contreras *et al.*, 2003).

La técnica de radioinmunoanálisis (RIA) utilizada para determinar las concentraciones de P_4 en plasma, es una opción para identificar el estatus de la función ovárica y seguir el comportamiento reproductivo de las hembras (Delpino y González, 1993; Matamoros *et al.*, 2002). Esta técnica consiste en una reacción inmunológica en la que un antisuero específico (Ac) se une a un antígeno (la hormona, Ag) y un antígeno marcado (Ag^*). El Ag, que está en un volumen específico de las soluciones estándar en un grupo de tubos en duplicado o en tubos donde se encuentra la muestra desconocida es químicamente idéntica o similar al Ag^* , que se encuentra en una cantidad fija. Después de incubar las soluciones, se separa la hormona unida al anticuerpo (tanto la marcada como la no marcada) de la fracción libre y se cuantifica la evidencia del marcaje por radioactividad, en una de las fracciones. En las soluciones estándar y las muestras desconocidas la hormona no marcada compite con la hormona marcada por un número limitado de sitios de unión del anticuerpo. Debido a que las cantidades de Ac y el Ag^* son mantenidas constante en un inmunoensayo, la inhibición de la unión Ag^* al Ac está

relacionada a la concentración del Ag en las soluciones estándar y las muestras. Por lo tanto, la cantidad de hormona marcada (Ag*), unida al anticuerpo es inversamente proporcional a la cantidad de hormona presente en las soluciones estándar y muestras desconocidas (Ag).

En ovejas manejadas en clima cálido en el trópico, la cantidad de P₄ en plasma, puede ser utilizada para determinar la actividad lútea, haciendo muestreos semanales; se considera que una oveja es cíclica cuando tiene niveles plasmáticos de entre 1 a 3 ng/mL⁻¹ de P₄, aunque niveles de P₄ ≥ 0.5 ng mL⁻¹ en un par de muestras pueden ser considerados como normales en ovejas con actividad ovárica cíclica. Se considera que tres muestreos semanales consecutivos con P₄ > 0.5 ng mL⁻¹ o un solo muestreo con P₄ > 1 ng mL⁻¹ al día 18±1 postservicio o postmanifestación estral indica gestación (Delpino y González, 1993). También se ha considerado que concentraciones de P₄ > 1.75 ng mL⁻¹ en ovejas es indicativo de gestación, cuando el muestreo se realizó a los 18 días después de la monta, lo cual sugiere que hubo fertilización y la posible existencia de un cuerpo lúteo funcional en la oveja gestante (Ganaiea *et al.*, 2009).

III. HIPÓTESIS

La eficiencia reproductiva y productiva de ovejas de pelo con empadre en abril-junio y noviembre-diciembre es igual cuando se introduce el macho de 10 a 30 días o 60 o más días posparto.

IV. OBJETIVO

Determinar el efecto de introducir el macho con las ovejas de pelo a los 10-30 días postparto contra 60 o más días posparto en el empadre de abril-junio y noviembre-diciembre sobre la eficiencia reproductiva y productiva.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1. Lugar de Trabajo

El estudio se llevó a cabo en la granja ovina comercial "La Fama", ubicada por la carretera Culiacán – Los Mochis km 36 en el ejido de Calomato, Municipio de Mocorito, Sinaloa, a 25° 04' 1913" latitud Norte, 107° 64' 6238" longitud Oeste. La temperatura media anual del municipio es de alrededor de 24.2 °C, con temperaturas mínimas promedio de alrededor de 0.5° C y máximas promedio de 44 °C, predomina el clima semiseco, con regímenes de lluvias en verano, clasificados como Bs₁(h') hw (INEGI, 2009, García, 1964).

La granja se ubica en terreno plano de 7.5 ha, de las cuales 6.2 son praderas inducidas, los corrales y planta de alimentos comprenden 0.186 ha. Tiene 24 corrales con piso de tierra, cercas de malla para piso, dalas de cemento, con techo de estructura metálica y lámina galvanizada. A un costado de los corrales se localiza el área de manejo, la cual consta de una manga de 10 m y una balanza mecánica.

5. 2. Manejo Previo al Inicio de los Empadres

Las hembras se mantuvieron en corrales de 16 x 11 x 1 m, con comederos a los costados (16 x 0.60 x 0.57 m) y bebedero en el interior (1.33 x 0.57 x 0.53 m), con cubierta de lámina inclinada. Las ovejas de los grupos testigo fueron tratadas vía oral contra parásitos gastroentéricos con albendazol a dosis de 7.5 mg por kg de peso vivo (Bendaval con Minerales®; Laboratorio Halvet).

Previo a los empadres, los sementales se mantuvieron en corraleta individual (2.40 x 1.30 x 2.50 m) provista con comedero en esquina con frente circular (0.50 x 0.50 x 0.40 m) y bebedero automático. El examen andrológico se realizó 20 días antes de introducirlos al corral de las ovejas, con la técnica de vagina artificial, utilizando cono de hule de látex, tubo recolector graduado, a temperatura de 40 a 45 °C y con presión adecuada. En el eyaculado se midió el volumen, color, motilidad masal e individual, de acuerdo al procedimiento indicado por Balcázar y Porras, (2009).

5. 3. Procedimiento Experimental

5.3.1. Descripción de los Grupos. En el trabajo se utilizaron 115 ovejas F1 Katahdin x Pelibuey de dos a tres años de edad, en dos empadres correspondientes a los meses de abril a junio de 2014 y noviembre a diciembre de 2014, en los que se utilizaron tres sementales Katahdin.

La condición que se modificó fue el tiempo en que se introdujo al semental con las ovejas, según los días posparto y la presencia de los corderos. En el grupo testigo se introdujo cuando tenían 60 o más días (d) y no tenían corderos, mientras que en el grupo experimental se introdujo de 10 a 30 d posparto y con los corderos en amamantamiento.

En el empadre abril-junio se formaron dos lotes de 30 ovejas para los dos grupos y para el empadre noviembre-diciembre se formaron dos lotes de 29 y 26 ovejas.

5.3.2. Alimentación. Durante la gestación y el periodo posparto las ovejas fueron alimentadas con una dieta a base de grano de maíz quebrado, pasta de soya, melaza, minerales y paja de maíz molida, la dieta aportaba 12.5% de proteína cruda.

A los corderos amamantando se les ofreció un concentrado a base de maíz molido, pasta de soya, melaza, minerales para corderos, caliza, heno de alfalfa y salvado, con un aporte de 15.9% de proteína cruda, el alimento se colocó en comedero de 1.80 m de largo con inclinación de 45° fabricado con tubo de acero de 8" y soportes de varillas de ½", dentro de corral protegido (*creep feeding* 2 x 2 x 0.8 m) con 15 cm de ancho para el acceso de los corderos.

5.3.3. Celo, Parto y Destete. Al inicio del periodo de empadre se determinó la condición corporal de las ovejas tocando la región lumbar (zona de los riñones) y la grupa para determinar la cantidad de músculo y grasa que poseía, de acuerdo a la escala de uno a cinco (Caldeira y Vaz-Portugal, 1998).

Para la detección de celos durante el empadre, a los sementales se les colocó arnés con marcador, y dos veces por semana (miércoles y sábado) fueron registradas las ovejas marcadas. Al parto fue registrada la cantidad de corderos por oveja y su sexo, cada cordero se pesó con una báscula digital colgante con

capacidad de 20 kg Westing C-40, con 10 g de precisión. Los corderos se amamantaron de manera continua por alrededor de 60 días, y al destete fueron pesados con báscula Oken, Remex Mod. Nova 1000 con precisión de 200 g.

5.3.4. Toma de Muestras. Para la cuantificación de progesterona (ng/mL^{-1}) en el laboratorio, dos veces por semana se tomaron muestras de sangre por venopunción de la yugular con tubo y aguja vacutainer (21G x 1.5”), las muestras se centrifugaron a 2000 rpm por 5 minutos (Sol-bat 16 tubos). El suero se separó con la ayuda de una micropipeta de 1 mL (High Tech Lab, V3-series) y se depositó en microtubos de 1.5 mL (Heathrow Scientific, HS-4323), los cuales se mantuvieron en congelación a -4°C hasta que se analizaron en el laboratorio. Se usó un radioinmunoensayo en fase sólida (RIA), utilizando un kit comercial (Progesterona-I-125 PROG-CTRIA®, Cis-Bio International, France). La sensibilidad del ensayo fue de 0.05 ng/mL y los coeficientes de variación intraensayo alto medio y bajo fueron de 8.06, 13.89 y 9.43% e interensayo fue 2.02, 3.47 y 2.36%, respectivamente. La técnica consistió en depositar 50 μL de suero a temperatura ambiente ($18\text{-}25^{\circ}\text{C}$) en tubos recubiertos con anticuerpos policlonales de conejo antiprogesterona humana fijados en el fondo de los tubos utilizando una micropipeta (Pipetman Neo de Gilson ®), consecutivamente se añadió 500 μL de progesterona marcada con yodo I ¹²⁵ utilizando una pipeta manual repetidora (Raining, Multipette ® plus eependorff) y se incubó durante 2 h a temperatura ambiente ($18\text{-}25^{\circ}\text{C}$). Posteriormente se decantaron los tubos agregando 2 mL de agua desionizada (Pipettor, Oxford), subsecuentemente se midió la radioactividad presente en los tubos con un contador de centelleo gamma (The Genesys Genii Serie, Laboratory Technologies INC).

5.3.5. Fotoperiodo, Temperatura y Humedad Relativa. Para conocer la duración del fotoperiodo en las dos épocas de empadre se consultó la base de datos de la página web [www. The Weather Channel.com.mx](http://www.TheWeatherChannel.com.mx), y fueron elaboradas gráficas de dispersión. Así mismo se consultó la base de datos de la estación climatológica ubicada a 10 km de la granja en Pericos Mocorito Sinaloa, para obtener la temperatura ambiente normal, máxima y mínima, así como la humedad relativa, fue

calculado el índice de temperatura y humedad (ITH) con la fórmula de $ITH = (0.81 \times T) + HR (T - 14.4) + 46.4$ (Hahn, 1999), el cual sirve para determinar el grado de estrés calórico al cual está sometido un animal. Los valores fueron graficados por el tiempo que comprendió desde el parto hasta el destete en el siguiente parto.

5.3.6. Variables Medidas. Para la eficiencia reproductiva las variables fueron: Porcentaje de ovejas marcadas, porcentaje de gestación (ovejas paridas sobre expuestas), índice de prolificidad (corderos nacidos entre ovejas paridas) y tasa de destete (corderos destetados entre ovejas expuestas al semental). Con respecto a la eficiencia productiva las variables fueron: Peso al nacer (PN), peso al destete (PDTT), ganancia diaria de peso (GDP) (peso al destete menos peso al nacer, entre la edad en días al destete de los corderos y kilogramos de cordero destetado por oveja (KCDO).

5. 4. Análisis Estadístico

En los datos de las variables prolificidad y tasa al destete se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis (Steel y Torrie, 1988) y las proporciones de ovejas marcadas y de ovejas gestantes se analizaron con la prueba de Ji cuadrada (Steel y Torrie, 1988). En estos análisis se consideró un valor de alfa máximo de 0.05 para aceptar diferencia estadística, y mayor de 0.05 hasta 0.10 se consideró como tendencia a la diferencia estadística. Se utilizaron los paquetes estadísticos MINITAB (2010) y SAS (2002).

Para el análisis estadístico en los datos de variables cuantitativas se realizó prueba de normalidad por grupo con el procedimiento de Kolmogorov-Smirnov (Daniel, 2013). Con los resultados de peso al nacer, peso al destete, ganancia diaria de peso y kilogramos de cordero destetado por oveja se hizo un análisis preliminar considerando como variable de respuesta el PN, PDTT, GDP y KCDO y como variables independiente el empadre (E), tiempo posparto (TPP), sexo (SX) y tipo de parto (TP), además todas las interacciones de primer orden que fueron posibles. En los análisis finales se incluyeron en los modelos los efectos fijos y además las interacciones que fueron significativas en los análisis preliminares ($p < 0.10$). En el

análisis de PN se consideraron los efectos fijos de E, TPP y TP. El modelo para el análisis de PDTT incluyó los efectos de E, TPP y SX, así como las covariables PN y edad al destete del cordero (ED). En el análisis de GDP se consideraron en el modelo los efectos fijos de E, TPP y SX, y como covariable el PN. Para KCDO se incluyó E y TPP así como también el número de corderos (NC) como covariable. En los análisis finales se fijó un alfa máximo de 0.05 para aceptar diferencia estadística, y se hicieron con el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (2002).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Empadre Abril a Junio

La condición corporal de las ovejas al inicio del empadre al momento de introducir el macho en el grupo de 60 o más d posparto fue de 3.6, mientras que para las ovejas del grupo 10 a 30 d posparto fue de 3.5.

La duración del empadre fue de 52 días (del 26 de abril al 4 de junio de 2014), y durante este periodo la duración del fotoperiodo incremento de 12:56 h a 13:40 h (Figura 1).

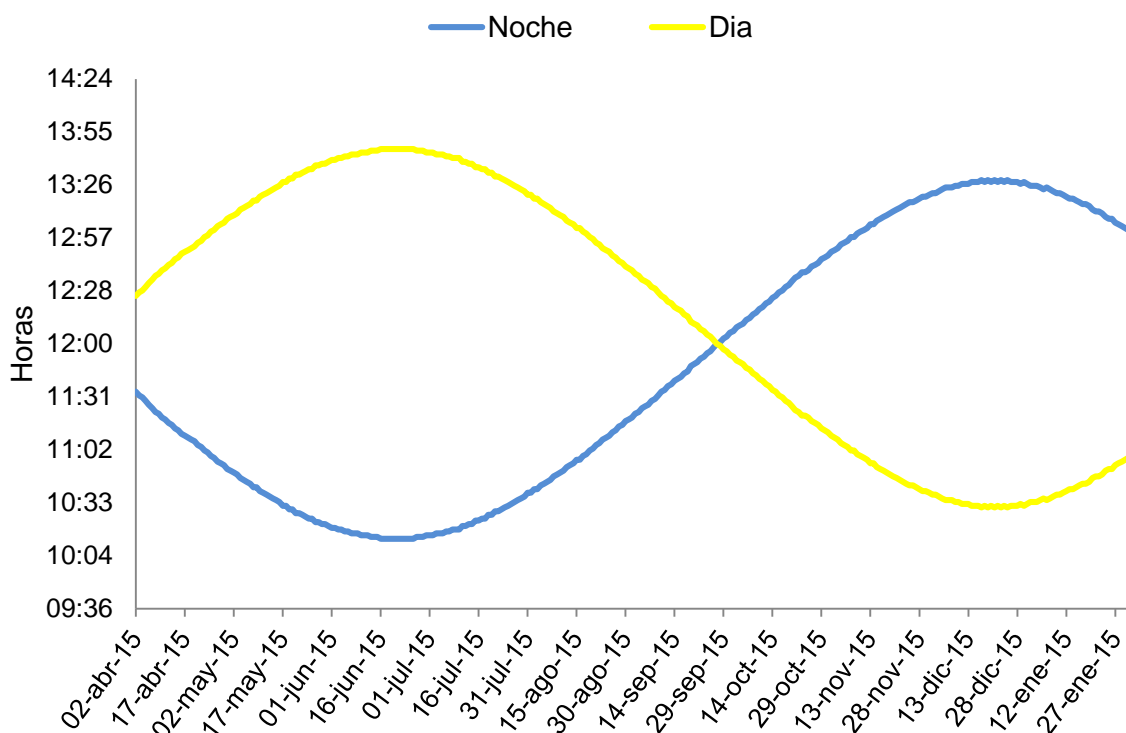
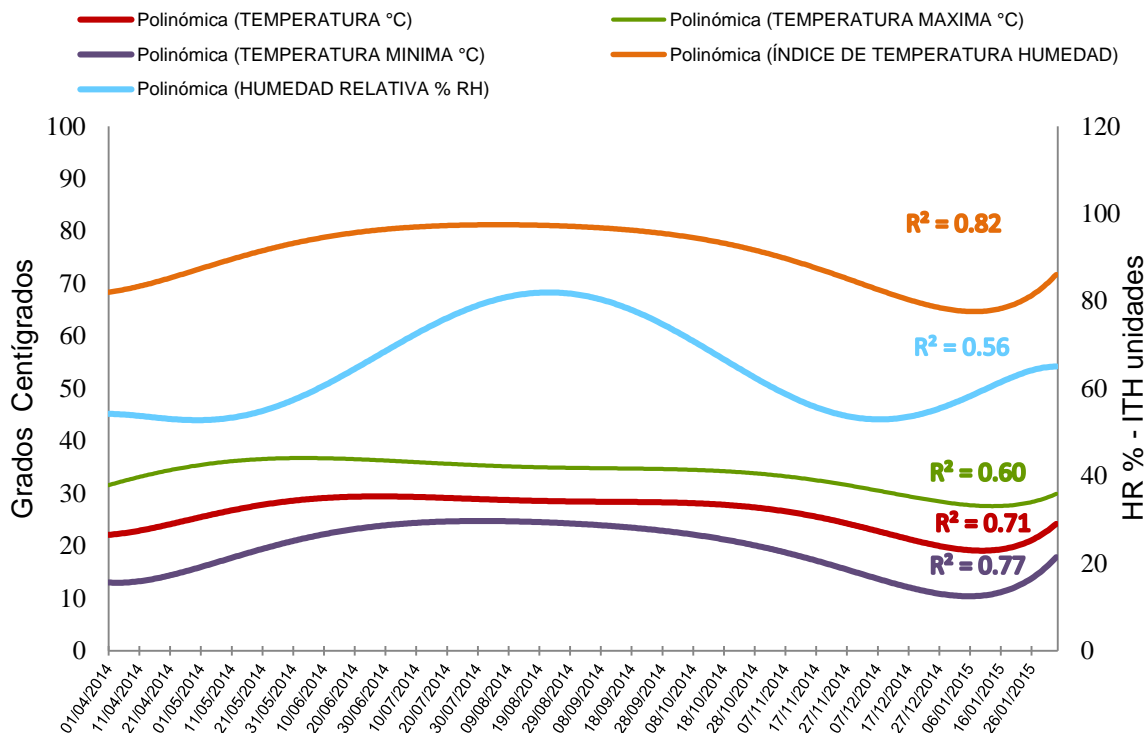


Figura 1. Duración del día y la noche durante el periodo comprendido desde el parto hasta el destete del empadre abril-junio del 2014.

En relación a las condiciones del tiempo para temperatura normal, mínima y máxima, así como valor del ITH se presentan en la figura 2.



Gráfica elaborada con los datos de la estación climatológica del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) de Mocorito, Sinaloa.

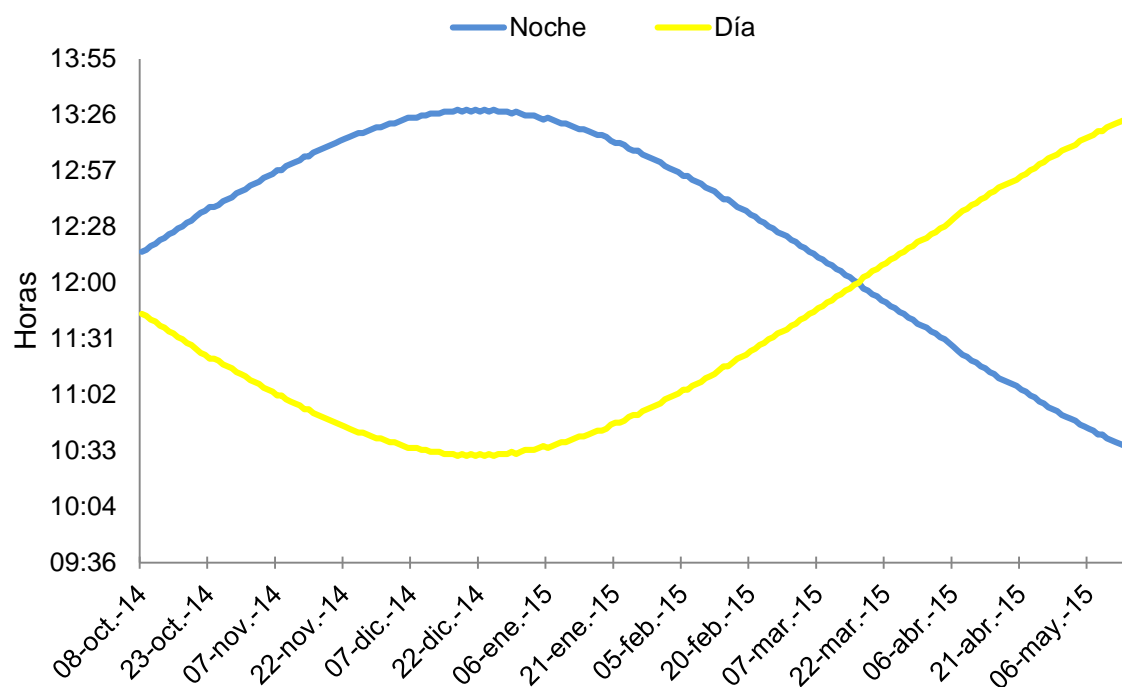
Figura 2. Parámetros ambientales durante el periodo comprendido desde el parto hasta destete del empadre abril – junio del 2014.

Durante el periodo de empadre los valores para la temperatura máxima aumentaron de 34 a 37 °C, la humedad relativa aumentó de 54 a 60%, y el ITH de 71 a 76 unidades. Kleeman y Walter (2005) mencionan que la exposición a una temperatura ambiental mayor a 32 °C disminuye la fertilidad, Naqvi *et al.* (2004) mencionan que la exposición a estrés calórico por seis horas antes y después de la ovulación disminuye la proporción de embriones transferibles, con respecto al ITH el LPHSI (1990) reporta que valores de mayores de 72 unidades inician los síntomas de estrés por calor.

6.2. Empadre Noviembre a Diciembre

La condición corporal de las ovejas al inicio del empadre cuando se introdujo el macho de 60 o más d posparto fue de 3.7, mientras que para las ovejas de 10 a 30 d posparto fue de 3.5, y no hubo diferencia estadística ($p>0.05$) entre grupos.

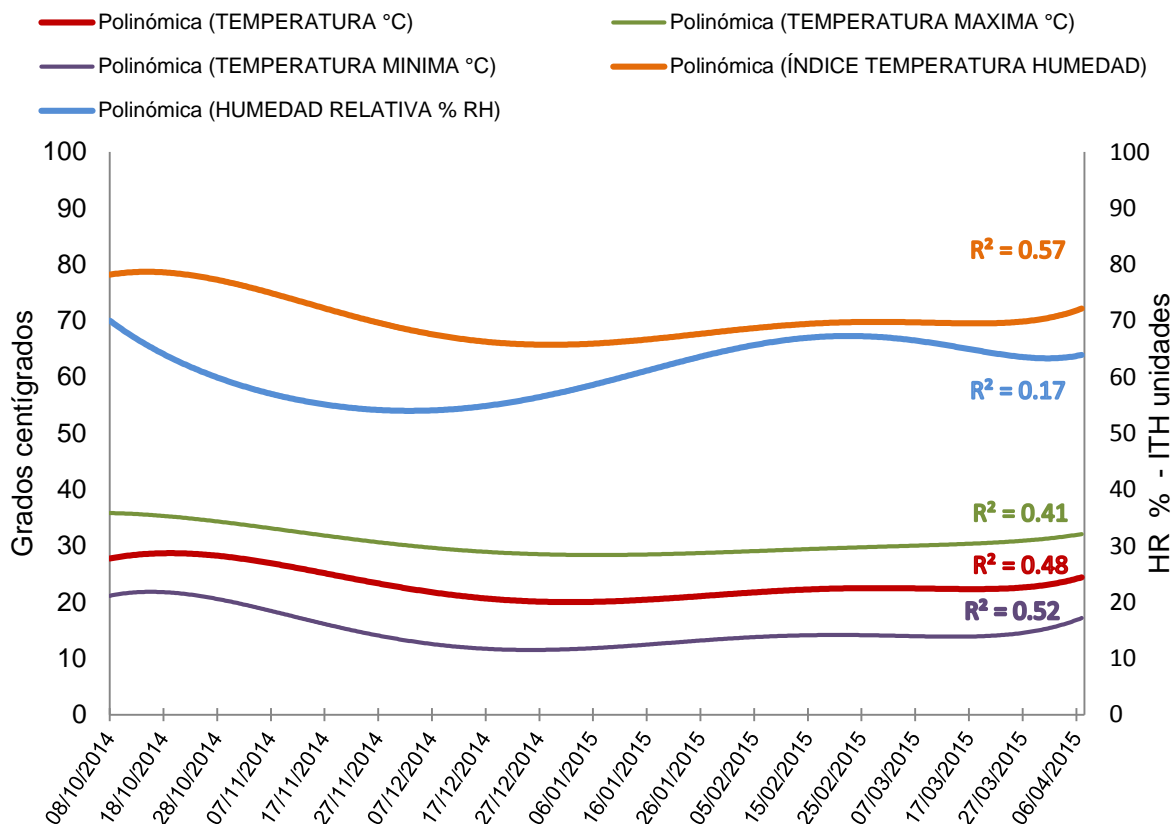
La duración del empadre fue de 46 días (del 10 de noviembre al 27 de diciembre de 2014), y durante este periodo la duración del fotoperiodo disminuyó de 11:05 h a 10:32 h (Figura 3).



Fuente de los datos: www.weatherchannel.com.mx

Figura 3. Duración del día y la noche durante el periodo comprendido desde el parto hasta el parto del empadre noviembre-diciembre del 2014.

En relación a las condiciones del tiempo para temperatura normal, mínima y máxima, así como valor del ITH se presenta en la figura 4.



Gráfica elaborada con los datos de la estación climatológica del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) de Mocorito, Sinaloa.

Figura 4. Parámetros ambientales durante el periodo comprendido desde el parto hasta parto del empadre noviembre-diciembre del 2014.

Durante el periodo de empadre los valores para la temperatura máxima disminuyeron de 34.8 a 30 °C, la humedad relativa se mantuvo de 57 a 56 %, y el ITH disminuyó de 76 a 66 unidades. Durante este empadre, las ovejas se encontraron dentro del rango del índice de confort, ya que el ITH fue menor a 72 unidades.

6.3. Eficiencia Reproductiva

Con respecto al efecto de la época de empadre y del tiempo posparto en el que se introduce el macho en el porcentaje de ovejas marcadas, los resultados se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Efecto de la época de empadre y del tiempo posparto en el que se introduce el macho en el porcentaje de ovejas marcadas.

Empadre	Tiempo posparto, d	Ovejas	Ovejas marcadas	Porcentaje
Abril-junio	10 a 30	30	2	6.7 ^B
	> 60	30	24	80.0 ^C
		60	26	43.3
Noviembre-diciembre	10 a 30	26	17	65.4 ^A
	> 60	29	26	89.7 ^C
		55	43	78.2

a,b Literales distintas en la columnas dentro del empadre indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

A, B Literales distintas entre empadres dentro del grupo 10 a 30 indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

C Literales distintas entre empadres dentro del grupo > 60 indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

El porcentaje de ovejas marcadas en el grupo de 10 a 30 d fue menor ($p < 0.05$) en 73% y 25% en los empadres abril – junio y noviembre – diciembre, respectivamente.

Considerando que el empadre de noviembre a diciembre está dentro de la época reproductiva normal, debido a un cambio en la dirección del fotoperiodo en disminución (Figura 2), lo cual es favorable para promover un incremento en la pulsatilidad de GnRH/LH, aunado a condiciones favorables de temperatura, humedad e ITH, es posible que durante el empadre de noviembre-diciembre haya habido un menor grado de estrés calórico (Figura 4) lo cual favoreció la aparición de diferencias estadísticas entre los dos tipos de empadres ($p < 0.05$).

Lo anterior se puede explicar por el hecho de que las ovejas del grupo de 10 a 30 d (abril-junio) se encontraban en una fase donde su eje hipotalámico hipofisarios se encontraba bajo un estado de hipersensibilidad hacia la retroalimentación negativa a ciertas hormonas como el estradiol. En este caso las ovejas del grupo 10 a 30 días postparto (abril-junio) estaban saliendo de los efectos de retroalimentación negativa de una manera gradual y estaban comenzando el reinicio de la actividad ovárica folicular después del parto, debido entre otras causas al efecto del amamantamiento. Por otra parte el grupo de ovejas de 60 o más d postparto ya habían salido del periodo caracterizado por la hipersensibilidad a los efectos de

retroalimentación negativa ejercida por hormonas como el estradiol y se encontraban en un estado metabólico más favorable que les permitía establecer una pulsatilidad óptima en la secreción de GnRH/LH. Además este último grupo no contaba con el efecto inhibitor que ejercen los corderos al amamantar.

La posible explicación acerca de las diferencias en la eficacia reproductiva entre grupos (menor en borregas amamantando) puede estar relacionada con el hecho que durante el periodo posparto, la hembra percibe a través del tacto, la vista, el oído y el olfato la presencia de la cría, esto retrasa el reinicio de la actividad ovulatoria y su separación parcial o total adelanta el primer estro y ovulación posparto (Arroyo *et al.*, 2009). Por ejemplo, se ha reportado que ovejas destetadas al parto presentaron estro a los 22 días, 13 días antes que ovejas amamantando uno o varios corderos (Schirar *et al.*, 1989), adicionalmente Pérez *et al.* (2009) han observado que ovejas destetadas al séptimo día presentaron menos días a la primera ovulación si se comparan con ovejas con amamantamiento continuo (39.0 ± 5.0 vs. 52.6 ± 2.0 días).

El porcentaje de ovejas marcadas en la época de empadre abril-junio fue menor ($p < 0.05$) en 35% con respecto al empadre noviembre-diciembre. Lo anterior se puede deber a que las ovejas paridas en abril se encontraban bajo un régimen de fotoperiodo inhibitorio reflejado en una baja actividad ovárica (la duración de los días estaba en ascenso, figura 1). Por el contrario las ovejas paridas en octubre, donde la duración de los días va disminuyendo como se puede observar en la figura 2, se encontraban bajo condiciones de fotoperiodo favorable. Respecto a la influencia del fotoperiodo en la actividad ovárica, se ha informado que ovejas Pelibuey paridas en primavera y que son expuestas a un fotoperiodo artificial inverso típico de otoño, aceleran el reinicio de su actividad ovárica posparto, comparadas con las que son mantenidas en su fotoperiodo natural (101.0 ± 6.9 d vs. 73.2 ± 4.6 d) (Cernan *et al.*, 2004). De la isla *et al.* (2010) observaron que ovejas Pelibuey presentan mayor porcentaje de celo en los meses de febrero-mayo en comparación con agosto-noviembre bajo diferente condición corporal (100 %; 50 y 40%) por lo que el fotoperiodo puede estar ejerciendo una importante presión sobre la actividad ovárica.

Otra posible explicación de las diferencias observadas entre grupos con respecto al porcentaje de ovejas marcadas para el empadre abril-junio, es posiblemente los efectos medioambientales, ya que los valores de temperatura ambiental, humedad relativa e ITH (Figura 3) estuvieron por encima del rango en el cual las ovejas se encuentran dentro del rango de confort, que favorece la presentación de estrés calórico. Aunque estos factores son menos importantes que los nutricionales y el efecto del fotoperiodo. En la vaca la exposición a estrés calórico provoca alta incidencia de mortalidad embrionaria (Hansen *et al.*, 2001), reduce la expresión de la conducta estral (De Rensis y Scaramuzzi, 2003), afecta la esteroidogénesis de las células foliculares (Bridges *et al.*, 2005) y disminuye el potencial de los ovocitos para desarrollar un embrión viable (Roth y Hansen, 2004). En ovejas Pelibuey y Suffolk Tabarez-Rojas *et al.* (2009) observaron que el estrés calórico aumentó la proporción de ovejas con regresión prematura del cuerpo lúteo. Naqvi *et al.* (2004) en ovejas Merino observaron que la exposición a estrés calórico por 6 horas al día antes y después de la ovulación disminuye la proporción de embriones transferibles. En ovejas Pelibuey en una región con temperaturas de 40 °C e ITH mayores a 72 unidades (Mexicali, Baja California) no se observó efecto en la manifestación de celo en los meses de junio y agosto que tiene las condiciones ambientales extremas (Gastelum *et al.*, 2015), sin embargo en el estudio no midieron la proporción de ovejas gestantes y paridas.

Los análisis para determinar las concentraciones de progesterona sólo se realizaron en las muestras de las ovejas registradas como marcada por el semental, debido a que se consideró innecesario analizar las muestras de las ovejas no marcadas, ya que la ausencia de la marca indica que los animales no estaban ciclando.

Los análisis de progesterona correspondiente al empadre abril-junio, mostraron dos tipos de comportamientos de acuerdo con el estado de la actividad cíclica al inicio de empadre; en la figura 5 se observa que las ovejas de 10 a 30 d no

mostraron actividad cíclica en las dos únicas ovejas marcadas; y en la figura 6 se aprecia que la mayoría de las ovejas tenían actividad cíclica al final del empadre.

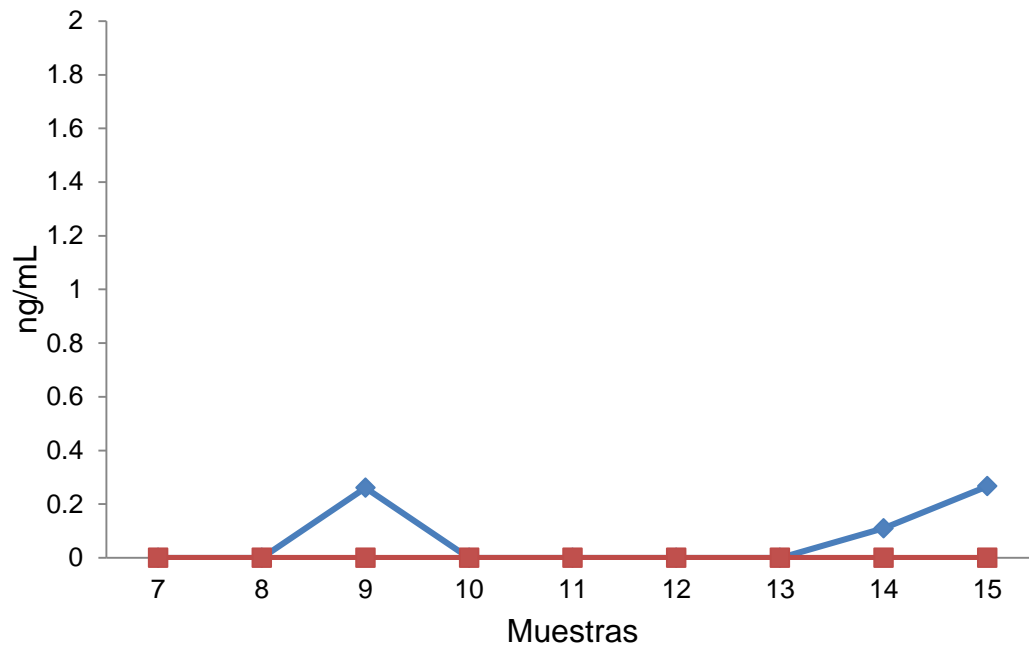


Figura 5. Niveles de progesterona durante el empadre abril-junio en ovejas con 10 a 30 días posparto.

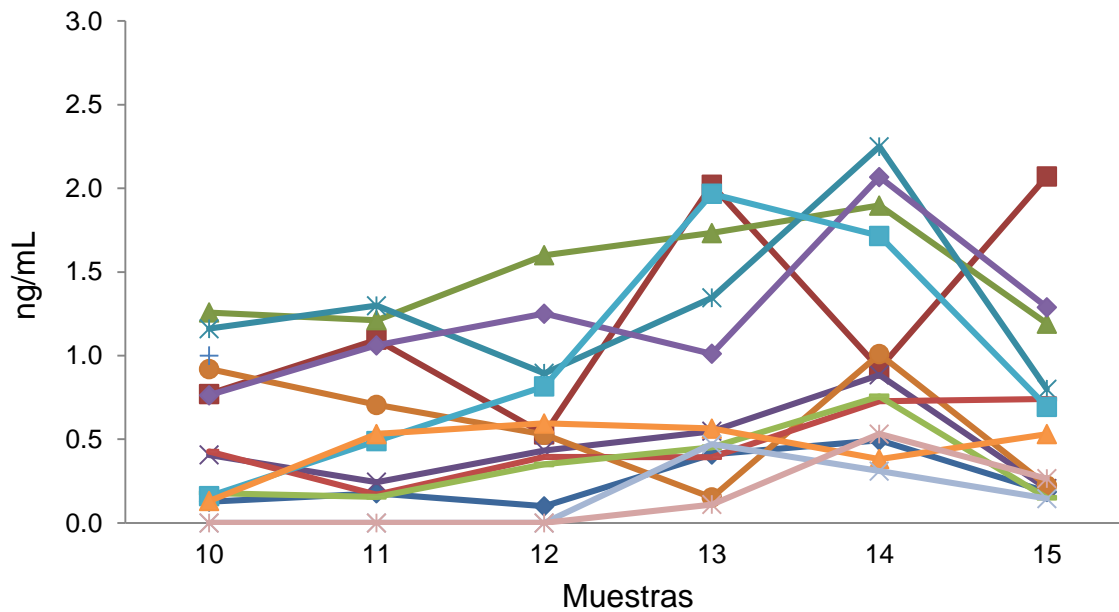


Figura 6. Niveles de progesterona durante el empadre abril-junio en ovejas con 60 o más días posparto.

En el empadre noviembre-diciembre, 54% de las ovejas de 10 a 30 días mostraron niveles de progesterona al final del empadre, y solo 12% fue mayor a 1 ng/mL (Figura 7), mientras que las ovejas > 60 días 48% mostraron actividad cíclica al inicio y final del empadre (Figura 8).

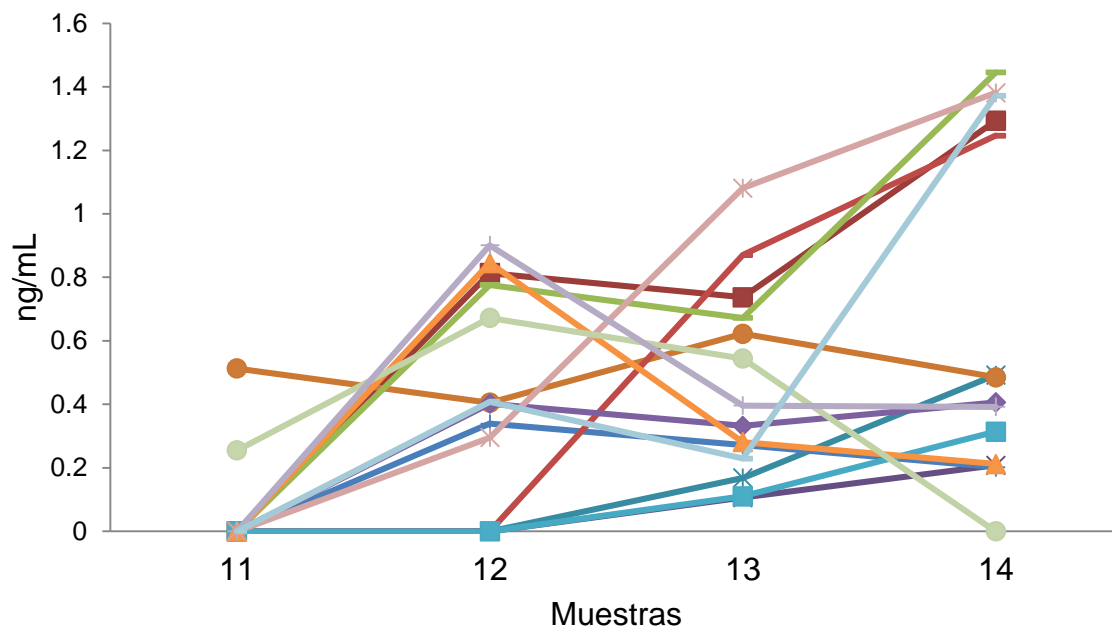


Figura 7. Niveles de progesterona durante el empadre noviembre-diciembre en ovejas con 10 a 30 días posparto.

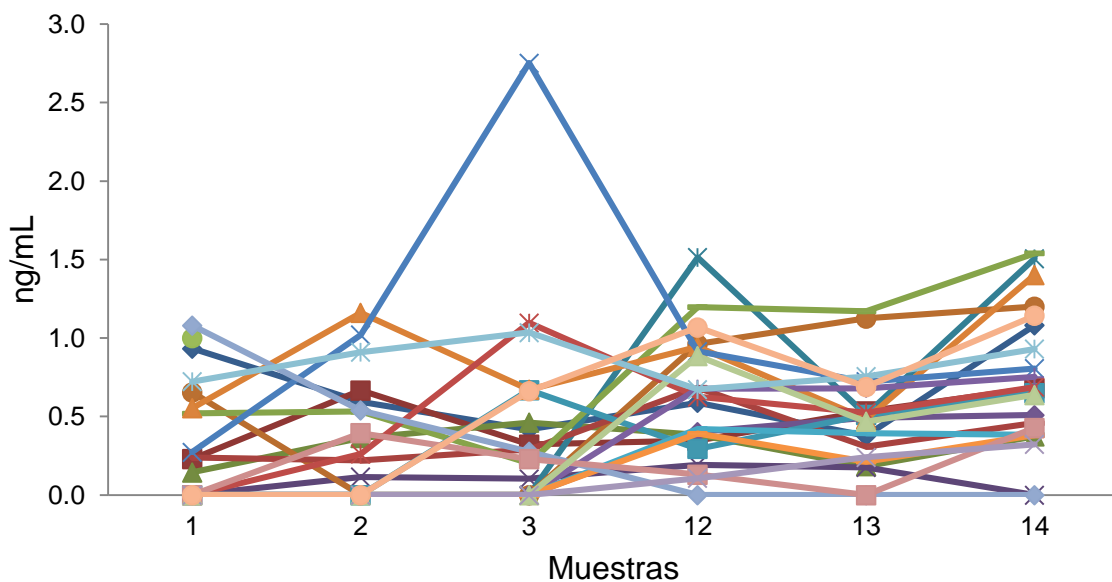


Figura 8. Niveles de progesterona durante el empadre noviembre-diciembre en ovejas con 60 o más días posparto.

En presente estudio los niveles de progesterona de P₄ para las ovejas de 10 a 30 días fueron inferiores a 1.4 ng/mL, esto es similar a lo observado por Contreras *et al.* (2003) en ovejas posparto, donde ovejas que amamantaron un cordero tuvieron un aumento mantenido de P₄ por encima de 1 ng/mL a partir del día 25 posparto y ovejas amamantando dos corderos los niveles de progesterona se mantuvieron por debajo de 1 ng/mL hasta los 39 días posparto. Otros autores Eloy *et al.* (2011) encontraron que ovejas en amamantamiento continuo tuvieron concentración por encima de 0.5 ng/mL a los 21 días y 1.0 ng/mL a partir del día 28 posparto, y ovejas en amamantamiento controlado las concentraciones estuvieron por encima de 0.5 ng/mL a partir del día 14 y 1.0 ng /mL a los 28 días después del parto.

Para el caso de las ovejas > 60 días los niveles fueron inferiores a 2.7 ng/mL, esto es similar a lo observado por González *et al.* (1991), en ovejas Pelibuey, donde encontraron un pico de progesterona sérica al noveno día del ciclo estral con un valor de 1.8 ng/mL, y posteriormente los niveles disminuyeron significativamente hasta alcanzar valores menores a 1 ng/mL en el día 17. Con respecto al efecto de la época de empadre y del tiempo posparto en el que se introduce el macho en la eficiencia reproductiva de ovejas de pelo se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Efecto de la época de empadre y del tiempo posparto en el que se introduce el macho en la eficiencia reproductiva de ovejas de pelo.

Tiempo posparto, d	Abril-Junio					Noviembre-Diciembre				
	OE	OP	TG (%)	Índice de prolificidad	Tasa de destete	OE	OP	TG (%)	Índice de prolificidad	Tasa de destete
10 a 30	30	2	6.6 ^b	1 ^b	0.07 ^b	26	17	65.4	1.4 ^a	0.59 ^a
>60	30	21	70 ^a	1.5 ^a	0.83 ^a	29	25	86.2 [*]	1.5 ^a	0.72 ^a
	60	22	37 ^B	1.5 ^A	0.45 ^A	55	42	76 ^A	1.4 ^A	0.66 ^A

OE= Ovejas expuestas al semental, OP= Ovejas paridas, TG=Tasa de gestación.

a, b Literales distintas en la columna dentro del empadre indican diferencia estadístico (p>0.05.)

A, B Literales distintas en renglón entre empadres indican diferencia estadística (p<0.05). *p=0.07.

El porcentaje de gestación fue menor en 63% ($p < 0.05$), en el grupo 10 a 30 d para el empadre abril-junio, mientras que para el empadre noviembre-diciembre se observó tendencia a la diferencia ($p = 0.07$) con un 21% menos en el grupo 10 a 30 días; estudios similares (De Lucas *et al.*, 2009) han observado una marcada diferencia entre un sistema anual y otro intensivo en ovejas Columbia (88.3 ± 0.02 vs. 83.9 ± 0.02 d), esto es atribuible a que las ovejas de más de 60 días posparto tuvieron mayor tiempo para recuperar su condición corporal y favorecer su tasa ovulatoria. El porcentaje de gestación entre empadres fue diferente ($p < 0.05$) en 39%, esto concuerda con resultados obtenidos por Martínez *et al.* (2011) donde registraron las mayores tasas de fertilidad en empadre octubre-noviembre a diferencia de las de junio-julio y febrero-marzo. El porcentaje de gestación fue mayor en el grupo 10 a 30 días con un 59% más en ovejas del empadre noviembre-diciembre en comparación con las de abril-junio, eso debido al efecto de la época reproductiva.

El índice de prolificidad para el empadre noviembre-diciembre no fue diferente ($p > 0.05$) entre grupos, esto contradice lo reportado por De Lucas *et al.* (2009) en un sistema anual e intensivo (1.32 ± 0.02 vs. 1.12 ± 0.02), así mismo no hubo diferencia entre empadres ($p > 0.05$), lo que concuerda con Macedo y Alvarado, (2005) en diferente época de monta primavera-otoño, pero difiere Martínez *et al.* (2011), donde se observó diferencia entre tres épocas de empadre. Esto se puede atribuir a que la mayoría de las ovejas tenían de 2 a 3 años de edad.

La tasa de destete se puede determinar por ovejas paridas, ovejas expuestas y por año. Para el presente estudio se determinó por ovejas expuestas al semental debido a que esta evalúa en forma global la eficiencia reproductiva del rebaño al considerar la tasa de gestación, la prolificidad y la mortalidad de los corderos hasta el destete. Uno de los factores que influyen directamente sobre la tasa de destete es la mortalidad de los corderos, la cual pueden se presenta principalmente alrededor del nacimiento y cercana al destete. La tasa de destete en el presente estudio, fue inferior a uno, por debajo de lo señalado por De Lucas *et al.* (2009) para considerar que el rebaño sea eficiente. La tasa de destete de las ovejas > 60 días estuvo cercana al uno (0.83 y 0.72), debido a que presentaron los mayores

porcentajes de gestación e índice de prolificidad, pero presentaron alta tasa de mortalidad con un 24 y 19% para el empadre abril-junio y noviembre-diciembre, respectivamente, lo que influyó en la cantidad de corderos destetados. La tasa de destete en las ovejas 10 a 30 días en el empadre abril-junio fue de 0.7, esto debido a que solo dos ovejas parieron influyendo en la tasa de gestación e índice de prolificidad del rebaño, con respecto al empadre noviembre-diciembre la tasa de destete fue de 0.59, esto puede ser atribuible a que la mortalidad fue alta (24%) repercutiendo en la cantidad de corderos destetados y que además la tasa de gestación fue de 65.4%.

Aunque no hubo diferencia en la tasa de destete para el empadre noviembre-diciembre ($p > 0.05$), si hubo diferencia en empadre abril-junio ($p < 0.05$) en 76%. La diferencia fue probablemente debido a que las ovejas > 60 días no tenían alguna restricción para quedar gestante y las de 10 a 30 días tenían la limitante del amamantamiento y un estado de alta demanda energética durante la lactación, además de la mortalidad lo que repercutió en dicho parámetro. Esto concuerda con De Lucas *et al.* (2009) en un sistema anual e intensivo (1.09 ± 0.04 vs. 0.89 ± 0.03 corderos). La tasa de destete entre empadres fue igual estadísticamente ($p > 0.05$), pero se observa una reducción del 0.21, debido posiblemente al efecto del fotoperiodo. Lo anterior es similar a lo reportado por los anteriores autores donde observaron menores tasa de destete en el apareamiento del mes de marzo contra uno de noviembre (0.83 ± 0.05 vs. 1.23 ± 0.06 corderos) en ovejas Columbia, así como también lo reportado por Macedo y Alvarado, (2005) en ovejas Pelibuey bajo un manejo de alimentación intensivo en primavera-verano contra otoño-invierno (2.07 vs. 2.27 corderos).

6.4. Respuesta Productiva

Los resultados de los análisis de la varianza para las variables de comportamiento productivo se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis de la varianza para el peso de corderos al nacimiento (PN), al destete (PDTT), ganancia diaria de peso (GDP) y kilogramos de cordero destetado por oveja (KCDO).

Fuente de variación	PN		PDTT		GDP		KCDO	
	gl	F	gl	F	gl	F	gl	F
Empadre	1	0.60	1	0.01	1	<0.01	1	<0.01
Tiempo posparto	1	0.13	1	0.90	1	0.43	1	0.51
Sexo			1	0.05	1	0.04		
Tipo de parto	1	0.01						
Peso al nacer			1	<0.01	1	<0.01		
Edad de destete			1	0.01				
Número de corderos							1	<0.01
Error	76		58		59		46	
Total corregido	79		63		63		49	
R ²	0.20		0.58		0.44		0.75	

gl= Grados de libertad, F = Probabilidad para el valor de la distribución de F, R²= Coeficiente de determinación.

El efecto de la época de empadre y el tiempo posparto en que se introduce el macho en la respuesta productiva de ovejas de pelo se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Comportamiento productivo de ovejas de pelo según el tiempo posparto en que se introduce el macho en dos épocas de empadre (medias de cuadrados mínimos \pm error estándar).

	n	PN (kg)	n	PDT (kg)	GDP (g)
Tiempo posparto:(d)					
10 a 30	23	4.38 ^a \pm 0.21	17	17.23 ^a \pm 1.02	199.75 ^a \pm 12.73
> 60	57	4.01 ^a \pm 0.12	47	17.08 ^a \pm 0.48	187.94 ^a \pm 6.74
Empadre:					
Abr-Jun	33	4.25 ^a \pm 0.19	28	15.35 ^b \pm 0.96	169.83 ^b \pm 11.15
Nov-Dic	47	4.13 ^a \pm 0.13	36	18.97 ^a \pm 0.55	217.86 ^a \pm 7.56
Media general	80	4.05 \pm 0.97	64	17.54 \pm 4.62	197.06 \pm 0.59

^{a,b} Literales distintas en columna indican diferencia estadística ($p < 0.05$) entre tiempo posparto o época de empadre. PN=Peso al nacer, PDTT= Peso al destete, GDP= Ganancia diaria de peso.

6. 4. 1. Peso al Nacer

El peso al nacer de los corderos fue igual entre el tiempo posparto que se introduce el macho y épocas de empadre ($p > 0.05$), con peso promedio de 4.2 kg para el tiempo posparto; éste valor es superior al reportado por Hinojosa *et al.* (2009) en corderos de la cruce Pelibuey x Katahdin (3.05 ± 0.21 kg), ó Katahdin puro (3.4 ± 0.14 kg), en el sureste Mexicano. El mayor peso al nacer de los corderos en este trabajo se atribuye a la proporción de $\frac{3}{4}$ de la raza Katahdin, y a que las ovejas estuvieron estabuladas durante todo el periodo de trabajo.

6. 4. 2. Mortalidad de Corderos hasta el Destete

En los dos empadres nacieron 80 corderos, y hasta el destete (46 a 87 días de amamantamiento) se murieron 16 (20%). Las principales causas de mortalidad en el presente trabajo fueron el síndrome de inanición-exposición ocasionado por la presencia de mastitis o abandono del cordero por las madres, ó bien acidosis en los corderos causada por la ingestión de granos en el alimento durante el *creep feeding*, que resulta por un incremento en la concentración de almidón en el rumen. De Lucas (2008), menciona que según el sistema de producción, la mortalidad varía de 10 a

35%, mientras que en explotaciones ovinas con buen manejo debe tener una tasa de mortalidad máxima de 6%. Debido a que no es posible que no exista mortalidad perinatal y hasta el destete, porque existen múltiples causas, como inanición-exposición, neumonía, mortinato, septicemia, depredadores, defectos congénitos, onfalitis y causas diversas o desconocidas (Murguía, 1988), debido al efecto de ésta en la tasa de destete, es importante reducirla y aumentar la tasa de sobrevivencia para aumentar la rentabilidad. De Lucas *et al.*, (2009), consideran que la tasa de destete y kilogramos de cordero destetado por oveja determinan la eficiencia biológica de los sistemas de producción ovina.

6. 4. 3. Peso al Destete

El peso al destete fue igual ($p < 0.05$) respecto al tiempo posparto en que se introduce el macho (Cuadro 4), en promedio de 17.2 kg, pero diferente entre épocas de empadre ($p < 0.05$), donde los corderos que se destetaron del empadre noviembre – diciembre pesaron 23.58% más que los del empadre abril – junio (18.97 vs. 15.35 kg). El mayor peso al destete en este trabajo se explica por el efecto de la composición genética de los corderos, y de la alimentación de las madres así como la de los corderos, durante la lactancia. Hinojosa *et al.* (2009) en corderos Pelibuey x Katahdin indican un peso al destete de 14.35 ± 0.91 kg, o peso al destete en corderos Katahdin de 16.60 ± 1.83 kg, ambos con 85 ± 1.7 d de lactancia, pero el alimento fue de menor aporte nutrimental, ya que las ovejas se alimentaron con pasto Chetumal (*Urochloa humidicola*), y suplementación antes del parto con 400 g de alimento comercial (15% de PC) por borrega al día, más bagazo de naranja (*Citrus sinensis*), y los corderos a partir del decimoquinto día recibieron alimento tipo comercial (18% de PC) a libre acceso además de la leche materna.

En este trabajo no hubo restricción de amamantamiento, aunque cuando se introdujo el macho de 10 a 30 d posparto, el carnero estuvo junto con los corderos, y no se observó alguna conducta de agresividad con los mismos. Orihuela (2014) menciona que en los borregos Ferales no se observan competencia entre machos al acercarse la etapa receptiva de las hembras, lo que puede explicar que al carnero en el presente estudio no agrediera a los corderos, por lo tanto no hubo restricción

en el amamantamiento, y dado que la duración de este en los dos grupos fue similar (66 vs. 65 d), el peso al destete es similar. Pérez *et al.* (2009) observaron que corderos Pelibuey con amamantamiento continuo fueron 20.9% más pesados al destete ($p < 0.05$) que los corderos con amamantamiento restringido a 30 minutos por día (12.7 ± 0.6 vs. 10.5 ± 0.6 kg), ambos con 56 d de lactancia, donde la alimentación de las ovejas fue con heno de alfalfa (*Medicago sativa*), heno de avena (*Avena sativa*) *ad libitum* y 500 g de alimento comercial (14% de PC), y los corderos con heno de alfalfa (*Medicago sativa*), alimento iniciador con 18% de PC a libre acceso y la leche materna.

6. 4. 4. Ganancia Diaria de Peso

La media general de ganancia diaria de peso fue de 197.06 g, y fue igual respecto al tiempo posparto en que se introduce el macho en promedio de 193.85 g, pero diferente entre épocas de empadre ($p < 0.05$), donde los corderos que se destetaron del empadre noviembre – diciembre pesaron 28.28% más que los del empadre abril – junio (169.83 vs. 217.86 g). Los resultados en este estudio son superiores a los resultados promedios calculados a partir de los indicados por Hinojosa *et al.* (2009), en la cruce Pelibuey x Katahdin de 132 ± 2.8 g, o de corderos puros Katahdin con 179 ± 42.4 g.

Los resultados de GDP para el tiempo posparto en que se introduce el macho, coinciden con los reportados por Pérez *et al.* (2009), quienes observaron que corderos con amamantando continuo tuvieron GDP igual a los de amamantamiento restringido (30 minutos al día), o corderos con destete precoz a los siete d de edad, con ganancia diaria de peso promedio para los tres sistemas de amamantamiento a los 90 días de edad de 171.66 ± 6.5 g.

Esto es favorable ya que al obtener valores altos de ganancia diaria de peso se obtienen más kilogramos de cordero destetado y aumenta la eficiencia productiva del rebaño. Además se puede observar que las ovejas 10 a 30 días, la presencia del carnero, no fue factor limitante que afectó la relación madre-cría, así como también la duración de las horas de luz favoreciendo la ingesta de alimento por parte de los corderos.

6. 5. Eficiencia Productiva

El cuadro 5 muestra los resultados de peso total de corderos y kilogramos de cordero destetado por oveja.

Cuadro 5. Peso total de los corderos (PTC) y kilogramos de cordero destetado por oveja (KCDO) según el tiempo posparto en que se introduce el macho en dos épocas de empadre (medias de cuadrados mínimos \pm error estándar).

	Corderos	Ovejas	PTC (kg)	KCDO (kg)
Tiempo posparto, d				
10 a 30 d	18	15	339.4	21.24 \pm 1.43 ^a
> 60 d	46	35	783.5	22.38 \pm 0.86 ^a
Empadre:				
Abr-Jun	27	22	395.1	18.28 \pm 1.29 ^b
Nov-Dic	37	28	727.8	25.33 \pm 0.95 ^a

^{a,b} Literales distintas en columna indican diferencia estadística ($p < 0.05$) entre tiempo posparto o época de empadre.

Así como la tasa de destete evalúa la eficiencia reproductiva del rebaño, la producción total de corderos medida por el número y peso total de los corderos destetados, y también, la producción por oveja medida por el número de corderos destetados y el peso total de los mismos, evalúan la eficiencia productiva del sistema de producción. Los resultados de la prolificidad, la habilidad materna en la producción de la leche y cuidado de los corderos, así como la capacidad de sobrevivencia y crecimiento de los corderos, influyen en los indicadores anotados antes.

Los kilogramos de cordero destetado por oveja fue igual entre el tiempo posparto que se introduce el macho con promedio de 21.81 kg, pero diferente entre épocas de empadres ($p < 0.05$), ya que en el empadre de noviembre a diciembre, las ovejas destetaron 38.56% más kilogramos que en el empadre abril a junio (25.33 vs. 18.28

kg). En la información revisada no se encontraron resultados en los que midieran en sistema de producción con ovejas de razas de pelo, éstas variables. En ovejas de la raza de lana Columbia, De Lucas *et al.*, (2009) observaron que en un sistema anual con un empadre en noviembre, los kilogramos de cordero destetado por oveja parida fueron de 44.4 ± 1.8 kg en dos años, mientras que en el sistema intensivo, con empadre en noviembre, julio y marzo, los kilogramos de cordero destetado por oveja parida fueron de 55.9 ± 1.8 kg en dos años, los corderos tuvieron acceso a área de exclusión (*creep feeding*) con complemento *ad libitum* a partir de los 15 días de iniciados los partos, y las ovejas fueron alimentadas con pastos de alfalfa (*Medicago sativa*), pastos orchard (*Dactylis glomerata*) y ryegrass (*Lolium perenne*).

La diferencia entre épocas de empadre puede ser debida a condiciones meteorológicas como temperatura, humedad que son factores exógenos que pueden afectar la fecundidad en el proceso ovulatorio, el periodo de gestación, la ganancia de peso, y el nivel o eficiencia de la conversión de alimento en carne en animales situados en el trópico.

I. CONCLUSIONES

El introducir el macho a los 10-30 días posparto en ovejas de pelo no mejora la eficiencia reproductiva en empadres realizados en los meses de abril-junio y noviembre- diciembre con respecto a introducirlos a los 60 o más d posparto.

La respuesta productiva de las ovejas de pelo no se modifica cuando el macho se introduce de 10 a 30 días posparto con respecto a introducirlo a los 60 d o más en los empadres de abril-junio y noviembre–diciembre.

II. LITERATURA CITADA

- Abraham, J.G., J. De Lucas y A. Arbiza. 1994. Comportamiento reproductivo en ovejas de la raza Corriedale en cuatro épocas de apareamiento. En: Memorias VII Congreso Nacional de Producción Ovina. Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinocultura. Toluca, Estado de México, México. Pp 45-48.
- Álvarez, R. L. y L. A. Zarco. 2001. Los fenómenos de la bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet. Méx.* 32(2):117-129.
- Arent, J. 1998. Melatonin and the pineal gland: influence on mammalian seasonal and circadian physiology. *Rev. Reprod.* 3(1):13-22.
- Arroyo, L. J. 2011. Estacionalidad reproductiva de la oveja en México. *Trop. Subtrop. Agros.* 14(3):829-845.
- Arroyo, L. J., H. Magaña y M. A. Camacho. 2009. Regulación neuroendocrina del anestro posparto en la oveja. *Trop. Subtrop. Agros.* 10(3):301-312.
- Arroyo, L. J., J. Gallegos, A. Villa, M. Berruecos, G. Perera y J. Valencia. 2007. Reproductive activity of Pelibuey and Suffolk ewes at 19° north latitude. *Anim. Reprod. Sci.* 102(1):24-30.
- Arroyo, L. J., P. Pérez, A. I. Porras, H. Vaquera, A. Pro-Martínez y J. Gallegos. 2000. Amamantamiento y concentración sérica de progesterona (P₄) posparto en ovejas Pelibuey. *Rev. Chapingo. Serie Ing. Agropecuaria* 3(1):47-54.
- Arteaga, J. D. 2007. Diagnóstico actual de la situación de los ovinos en México. En: Memoria del 8° Congreso mundial del cordero y la lana. Querétaro, México.
- Baird, D.T., R. B. Land, R. J. Scaramuzzi and A. G. Wheeler. 1976. Endocrine changes associated with luteal regression in the ewe: the secretion of ovarian oestradiol, progesterone and androstenedione and uterine prostaglandin F_{2α} throughout the oestrus cycle. *J. Endocrinol.* 69(2):275-286.
- Balcazár, S. J. A. y A. I. Porras. 2009. Manual de prácticas en manejo reproductivo de ovinos y caprinos. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México, D. F. p 66.
- Barker, G. M. L., C. J. Scott, J. H. Boublik and I. J. Clarke. 1995. The role of neuropeptide Y (NPY) in the control of LH secretion in the ewe with respect to season, NPY receptor subtype and the site of action in the hypothalamus. *J. Endocrinol.* 147(3) 565-579.

- Barrell, G.K., L. A. Thrun, M. E. Brown, C. Viguié and F. J. Karsch. 2000. Importance of photoperiodic signal quality to entrainment of the circannual reproductive rhythm of the ewe. *Biol. Reprod.* 63(3):769-774.
- Bridges, P. J., M. A. Brusie and J. E. Fortune. 2005. Elevated temperature (heat stress) in vitro reduces androstenedione and estradiol and increases progesterone secretion by follicular cells from bovine dominant follicles. *Domest. Anim. Endocrinol.* 29:508-522.
- Butler, W. R. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61:449-457.
- Caldeira, R. M. and A. Vaz-Portugal. 1998. Body condition: concepts, methods of assessment and interest of its use as an indicator for sheep on the farm (Portuguese). *Rev. Port. Ciênc. Vet.* 93:95-102.
- Castillo, M. P. P., H. Vaquera, L. A. Tarango, P. Pérez, A. C. Herrera y J. Gallegos. 2013. Restablecimiento de la actividad reproductiva posparto en ovejas de pelo. *Arch. Zootec.* 62(239):419-428.
- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). Disponible en: www.ciad.edu.mx/clima/pc.asp Accesada Junio 20 de 2015.
- Cerna, C., A. Porras, L. Zarco y J. Valencia. 2004. Efecto del fotoperiodo artificial sobre el reinicio de la actividad ovárica posparto en la oveja Pelibuey. *Vet. Méx.* 35(3):179-185.
- Cerna, C., A. Porras, J. Valencia, G., Perera y L. Zarco. 2000. Effect of an inverse subtropical (19°13' N) photoperiod on ovarian activity, melatonin and prolactin secretion in Pelibuey ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61:511-525.
- Chemineau, P., A. Daveau, Y. Cognié, G. Aumont, and D. Chesneau. 2004. Seasonal ovulatory activity exists in tropical Creole female goats and Black Belly ewes subjected to a temperate photoperiod. *BMC Physiol.* 4:12.
- Chrousos, G.P., D. J. Torpy, P. W. Gold. 1998. Interactions between the Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis and the Female Reproductive System: Clinical Implications. *Ann. Intern. Med.* 129(3):229-240.
- Compagnone, N. A., and S. H. Mellon. 2000. Neurosteroids: biosynthesis and function of these novel neuromodulators. *Front. Neuroendocrinol.* 21(1):1-56.
- Contreras, I., T. Díaz, J. Arango y G. López. 2003. Efecto del amamantamiento de uno o dos corderos sobre la actividad ovárica posparto en ovejas mestizas de la raza West African. *Rev. Cientif. FCV-LUZ.* 44(1):67-76.

- Correia, T. T., J. Azevedo, A. Mendoca, P. Fontes, H. Velasco, R. Mauricio, M. Cardoso y R. Valentín. 2010. Utilización de diferentes tratamientos con el efecto macho en la interrupción del anestro estacional en ovejas de raza Churra Galeaga Bragançana. En: Memorias XXXV Congreso de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Valladolid, España. Pp 1-4.
- Cuéllar, O. J. A. 2010. La producción ovina en México. Facultad de Estudios Superiores Cuatitlán. Universidad Nacional de México.
- Daniel, W. W. 2013. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. Cuarta edición. Editorial Limusa, México D. F.
- Datos de duración del fotoperiodo. Disponible en www.espanol.weather.com/climate/sunRiseSunSet/Mocorito Accesada Junio 20 de 2015.
- De la isla H. G., A. Ayala, J. R. Aké y A. González. 2010. Efecto de la condición corporal y la época del año sobre el ciclo estral, estro, desarrollo folicular y tasa ovulatoria en ovejas Pelibuey mantenidas en condiciones de trópico. *Vet. Méx.* 41(3):167-175.
- De la isla H. G., J. R. Aké, G. Cancino y J. Magaña. 2004. Efecto de la condición corporal sobre el ciclo estral, tasa ovulatoria y función del cuerpo lúteo en ovejas de pelo. En: Memorias XL Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Mérida, Yucatán, México. p 131.
- De Lucas T. J., L. A. Zarco, E. González, J. Tortora y C. Vásquez. 2009. Evaluación biológica de dos sistemas de apareamiento en ovinos de raza Columbia en producción intensiva. *Vet. Méx.* 40(2):105-122.
- De Lucas T. J. 2008. Estrategias para disminuir la mortalidad perinatal de corderos. Fortalecimiento del sistema producto ovino. *Tecnologías para ovinocultores.* Pp107-115.
- De Lucas T. J., L. A. Zarco, E. González, J. Tortora, A. Villa y C. Vásquez. 2003. Crecimiento predestete de corderos en sistemas intensivos de pastoreo y manejo reproductivo en el altiplano central de México. *Vet. Méx.* 34(3):235-245.
- De Lucas T. J, A. S. Arbiza. 2000. Producción ovina en el Mundo y México. México D.F.: Editores Mexicanos Unidos S.A.
- De Rensis, F. and R. J. Scaramuzzi. 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow - a review. *Theriogel.* 60(6):1139-1151.

- Delpino, A., y C. González. 1993. Evaluación del comportamiento reproductivo en pequeños rumiantes tropicales utilizando los perfiles de progesterona. *Rev. Cientif. FCV-LUZ.* 3(3):231-247.
- Driancourt, M. A., A. Gougeon, D. Royère, C. Thibault. 1993. Ovarian function. In: *Reproduction in Mammals and Man.* Ellipses, Paris. Pp 283-305.
- Ebling, F. J., R. I. Wood, F. J. Karsch, L. A. Vannerson, J. M. Suittie, D. C. Bucholtz, R. E. Schall and D. L. Foster. 1990. Metabolic interphases between growth and reproduction III. Central mechanisms controlling pulsatile luteinizing hormone secretion in the nutritionally growth-restricted female lambs. *Endocrinol.* 126(5):2719-2727.
- Eloy, X. A. M., P. H. Souza y A. A. Simplício. 2011. Actividad ovárica posparto en ovejas Santa Ines en diferentes manejos de amamantamiento en la región semiárida del Noroeste. *Rev. Bras. Saude Prod. An.* 12(4):970-983.
- Emsen, E. y M. Yaprak. 2006. Effect of controlled breeding on the fertility of Awassi and Red Karaman ewes and the performance of the offspring. *Small Rumin. Res.* 66:230-235.
- Estación climatológica del centro de Investigación en Alimento y Desarrollo (CIAD) ubicado en Pericos, Matorito. Disponible en www.ciad.edu.mx/clima/pc.asp. Accesada Junio 15 de 2015.
- Gallegos, S. J., O. Tejeda, C. Cortez, P. Pérez y J. Salazar. 2013. Métodos "Limpios, verdes y éticos" para aumentar la eficiencia reproductiva de rumiantes. *Agroproductividad* 6(6):30-35.
- Ganaiea, B. A., M. Z. Khana, R. Islama, D. M. Makhdoomib, S. Qureshic and G. M. Wania. 2009. Evaluation of different techniques for pregnancy diagnosis in sheep. *Small Rumin. Res.* 85:135-141.
- García E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de geografía. Universidad Nacional Autónoma de México.
- García, G. C., y M. I. Martín. 2009. Sistema cannabinoide y opioide en los mecanismos y el control del dolor. *Reumatol. Clin.* 5(52):5-8.
- Gastelum, D. M. A., L. Avendaño, F. D. Álvarez, A. Correa, C. Meza y M. Mellado y U. Macías. 2015. Conducta estralcircunual en ovejas Pelibuey bajo condiciones áridas del noroeste de México. *Rev. Méx. Cienc. Pecu.* 6(1):109-118.
- Ganog, F. W. 1998. Fisiología Médica. Dieciochoava edición. Manual Moderna. México

- González, B. L. A. y I. Contreras. 2012. Estrategias sostenibles de manejo reproductivo en la oveja. En: Memorias de Reunión Bianual sobre Reproducción Animal. Temascaltepec de González, México. Pp 108-121.
- González, R. A., Ferreira, J., Madrid, N. y Chirinos, Z. 2002. Involución uterina en ovejas deslanadas West African en el medio tropical. *Rev. Cientif. FCV-LUZ.* 12(5):329-337.
- González, R. A., J. Valencia, W. C. Foot and B. D. Murphy, B. D. 1991. Hair sheep in México: reproduction in the Pelibuey sheep. *Anim. Breeding.* 59:509-524.
- González, R., A., B. D. Murphy, W. C. Foot and E. Ortega. 1992. Circannual estrous variations and ovulation rate in Pelibuey ewes. *Small Rumin. Res.* 8:225-232.
- Gordon, K., M. B. Renfree, R. V. Short and I. J. Clarke. 1987. Hypothalamo-pituitary portal blood concentration of endorphin during suckling in the ewe. *J. Reprod. Fertil.* 79(2):397-408.
- Gunn R. G. and J. M. Doney. 1975. The interaction of nutrition and body condition at mating on ovulation rate and early embryo mortality in Scottish Blackface ewes. *J. Agr. Sci.* 85(3):465-470.
- Hahn, G. L. 1999. Dynamic response of cattle to thermal heat loads. *J. Anim. Sci.* 77(2):10-20.
- Hamadeh, S. K., M. Abi Said, F. Tami and E. K. Barbour. 2001. Weaning and the ram-effect on fertility, serum luteinizing hormone and prolactin levels in spring rebreeding of postpartum Awassi ewes. *Small Rumin. Res.* 41(2):191-194.
- Hansen, P. J., M. Drost, R. M. Rivera, F. F. Paula-Lopes, Y. M. Al-Katanani, C. E. Krininger and C. C. Chase. 2001. Adverse impact of heat stress on embryo production: causes and strategies for mitigation. *Theriogenol.* 55(1):91-103.
- Hawken, P. A., A. C. Evans and A. P. Beard. 2008. Prior exposure of maiden ewes to rams enhances their behavioural interactions with rams but is not prerequisite to their endocrine response to the ram effect. *Anim. Reprod. Sci.* 108(1):13-21.
- Hernández, C. J., y A. L. Zarco. 1998. Función del cuerpo lúteo y muerte embrionaria en rumiantes. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. *Ciencia Veterinaria* 8:1-28
- Hernández, A. I, J. G. Ruiz, M. A. Ruiz, J. J. Ruiz y A. E. Miranda. 2006. Péptidos opioides endógenos (POE): su control sobre la reproducción. *Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialista en Pequeñas Especies* 17(6):255-263.

- Herrera, J., P. Pulgarón y A. C. Noda. 2008. Comportamiento productivo de ovinos Pelibuey en un sistema con bajos insumos. *Cub. J. Agr.Sci.* 2(1):45-49.
- Hinojosa, C. J., F. M. Regalado y J. Oliva. 2009. Crecimiento prenatal y predestete en corderos Pelibuey, Dorper, Katahdin y sus cruces en el sureste de México. *Rev. Cientif. FCV-LUZ.* 19(5):522-532.
- Honaramooz, A., R. K. Chandolia, A.P. Beardand N. C. Rawlings. 2000. Opioidergic, dopaminergic and adrenergic regulation of LH secretion in prepubertal heifers. *J. Reprod. Fertil.* 119(2):207-215.
- INEGI. 2009. Anuario estadístico y geográfico.
- Kalra, S. P. 1983. Opioid peptides-inhibitory neuronal system in regulation of gonadotrophin secretion. In: *Role of peptides and proteins in control of reproduction.* Editores: S.M. McCann and D.S. Dhinsa. Elsevier.Pp 63-87.
- Kendrick, K. M., F. Léyy and E. B. Keverne. 1991. Importance of vaginocervical stimulation for the formation of maternal bonding in primiparous and multiparous ewes. *Physiol. Behav.* 50(3):595-600.
- King, J. C., S. A. Tobet, F. L. Snaveleyand A. A. Arimura. 1982. LHRH immunopositive cells and their projections to the median eminence and organum vasculosum of the lamina terminalis. *J. Comp. Neur.* 209(3):287-300.
- Kleeman, D. O. and S. K. Walker. 2005. Fertility in South Australian commercial Merino flocks: relationships between reproductive traits and environmental cues. *Theriogenol.* 63 (9): 2416-2433.
- Knight, P. G., C. M. Howlesand F. J. Cunningam. 1986. Evidence that opioid peptides and dopamine participate in the suckling induced release of prolactin in the ewe. *Neuroendocrinol.* 14(1):29-35.
- Knight, T. W. 1985. Are rams necessary for the stimulation of anoestrus ewes with oestrus ewes? *.Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.* 45:49-50.
- Laedem, C. A. and S. P.Kalra. 1985. Effects of endogenous opioid peptides and opiates on Luteinizinghormone and prolactin secretion in ovariectomized rats. *Neuroendocrinol.* 41(4):342-352.
- Landaeta, H. A. y P. Chenoweth. 2011. Bioestimulación o efecto macho. *Mundo Pecuario* 7(2):85-96.
- Lara, S. J. 2007. Producción de Ovinos de Pelo en el país. *La Revista del Borrego.*p 46.

- Lassoued, N., M. Naouali, G. Khaldi and Rekik, M. 2004. Influence of the permanent presence of rams on the resumption of sexual activity in postpartum Barbarine ewes. *Small Rumin. Res.* 54(1):25-31.
- Lehman, M.N., L. M. Coolen, R. L. Goodman, C. Viguié, H. J. Billings and F. J. Karsch. 2002. Seasonal plasticity in the brain: the use of large animal models for neuroanatomical research. *Reprod. Suppl.* 59:149-165.
- Leshin, L. S., L. A. Rund, R. R. Kraeling and T. E. Kiser. 1991. The bovine preoptic area and median eminence: sites of opioid inhibition of luteinizing hormone-releasing hormone secretion. *J. Anim. Sci.* 69(9):3733-3746.
- Leshin, L. S., L. A. Rund, J. W. Crim and T. E. Kiser. 1988. Immunocytochemical localization of luteinizing hormone-releasing hormone and proopiomelanocortin neurons within the preoptic area and hypothalamus of the bovine brain. *Biol. Reprod.* 39(4):963-975.
- Lindsay, D. R., T. W. Knight, J. F. Smith and C. M. Oldham. 1975. Studies in ovine fertility in agricultural regions of Western Australia: ovulation rate, fertility and lambing performance. *Aust. J. Agric. Res.* 26(1):189-198.
- López-Sebastián, A. y E. K. Inskeep. 1998. Effects of lactation status, progestogen and ram exposure on response to cloprostenol in ewes during anestrus season. *Theriogenol.* 30(2):279-289.
- López-Sebastián, S. A., J. Santiago, A. G. De Bulnes y M. García. 1993. Aspectos característicos de la fisiología reproductiva de la oveja. *Rev. Cientif. FCV-LUZ.* 3(2):123-133.
- LPHSI. 1990. Livestock and poultry heat stress indices. The livestock and poultry heat stress indices for cattle, sheep and goats. Cited in the *Agric Engineering Tech Guide*. Clemson University, Clemson SC, USA.
- Lucy, M. C., 2007. Fertility in high producing dairy cows: Reasons for decline and corrective strategies for sustainable improvement. *Soc. Reprod. Fertil.* 64(1):237-254.
- Luna, P. C. y R. A. Alonso. 2014. Genes con efecto mayor sobre la fertilidad de ovejas. *Revisión. Rev. Méx. Cienc. Pecu.* 5(1):107-130.
- Macedo, R. y A. Alvarado. 2005. Efecto de la época de monta sobre la productividad de ovejas Pelibuey bajo dos sistemas de alimentación en Colima, México. *Arch. Zootec.* 54(205):51-62.
- Malpoux, B., H. Tricoire, F. Mailliet, A. Daveau, M. Migaud, D. C. Skinner, J. Pelletier and P. Chemineau. 2002. Melatonin and seasonal reproduction:

- understanding the neuroendocrine mechanisms using the sheep as a model. *Reprod. Suppl.* 59:167-179.
- Malpaux, B., J. C. Thiéry and P. Chemineau. 1999. Melatonin and the seasonal control of reproduction. *Reprod. Nutr. Dev.* 39(3):355-366.
- Malpaux, B., J. E. Robinson, M. B. Brown and F. J. Karsch. 1987. Reproductive refractoriness of the ewe to inductive photoperiod is not caused by inappropriate secretion of melatonin. *Biol. Reprod.* 36(5):1333-1341.
- Malven, P. V. 1995. Role of endogenous opioids for regulations of the oestrous cycle in sheep and cattle. *Reprod. Domest. Anim.* 30(4):183-187.
- Malven, P. V. and R. E. Hundgens. 1987. Naloxone-reversible inhibition of luteinizing hormone in postpartum ewes: Effects of suckling and season. *J. Anim.Sci.* 65(1):196-202.
- Mancilla, D.I., M. J. Urrutia, C. M. Ochoa. 1993. Comportamiento de ovejas de la raza Rambouillet en un sistema acelerado de partos. *Rev. Latinoam. Peq. Rum.* 3:11-219.
- Mandiki, S. N. M., M. Fossion and R. Paquay. 1989. Daily variations in suckling behavior and relationship between suckling intensity and lactation anestrus in Texel ewes. *App. Anim. Behav. Sci.* 29:247-255.
- Mantecón, A. R., F. J. Giráldez, G. Hervás y L. Paz. 2006. Requerimientos Nutricionales para Ovinos en Reproducción. Curso para Profesionales y Técnicos en Producción Ovina. Grulleros, León, España.
- Marai, I. F. M., A. A. El Darawany, A. Fadie and M. A. M. Abdel. 2008. Reproductive performance traits as affected by heat stress and its alleviation in sheep. *Trop. Subtrop. Agros.* 8(3):209-234.
- Martin, G. B. y H. G. Banchemo. 1999. Nutrición y reproducción en rumiantes. Memorias I Curso Internacional. Fisiología de la reproducción en rumiantes. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. De Méx. Pp 27-58.
- Martínez, M.G., J. Urrutia y L. Martínez. 1992. Efecto de la época de empadre sobre la eficiencia reproductiva de borregas Corriedale. *Téc. Pec. Méx.* 30(1):45-51.
- Martínez, R. D., L. Reyna, G. Torres, A. A. Mastache, A. C. Michel. 2011. Evaluación de la fertilidad y prolificidad en ciclos reproductivos de ocho meses durante tres estaciones en ovejas Pelibuey en el trópico seco mexicano. *Rev. Cientif. FCV-LUZ.* 21(5):383-387.

- Matamoros, R., C. Gomezy M. Andaur. 2002. Hormonas de utilidad diagnóstico en Medicina Veterinaria. Arch. Med. Vet. 34(2):167-182.
- Mateescu, R. G, A. K. Lunsford and M. L. Thonney. 2009. Association between melatonin receptor 1A gene polymorphism and reproductive performance in Dorset ewes. J. Anim. Sci. 87(8):2485-2488.
- Mauleón, P., L. Dautzier. 1965. Variations de durée de l' anoestrus de lactationchez les brebis de race de France. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. 5(1):131-143.
- McNeilly, A. S. 1997. Lactation and Fertility. J. Mammary Gland Biol. Neoplasia 2(3):291-298.
- McNeilly, A. S., J. A. Jonassen and S. M. Rhind. 1987. Reduced ovarian follicular development as a consequence of low body condition in ewes. Act. Endocrinol. 115(1):75-83.
- Mellon, S. H. 1994. Neurosteroids: biochemistry, modes of action and clinical relevance. J. Clin. Endocrinol. Metab. 78(5):1003-1008.
- Messer, L. A., L. Wang, C. K. Tuggle, M. Yerle, P. Chardon, D. Pomp, J. E. Womack, W. Barendse, A. M. Crawford, D. R. Notter and M. F. Rothschild. 1997. Mapping of the melatonin receptor 1A (MTNR1A) gene in pigs, sheep and cattle. Mamm. Genome 8(5):368-370.
- Minitab Inc. 2010. Minitab Statistical Software, Release 15 for Windows, State Collage, Pennsylvania.
- Montalvo, M. P., O. J. Ortiz, V. Sierra, C. Angel y U. Ramón. 2001. Resultados preliminares sobre el crecimiento predestete de ovinos de pelo. En: Memoria II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos y XI Congreso Nacional de Ovinocultura. Mérida, Yucatán, México.
- Morales, T. G., C. A. Herrera, P. Pérez, J. Salazar y J. Gallegos. 2011. Influencia del amamantamiento controlado y del efecto macho sobre el reinicio de la actividad ovárica postparto en la oveja Pelibuey. Trop. Subtrop. Agros. 13(3):493-500.
- Morales, T. G., A. Pro, S. Figueroa, C. Sánchez-del-Real y J. Gallegos. 2004. Amamantamiento continuo o restringido y su relación con la duración del anestro posparto en ovejas Pelibuey. Agrocienca. 38(2):165-171.
- Murguía, O. L. 1988. Mortalidad de Corderos de razas tropicales del nacimiento al destete. En: Memorias del 1er Congreso Nacional de Producción Ovina, México. Pp 173-176.

- Nagatani, S., Y. Zeng, D. H. Keisler, D. L. Foster and C. A. Jaffe. 2000. Leptin regulates pulsatile luteinizing hormone and growth hormone secretion in the sheep. *Endocrinol.* 141(11):3965-3975.
- Navqui, S. M. K., V. P. Maurya, R. Gulyani, A. Joshi and J. P. Mittal. 2004. The effect of thermal stress on superovulatory response and embryo production in Bharat Merino ewes. *Small Rumin. Res.* 55(1):57-63.
- Nett, T. M., D. Cermak, T. Braden, J. Manns and G. Niswedwer. 1988. Pituitary receptors for GnRH and estradiol, and pituitary content of gonadotropins in beef cows. II. Changes during the postpartum period. *Domest. Anim. Endocrinol.* 5(1):81-89.
- Nett, T. M. 1987. Function of hypothalamic-hypophysial axis during the post-partum period in ewes and cows. *J. Reprod. Fertil.* 34:210-213.
- Notter D. R and N. E. Cockett. 2005. Opportunities for detection and use of QTL influencing seasonal reproduction in sheep: A review. *Genet Sel. Evol.* 37:S39-S53.
- Nugent R. A. and D. R. Notter. 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(6):1513-1519.
- Orihuela, T. A. 2014. La conducta sexual del carnero. Revisión. *Rev. Méx. Cienc. Pecu.* 5(1):19-89.
- Partida, J. A., D. Braña, H. Jiménez, F. G. Ríos y G. Buendía. 2013. Producción de Carne Ovina. Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico 5. Colón Querétaro. p 87.
- Parvizi, N. 2000. Neuroendocrine regulation of gonadotropins in the male and the female. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61:31-47.
- Pérez, C. R. y A. Porras. 2006. Reproducción de ovinos. En: Reproducción de Animales Domésticos. Galina, C., J. Valencia. Editores. 2ª edición. Limusa México. Pp 439-468.
- Pérez, H. P., V. M. Hernández, B. Figueroa, G. Torres, P. Díaz y J. Gallegos. 2009. Efecto del tipo de amamantamiento en la actividad ovárica posparto de oveja Pelibuey y tasas de crecimiento de corderos en los primeros 90 días de edad. *Rev. Cientif. FCV-LUZ.* 39(4):343-349.
- Poindron, P., M. Caba, A. Romeyer y P. Gomora. 1995. El vínculo madre-cría en los ruminantes y sus consecuencias en la producción. En: *Etología y producción*

- animal. Semin. Intern. Colegio de Posgraduados. Montecillo, México. Pp 23-45.
- Porras, A. A. 1999. Efectos del fotoperiodo artificial sobre la actividad reproductiva de la oveja Pelibuey. Tesis de Doctorado en Ciencias Veterinarias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Reyna, G. A. 1997. Reproducción en ovinos de pelo en el trópico mexicano. IX Congreso Nacional de Producción Ovina. Querétaro, México. p 294.
- Rhind S. M., S. Mcmillen, W. A. Mckelve y, F. F. Rodriguez and A. S. Mcneilly. 1989. Effect of the body condition of ewes on the secretion of LH and FSH and the pituitary response to gonadotrophin-releasing hormone. *J. Endocrinol.* 120(3):497-502.
- Robelo, P., E. E. Baulieu. 1995. Neurosteroids: biosynthesis and function. *Crit. Rev. Neurobiol.* 9(4):383-394.
- Robinson, J. E., N. L. Wayne and F. J. Karsch. 1985. Refractoriness to inhibitory day lengths initiates the breeding season of the Suffolk ewe. *Biol. Reprod.* 32(5):1024-1030.
- Roche, J. F., D. Machey and M. D. Diskin. 2000. Reproductive management of postpartum cows. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61:703-712.
- Rodríguez I. R. M., N. H. Ciccioli, H. Irazoqui and B. T. Rodríguez. 1991. Importance of behavioural stimuli in ram-induced ovulation in seasonally anovular Corriedale ewes. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 30(3):323-332.
- Rojas R. O. y O. L. Rodríguez. 1997. Tasa ovulatoria y presencia de folículos después del estro en ovejas Blackbelly. *Téc. Pec. Méx.* 35(1):32-38.
- Roldán, R. A. 2009. Identificación de ovejas Pelibuey paridas en la época de anestro con reinicio temprano de la actividad ovárica posparto. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Rosa, H. J. D. and M. J. Bryant. 2003. Seasonality of reproduction in sheep. *Small Rumin. Res.* 48(3):155-171.
- Rosa, H. J. D. and M. J. Bryant. 2002. The "ram effect" as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. *Small Rumin. Res.* 45(1):1-16.
- Roth, Z. and P. J. Hansen. 2004. Involment of apoptosis in disrupcion of developmental competence of bovine oocytes by heat shock during maturation. *Biol.Reprod.* 71(6):1898-1906.

- Sánchez, D. F., H. Bernal, J. Colín, E. Olivares, A. S. Del Bosque, R. Ledezma and R. Ungerfeld. 2011. Environmental factors and interval from the introduction of rams to estrus in postpartum Saint Croix sheep. *Trop. Anim. Health Prod.* 43(4):887-891.
- SAS Inc. 2002. The SAS System for Windows 9.0. Cary, NC, USA.
- Scheldon, I. M., D. E. Noakes, M. Bayliss and H. Dobson. 2003. The effect of oestradiol postpartum uterine involution in sheep. *Anim. Reprod. Sci.* 78(1):57-70.
- Schirar, A., Y. Cognie, F. Louault, N. Poulin, C. Meusnier, M. C. Levasseur and J. Martinet. 1990. Resumption of gonadotropin release during the postpartum period in suckling and non-suckling ewes. *J. Reprod. Fertil.* 88(2):593-604.
- Schirar, A., Y. Cognie, F. Louault, N. Poulin, M. C. Levasseur and J. Martinet. 1989. Resumption Of oestrous behavior and cyclic ovarian activity in suckling and non-suckling ewes. *J. Reprod. Fertil.* 87(2):789-794.
- SIAP 2012. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. SAGARPA. Disponible en www.siap.gob.mx/opt/poblagand/ovinos.pdf Accesada febrero 15 de 2015.
- Smart, D., I. Singh, R. F. Smith and H. Dobson. 1994. Opioids and suckling in relation to inhibition of oestradiol-induced LH secretion in postpartum ewes. *J. Reprod. Fertil.* 101(1):115-119.
- Steel, G. D. y J. H. Torrie. 1988. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. Segunda Edición. Editorial McGraw-Hill, México D F.
- Sunderland, S. J., D. O'Callaghan, M. P. Boland and J. F. Roche. 1990. Social cues can alter the time of reproductive transition in ewes. *J. Reprod. Fertil.* 5:28.
- Tabarez-Rojas, A., A. Porras, H. Vaquera, J. Hernández, J. Valencia, S. Rojas y J. Hernández. 2009. Desarrollo embrionario en ovejas Pelibuey y Suffolk en condiciones de estrés calórico. *Agrociencia.* 43(7):671-679.
- Thiéry, J. C., P. Chemineau, X. Hernández, M. Migaudand B. Malpoux. 2002. Neuroendocrine interactions and seasonality. *Domest. Anim. Endocrinol.* 23:87-100.
- Tilbrook, A. J., A. I. Turner, M. D. Ibbott and I. J. Clarke. 2006. Activation of the hypothalamo-pituitary-adrenal axis by isolation and restraint stress during lactation in ewe: effect of the presence of the lamb and suckling. *Endocrinol.* N 147(7):3501-3509.

- Torres, G. H. R. y G. R. Morteo. 2004. Razas y cruzas de ovinos de Pelo con potencial productivo para el trópico Húmedo de México. Producción de Ovinos en Zonas Tropicales. Villahermosa, Tabasco, México. Segunda ed. Colegio de Postgraduados, Fundación Produce Tabasco, A.C., ISPROTAB Pp 51-60.
- Valencia, J., A. Porras, O. Mejía, J. M. Berruecos, J. Trujillo y L. Zarco. 2006. Actividad reproductiva de la oveja Pelibuey durante la época de anestro: Influencia de la presencia de macho. *Rev. Cientif. FCV-LUZ*. 16(2):136-141.
- Venter, J. L. and J. P. C. Greyling. 1994. Effect of different periods of flushing and synchronized mating on body weight, blood glucose and reproductive performance in spring-mated ewes. *Small Rumin. Res.* 13(3):257-261.
- Viguié, C., J. Thibault, J. C. Thiéry, Y. Tilletand B. Malpaux. 1997. Characterization of the short day-induced decrease in median eminence tyrosine hydroxylase activity in the ewe: temporal relationship to the changes in luteinizing hormone and prolactin secretion and short day-like effect of melatonin. *Endocrinol.* 138(1):499-506.
- Viñoles, G. C., M. Forsberg, G. Banchemo and E. Rubianes. 2002. Ovarian follicular dynamics and endocrine profiles in Polwarth ewes with high and low body condition. *J. Anim. Sci.* 74:539–545.
- Wattermann, R. P. 1980. Postpartum endocrine function of cattle, sheep and swine. *J. Anim. Sci.* 51(2):2-15.
- Wayne, N. L., B. Malpaux and F. J. Karsch. 1989. Social cues can play a role in timing onset of the breeding season of the ewe. *J. Reprod. Fertil.* 87(2):707-713.
- Wheaton, J. E., K. M. Carlson, H. F. Windelsand L. J. Johnston. 1993. CIDR: A new progesterone-releasing intravaginal device for induction of estrus and cycle control in sheep and goats. *Anim. Reprod. Sci.* 33(1):127-141.
- Wildeus, S. 1997. Hair sheep genetic resources and their contribution to diversified small ruminant production in the United States. *J. Anim. Sci.* 75(3):630-640.
- Williams, G. L., O. S. Gazal, G. A. Guzmán and R. L. Stanko. 1996. Mechanism regulating suckling-mediated anovulation in the cow. *Anim. Reprod. Sci.* 42(1):289-297.
- Wise, M. E. 1990. Gonadotropin releasing hormone secretion during the postpartum anestrous period of the ewe. *Biol. Reprod.* 43(5):719-725.

- Witkin, J. W., C. M. Paden and A. J. Silverman. 1982. The luteinizing hormone-releasing hormone (LHRH) system in the rat brain. *Neuroendocrinol.* 35(6):429-438.
- Yu, W. H., M. Kimura, A. Walezewska, S. Karanth and S. M. McCann. 1997. Role of leptin in hypothalamic-pituitary function. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 94(3):1023-1028.