



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

GANADERÍA

MANEJO DEL PERIODO POSTPARTO PARA INCREMENTAR LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA DE LA OVEJA PELIBUEY

FRANCISCO CRUZ ESPINOZA

TESIS

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTOR EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

2017

La presente tesis titulada: “**Manejo del periodo postparto para incrementar la actividad reproductiva de la oveja Pelibuey**”, realizada por el alumno: **Francisco CRUZ ESPINOZA**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:

Dr. Jaime GALLEGOS SÁNCHEZ

ASESOR:

Dr. Juan Manuel CUCA GARCÍA

ASESOR:

Dr. Arturo PRO MARTÍNEZ

ASESOR:

Dr. Glaforo TORRES HERNÁNDEZ

ASESOR:

Dr. Juan SALAZAR ORTÍZ

ASESOR:

Dr. Jorge Alberto ORTÍZ SALAZAR

Montecillo, Texcoco, Estado de México, junio de 2017

MANEJO DEL PERIODO POSTPARTO PARA INCREMENTAR LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA DE LA OVEJA PELIBUEY

Francisco CRUZ ESPINOZA, Dr.
Colegio de Postgraduados, 2017

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el manejo del periodo postparto para incrementar la actividad reproductiva de la oveja Pelibuey se realizaron tres experimentos (EXP). En el EXP1 se evaluó la prolificidad y fecundidad en el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en ovejas Pelibuey. Se utilizaron 69 ovejas Pelibuey, que se distribuyeron en tres tratamientos: Tratamiento 1 (T_1), hembras vacías ($n = 16$); Tratamiento 2 (T_2), hembras destetadas ($n = 24$); Tratamiento 3 (T_3), hembras amamantando ($n = 45$), crías con madres durante todo el experimento. En el EXP2, se determinó que el amamantamiento controlado y el “efecto macho” desde el día siete postparto incrementan el número de ovejas que reinician su actividad ovárica antes del destete (60 d postparto) y reduce el intervalo parto-primera ovulación, así como el cambio de peso corporal en las ovejas y de los corderos durante el periodo postparto. Se utilizaron 152 ovejas Pelibuey, asignadas al azar a uno de cuatro tratamientos. amamantamiento continuo (AC; $n = 38$), amamantamiento controlado (Ac; $n = 38$), AC + “efecto macho” (ACEM; $n = 38$) y Ac + “efecto macho” (AcEM; $n = 38$). El reinicio de la actividad ovárica postparto (días) y la ganancia diaria de peso de las ovejas y corderos se determinaron y el porcentaje de ovejas que ovularon se calculó. En el EXP3, se evaluó la prolificidad y fecundidad en el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en ovejas Pelibuey en el postparto. Se utilizaron 37 ovejas Pelibuey, que se distribuyeron en dos tratamientos: Tratamiento 1 (T_1), amamantamiento continuo ($n = 16$; con más de 30 días postparto); y Tratamiento 2 (T_2), ($n = 21$; menos de 30 días postparto), crías con madres durante todo el experimento. En el EXP1, se observó que no hay diferencias ($\alpha = 0.05$) entre tratamientos en ovejas que entraron en estro. En inicio al estro, de manera similar no se observaron diferencias ($\alpha = 0.05$), aunque se observó que T_1 tardó más días en el restablecimiento de la actividad ovárica; tampoco se observó en los animales que retornaron al estro diferencia ($\alpha = 0.05$). No se encontraron diferencias ($\alpha = 0.05$) en fertilidad, prolificidad y fecundidad, donde las hembras de T_1 y T_3 tuvieron la prolificidad mayor (1.5a) y T_3 la fecundidad mayor (1.2a) que los animales de T_2 (0.9a) y T_1 (1.0a). Por lo que se concluye que, el manejo reproductivo de las hembras amamantando, para que restablezcan la actividad ovárica durante el postparto, no es diferente al manejo reproductivo de las hembras no gestantes y el de las destetadas. En el EXP2, se observó que en el tiempo de reinicio de actividad ovárica postparto (primer incremento en los niveles de progesterona (P_4)) hubo diferencias ($p < 0.05$). AC y Ac no fueron diferentes ($p > 0.05$; 53.61 ± 4.36 y 50.11 ± 3.7); en contraste, en las ovejas del tratamiento AcEM se observó que la concentración de P_4 se presentó más rápido ($p < 0.05$; 27.72 ± 0.56 d) que en los otros tratamientos. También, AC (55.3 %) fue diferente a Ac (89.5 %), ACEM (92.1 %) y AcEM (97.4 %). Las ovejas de AC ganaron más peso ($p < 0.05$; 9.77 ± 0.93 kg) que Ac (5.92 ± 0.65 kg), ACEM (4.21 ± 0.6 kg) y AcEM (6.93 ± 0.71 kg) y los corderos de los tratamientos AC (11.37 ± 0.4 kg) y ACEM (11.55 ± 0.5 kg) ganaron más peso ($p < 0.05$) que Ac (8.42 ± 0.51 kg). El control del amamantamiento y el efecto macho estimulan el restablecimiento de la actividad ovárica postparto y provocan la ovulación en ovejas Pelibuey. En el EXP3, se observó utilizando un $\alpha = 0.05$ entre tratamientos la respuesta al estro en ovejas Pelibuey en la cual no hubo diferencia. Tampoco existieron diferencias ($\alpha = 0.05$) entre T_1 y T_2 al entrar en estro. Aunque se observó que T_1 retrasó más el restablecimiento de la actividad ovárica; no se visualiza en los animales de retorno al estro diferencia ($\alpha = 0.05$). En inicio al estro no se observaron diferencias ($\alpha = 0.05$). Se observó que no se encontraron diferencias ($\alpha = 0.05$) en fertilidad, prolificidad de los animales con más de 30 días con sus crías y en fecundidad, los animales T_1 tuvieron la fecundidad mayor (1.2a) que los animales de T_2 (0.96a). Por lo anterior se concluye que en animales con amamantamiento continuo con >30 y <30 días postparto, el manejo para el restablecimiento de la actividad ovárica postparto se ve reflejado en la prolificidad y fecundidad sin ser significativos ($\alpha = 0.05$).

Palabras clave: Pelibuey, periodo postparto, prolificidad, fecundidad, amamantamiento.

MANAGEMENT OF THE POSTPARTUM PERIOD TO INCREASE THE REPRODUCTIVE ACTIVITY OF THE PELIBUEY SHEEP

Francisco CRUZ ESPINOZA, Dr.
Colegio de Postgraduados, 2017

ABSTRACT

In order to evaluate the management of the postpartum period to increase the reproductive activity of Pelibuey sheep, three experiments (EXP) were performed. In the EXP1, prolificacy and fecundity were evaluated in the restoration of postpartum ovarian activity in Pelibuey sheep. 69 Pelibuey sheep were used, which were distributed in three treatments: Treatment 1 (T₁), empty females (n = 16); Treatment 2 (T₂), weaned females (n = 24); Treatment 3 (T₃), breastfeeding females (n = 45), offspring with mothers throughout the experiment. In EXP2, it was determined that controlled breastfeeding and the "male effect" from day seven postpartum increased the number of ewes that restarted their ovarian activity before weaning (60 d postpartum) and reduced the delivery-first ovulation interval, as well as the change in body weight in sheep and lambs during the postpartum period. A total of 152 Pelibuey sheep were randomly assigned to one of four treatments. (Ac; n = 38), AC + "male effect" (ACEM; n = 38) and Ac + "male effect" (AcEM; n = 38). The resumption of postpartum ovarian activity (days) and the daily weight gain of sheep and lambs were determined and the percentage of sheep that ovulated was calculated. In EXP3, prolificacy and fecundity were evaluated in the restoration of postpartum ovarian activity in Pelibuey sheep at postpartum. Thirty-seven Pelibuey sheep were used, which were distributed in two treatments: Treatment 1 (T₁), continuous suckling (n = 16, more than 30 days postpartum); And Treatment 2 (T₂), (n = 21, less than 30 days postpartum), offspring with mothers throughout the experiment. In EXP1, it was observed that there were no differences ($\alpha = 0.05$) between treatments in ewes that went into estrus. At the start of estrus, similar differences were not observed ($\alpha = 0.05$), although it was observed that T₁ delayed more days in the reestablishment of ovarian activity; Neither was observed in the animals that returned to estrus difference ($\alpha = 0.05$). There were no differences ($\alpha = 0.05$) in fertility, prolificacy and fecundity, where females of T₁ and T₃ had higher prolificacy (1.5a) and T₃ had higher fertility (1.2a) than T₂ animals (0.9a) and T₁ (1.0a). Therefore, it is concluded that reproductive management of breastfeeding females, in order to restore ovarian activity during postpartum period, is not different from the reproductive management of non-pregnant females and weaning females. In EXP2, it was observed that there was a difference ($p < 0.05$) in the time of resumption of postpartum ovarian activity (first increase in progesterone levels (P4)). AC and Ac were not different ($p > 0.05$, 53.61 ± 4.36 and 50.11 ± 3.7); In contrast, sheep in the AcEM treatment showed that the P4 concentration was faster ($p < 0.05$, 27.72 ± 0.56 d) than in the other treatments. Also, AC (55.3%) was different from Ac (89.5%), ACEM (92.1%) and AcEM (97.4%). ACEM (4.21 ± 0.6 kg) and ACEM (6.93 ± 0.71 kg) and lambs from the AC treatments (11.37 kg / ha) showed a greater weight gain ($p < 0.05$, 9.77 ± 0.93 kg) than Ac (5.92 ± 0.65 kg) ± 0.4 kg and ACEM (11.55 ± 0.5 kg) gained more weight ($p < 0.05$) than Ac (8.42 ± 0.51 kg). Control of breastfeeding and the male effect stimulate the reestablishment of postpartum ovarian activity and cause ovulation in Pelibuey sheep. In the EXP3, it was observed using an $\alpha = 0.05$ between treatments the response to estrus in Pelibuey sheep in which there was no difference. There were also no differences ($\alpha = 0.05$) between T₁ and T₂ when entering estrus. Although it was observed that T₁ delayed the reestablishment of ovarian activity more; It is not visualized in the animals returning to estrus difference ($\alpha = 0.05$). At the start of estrus, no differences were observed ($\alpha = 0.05$). It was observed that there were no differences ($\alpha = 0.05$) in fertility, prolificacy of the animals with more than 30 days with their offspring and in fecundity, T₁ animals had higher fecundity (1.2a) than T₂ animals (0.96a). Therefore, in animals with continuous suckling with > 30 and < 30 days postpartum, management for reestablishment of postpartum ovarian activity is reflected in prolificacy and fecundity without being significant ($\alpha = 0.05$).

Key words: Pelibuey, postpartum period, prolificacy, fecundity, breastfeeding.

"Todos somos genios.
Pero si juzgamos a un pez por su habilidad para trepar un árbol,
pasará el resto de su vida creyendo que es estúpido".

-Albert Einstein-

DEDICATORIA

A mis padres

Don Manuel CRUZ ALCALÁ

Doña Francisca ESPINOZA LÓPEZ

A mis hermanos

María de Jesús, Marianita[†], Manuel y Alicia CRUZ ESPINOZA

A mis sobrinos...

María de Jesús, Lucía Ernestina, Hassel América ACOSTA CRUZ; Héctor Manuel,
Manuel Alejandro CRUZ MATUZ; Luis Derek y Ana Valeria LARA CRUZ

AGRADECIMIENTOS

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

Al Colegio de Postgraduados, por darme la oportunidad de realizar mis estudios y al Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (LaROCa).

Al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECyT), quién proporcionó los recursos necesarios para el escrito de la presente, a través del Programa BECA-TESIS 2017.

Al Dr. Jaime GALLEGOS SÁNCHEZ, por su confianza, apoyo e invaluable amistad principalmente, así como por su dedicación, valiosas observaciones, tiempo invertido para la realización y redacción final de esta tesis.

Al Dr. Juan Manuel CUCA GARCÍA por orientarme hacía una visión no tan cuadrada de ver la Zootecnia.

Al Dr. Arturo PRO MARTÍNEZ, por su tiempo, dedicación y valiosas observaciones para la redacción final de esta tesis.

Al Dr. Glafiro TORRES HERNÁNDEZ por sus acertadas observaciones en el presente trabajo.

Al Dr. Juan SALAZAR ORTÍZ por su amistad y la colaboración en la investigación.

Al Dr. Jorge Alberto ORTÍZ SALAZAR por las sugerencias en el trabajo y ser un buen amigo.

Al Dr. César CORTEZ ROMERO, por sus observaciones en mi formación y por conservar nuestra amistad.

Al Dr. Humberto VAQUERA HUERTA, por su valiosa orientación en el análisis estadístico de los datos y por su invaluable amistad.

Al Dr. José Antonio HERNÁNDEZ MARÍN, M.C. Fernando ROMERO SANTILLÁN, M.C. Gerardo VALDEZ ELEUTERIO, M.C. Juan José ESCOBAR AGUAYO, Dr. José Isidro ALEJOS DE LA FUENTE y al Ing. David ARELLANO ESPEJEL por su valiosa amistad y apoyo incondicional en toda mi estadía en el Colegio de Postgraduados.

A mi primo Benjamín Quiñonez Cruz, por la valiosa amistad y apoyo que siempre me brindó.

A Jake y Gibrán, por estar cuando necesitaba apoyo...

Al personal académico y administrativo del programa de Ganadería del Colegio de Postgraduados, de manera especial a Lupita, Celsa, Anita y Valdo, así como a todas las personas que de una u otra manera me apoyaron para culminar esta etapa de mi formación.

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| I. INTRODUCCIÓN GENERAL | 1 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA | 6 |
| 2.1. Ciclo estral | 6 |
| 2.2. Control de los eventos reproductivos en la oveja | 7 |
| 2.3. Variables reproductivas en la oveja | 8 |
| 2.3.1. Prolificidad | 8 |
| 2.3.2. Fecundidad | 8 |
| 2.3.3. Fertilidad | 8 |
| 2.4. Anestro postparto en la oveja..... | 8 |
| 2.5. Estímulos negativos durante el anestro postparto..... | 8 |
| 2.5.1 Amamantamiento | 8 |
| 2.5.2.- Nutrición | 9 |
| 2.5.3. Época reproductiva..... | 10 |
| III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 13 |
| IV. ESTUDIOS REALIZADOS..... | 14 |
| 4.1. ESTUDIO I. “PROLIFICIDAD Y FECUNDIDAD DE OVEJAS PELIBUEY EN ESTADOS FISIOLÓGICOS DIFERENTES” | 14 |
| 4.1.1 Resumen..... | 14 |
| 4.1.2 Abstract | 14 |
| 4.1.3 Introducción | 15 |
| 4.1.4. Materiales y métodos | 16 |
| 4.1.4.1. Localización del área de estudio..... | 16 |
| 4.1.4.2. Animales y dieta utilizados..... | 16 |
| 4.1.4.3. Tratamientos | 16 |
| 4.1.4.4.- Manejo de los animales durante el periodo experimental | 17 |
| 4.1.4.5. Toma de muestras..... | 19 |
| 4.1.4.6. Variables evaluadas | 20 |
| 4.1.4.7. Análisis estadístico | 20 |
| 4.1.5. Resultados y discusión | 21 |

| | |
|--|----|
| 4.1.5.1. Restablecimiento de la actividad ovárica | 21 |
| 4.1.5.2. Porcentaje de estro, fertilidad, prolificidad y fecundidad..... | 23 |
| 4.1.6. Conclusiones | 24 |
| 4.2. ESTUDIO II. “EFECTO MACHO” EN EL RESTABLECIMIENTO DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA POSTPARTO EN OVEJAS PELIBUEY AMAMANTANDO..... | 25 |
| 4.2.1. Resumen | 25 |
| 4.2.2. Abstract | 26 |
| 4.2.3. Introducción | 27 |
| 4.2.4. Materiales y métodos | 28 |
| 4.2.4.1. Localización del área de estudio..... | 28 |
| 4.2.4.2. Tipo de animales..... | 28 |
| 4.2.4.3. Tratamientos | 29 |
| 4.2.4.4. Alimentación | 29 |
| 4.2.4.5. Alimentación de los corderos | 30 |
| 4.2.4.6. Alimentación de los machos..... | 31 |
| 4.2.4.7. Obtención de muestras sanguíneas | 32 |
| 4.2.4.8. Variables de estudio..... | 32 |
| 4.2.5. Resultados y discusión | 34 |
| 4.2.6. Conclusión..... | 38 |
| 4.3. ESTUDIO III. “RESTABLECIMIENTO DE LA ACTIVIDAD OVARICA DE OVEJAS PELIBUEY ANTES Y DESPUÉS DE LOS 30 DÍAS POSTPARTO” | 39 |
| 4.3.1. Resumen | 39 |
| 4.3.2. Abstract | 39 |
| 4.3.3. Introducción | 40 |
| 4.3.4. Materiales y métodos | 41 |
| 4.3.4.1. Localización del área de estudio..... | 41 |
| 4.3.4.2. Animales y dietas utilizados | 41 |
| 4.3.4.3. Tratamientos | 42 |
| 4.3.4.4. Manejo de los animales durante el periodo experimental | 43 |
| 4.3.4.5. Toma de muestras | 44 |

| | |
|--|----|
| 4.3.4.6. Variables evaluadas | 45 |
| 4.3.4.7. Análisis estadístico | 45 |
| 4.3.5. Resultados y discusión | 46 |
| 4.3.5.1. Restablecimiento de la actividad ovárica. | 46 |
| 4.3.5.2. Porcentaje de estro, fertilidad, prolificidad y fecundidad..... | 48 |
| 4.3.6. Conclusiones | 49 |
| V. DISCUSIONES GENERALES | 50 |
| VI. CONCLUSIONES GENERALES | 53 |
| VII. LITERATURA CITADA | 54 |
| VIII. ANEXOS | 67 |

LISTA DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Principales estados que aportan al inventario ovino..... | 3 |
| Cuadro 2. Duración del anestro estacional en los ovinos en relación a la raza y latitud..... | 12 |
| Cuadro 3. Composición de la dieta general del rebaño..... | 18 |
| Cuadro 4. Análisis proximal* de la dieta general del rebaño..... | 19 |
| Cuadro 5. Comportamiento reproductivo durante el periodo postparto de ovejas Pelibuey en diferentes etapas fisiológicas..... | 21 |
| Cuadro 6. Porcentaje de estro, fertilidad, prolificidad y fecundidad en ovejas Pelibuey en diferentes etapas fisiológicas..... | 23 |
| Cuadro 7. Dieta integral para ovejas (12 % PC, 2,5 Mcal EM kg ⁻¹ MS)..... | 30 |
| Cuadro 8. Dieta integral para machos experimentales (16 % PC, 2.6 EM Mcal kg ⁻¹ MS) .. | 31 |
| Cuadro 9. Comportamiento reproductivo durante el período postparto de ovejas Pelibuey con dos modalidades de amamantamiento con y sin “efecto macho”..... | 34 |
| Cuadro 10. Composición de la dieta general del rebaño..... | 43 |
| Cuadro 11. Análisis proximal* de la dieta general del rebaño..... | 44 |
| Cuadro 12. Comportamiento reproductivo durante el periodo postparto de ovejas Pelibuey con >30 y < 30 días postparto..... | 46 |
| Cuadro 13. Porcentaje de estro, fertilidad, prolificidad y fecundidad en ovejas Pelibuey con >30 y < 30 días postparto..... | 48 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Participación de la carne de ovino en el consumo de proteína de origen animal en el mundo. | 1 |
| Figura 2. Producción anual mundial de carne ovina entre los años 2004 y 2013 | 2 |
| Figura 3. Comportamiento del inventario ovino nacional..... | 3 |
| Figura 4. Representación esquemática de los perfiles hormonales responsables del ciclo estral en la oveja... .. | 7 |
| Figura 5. Ciclo reproductivo anual de la oveja..... | 11 |
| Figura 6. Protocolo de sincronización e inducción de la ovulación en ovejas Pelibuey. | 17 |
| Figura 7. Curva de supervivencia de probabilidad acumulada de restablecimiento de la actividad ovárica durante el periodo postparto de ovejas Pelibuey. | 22 |
| Figura 8. Ganancia peso de las ovejas Pelibuey con dos modalidades de amamantamiento. | 36 |
| Figura 9. Ganancia de peso de corderos Pelibuey bajo dos modalidades de amamantamiento..... | 37 |
| Figura 10. Protocolo de sincronización e inducción de la ovulación en ovejas Pelibuey. ... | 42 |
| Figura 11. Curva de supervivencia de probabilidad acumulada de restablecimiento de la actividad ovárica durante el periodo postparto de ovejas Pelibuey asignada a la modalidad de amamantamiento continuo. | 47 |

I. INTRODUCCIÓN GENERAL

La producción de carne de ovino ocupa en el mundo, el cuarto lugar en el consumo de proteína animal, y representa el 4.5% del consumo mundial de cárnicos (excluyendo pescado; Figura 1). De acuerdo con la FAO, el rebaño mundial ovino para 2014 fue aproximadamente de 1,209,908,142 animales, la producción mundial de carne ovina fue de alrededor de 8.7 millones de toneladas (Figura 2) y para al comercio mundial se destinaron 1,207,167 de toneladas, un 13.9% de la producción total (FAOSTAT, 2016).

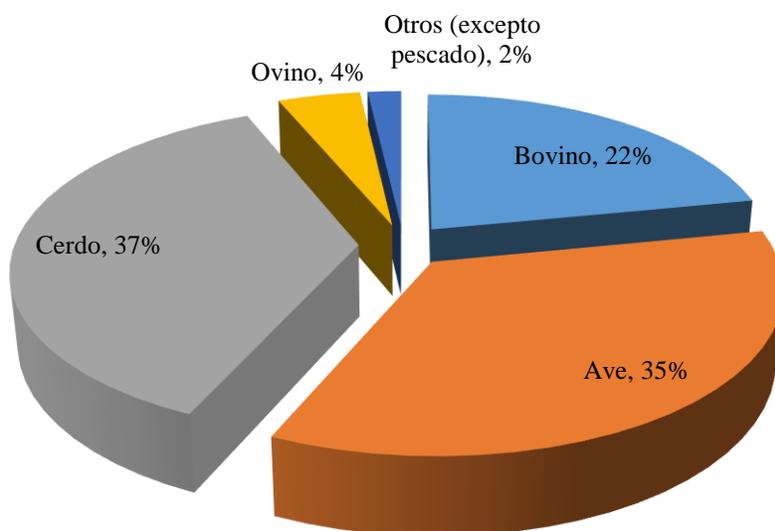


Figura 1. Participación de la carne de ovino en el consumo de proteína de origen animal en el mundo (excepto el pescado; FAOSTAT, 2016).

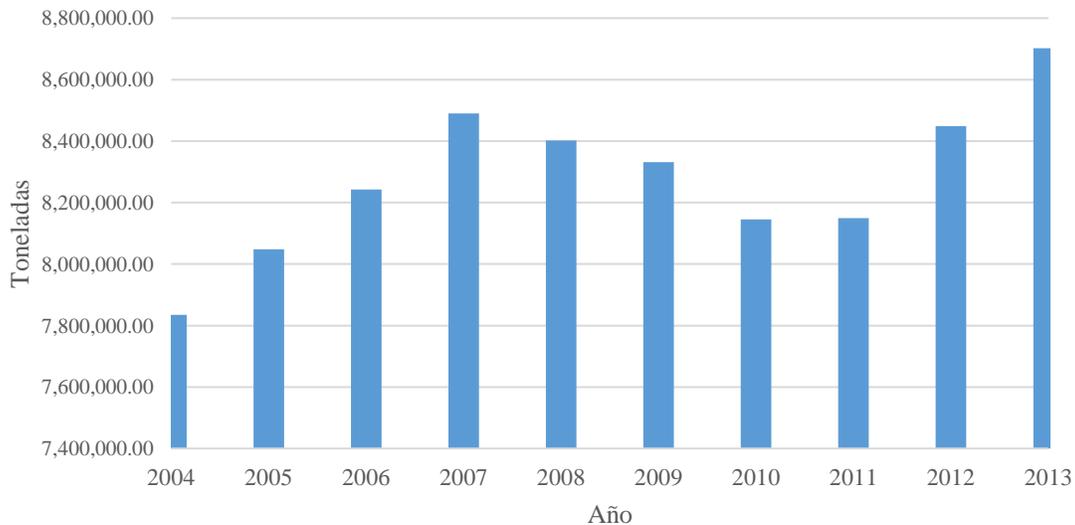


Figura 2. Producción anual mundial de carne ovina entre los años 2004 y 2013 (FAOSTAT, 2016).

El objetivo de la ovinocultura actual es la de obtener carne para consumo humano. Sin embargo, la cría de ovinos proporciona múltiples productos a la familia del ovinocultor: carne que contiene proteínas de alta calidad y que puede cubrir los requerimientos proteicos y de hierro en los niños; leche para la elaboración de queso; lana y estiércol. No obstante, y a pesar de las grandes bondades que poseen los ovinos, el inventario mundial se mantiene constante o con una tendencia a la baja, lo que implica que no se logra satisfacer con la demanda de los consumidores.

La producción de ovinos puede ser un negocio rentable, aunque es necesario introducir biotecnologías y razas apropiadas para cada una de las regiones. Una de las grandes ventajas de los ovinos es que pueden ser criados en todos los climas, se sabe que, algunos factores geográficos favorecen la explotación del ganado ovino, por ejemplo, existen pocas ovejas en las regiones ecuatoriales o subárticas, abunda en las islas, en las regiones costeras y en las zonas que bordean los desiertos (Frasser y Stamp, 1989).

En la actualidad, se estima que la mitad de los ovinos en México se encuentran localmente adaptados a las diferentes condiciones climáticas y topográficas. Algunas razas muestran una tendencia a aumentar como la Pelibuey, la Blackbelly y la Dorper, otras a la baja como la Corriedale, la Merino y la Rambouillet que son razas de lana (Nuñez, 2005).

Se registró el un inventario nacional que ha incrementado poco desde el 2006 (Figura 3) y prácticamente el 50% se producen en 5 estados (Cuadro 1). Sin embargo, las proyecciones de producción y consumo para 2020 tienden a aumentar, por lo que la producción de carne en nuestro país presenta el gran reto de ser eficiente, ya que no se satisface el mercado nacional con la producción actual (SIAP-SAGARPA, 2016).

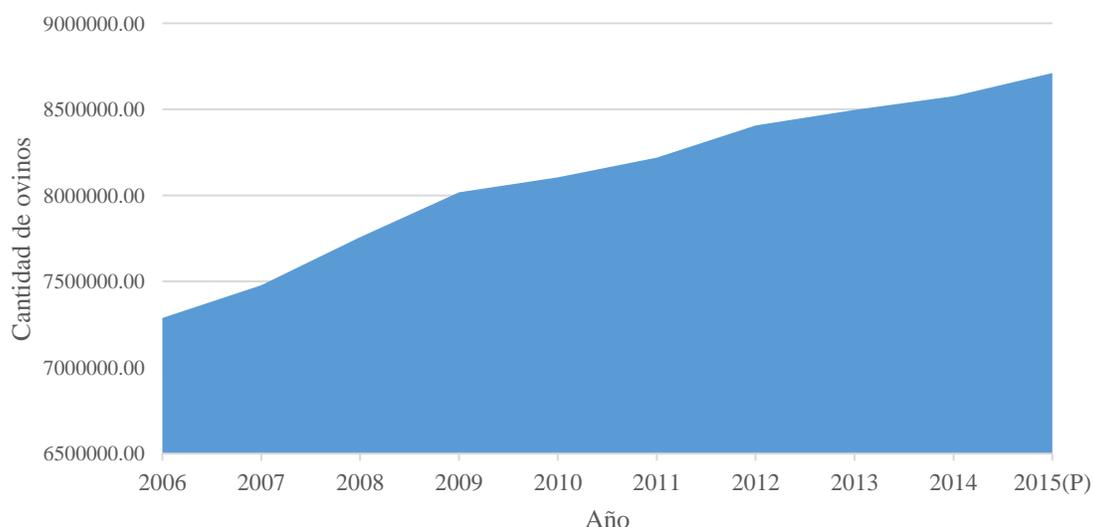


Figura 3. Comportamiento del inventario ovino nacional (SIAP-SAGARPA, 2016).

Cuadro 1. Principales estados que aportan al inventario ovino.

| Entidad Federativa | Población [2015(P)] | Porcentaje (%) | Porcentaje acumulado (%) |
|------------------------------------|---------------------|----------------|--------------------------|
| México | 1,410,238 | 16.19 | 16.19 |
| Hidalgo | 1,206,673 | 13.85 | 30.04 |
| Veracruz | 666,805 | 7.65 | 37.70 |
| Oaxaca | 521,458 | 5.99 | 43.68 |
| Puebla | 503,384 | 5.78 | 49.46 |
| Zacatecas | 406,807 | 4.67 | 54.13 |
| Guanajuato | 402,555 | 4.62 | 58.75 |
| Resto de las entidades federativas | 3,592,861 | 41.25 | 100.00 |
| Total | 8,710,781 | 100.00 | |

P = Proyección.

SIAP-SAGARPA (2016).

Los ovinos de pelo, son de origen africano, están muy bien adaptados a las zonas tropicales y más recientemente se han ido adaptando a los climas templados. En México, los tipos genéticos más comunes son el ovino Pelibuey y Blackbelly ([Ramón y Sanginés, 2002](#); [Partida et al., 2009](#)), aunque existen otros de reciente introducción como el Katahdin, Dorper y otros de menor importancia ([Burke y Apple, 2007](#)).

Por el fácil manejo, la importancia del ovino de pelo ha aumentado en los años recientes, al no requerir de cuidados especiales, ser resistentes a parásitos y poder ser usados en sistemas extensivos. Los ovinos de pelo son empleados principalmente como un medio de subsistencia, una gran parte de la población rural depende en mayor o menos grado de sus rebaños ([Almanza, 1999](#)).

Es necesario buscar soluciones a los diferentes problemas que se presentan en los rebaños, planteando estrategias o alternativas para incrementar el número de corderos o bien, reducir el tiempo que transcurre entre un parto y otro. El anestro postparto es el factor principal que condiciona la reproducción en los ovinos de pelo. El pronto reinicio de la ciclicidad estral después del parto es uno de los factores de mayor importancia para la eficiencia reproductiva en rumiantes, ya que el intervalo entre partos puede considerarse como el principal indicador que se utiliza para evaluar a un rebaño de manera reproductiva. Los eventos endocrinos que tienen lugar durante el periodo postparto son los que modifican la eficiencia reproductiva, además de factores como raza, época de parto, condición corporal, estado nutricional y si las hembras ovinas están amamantando ([Morales-Terán et al., 2004](#)).

El control del periodo postparto puede mejorar la eficiencia reproductiva de las ovejas ([Gallegos-Sánchez et al., 2009](#)). La lactancia es un factor inhibitor de la actividad ovárica postparto en la mayoría de las especies de mamíferos, y varía según la frecuencia e intensidad del amamantamiento ([McNeilly, 2001](#)). En ovejas, el amamantamiento inhibe la frecuencia de secreción de las hormonas GnRH/LH durante el anestro postparto (APP) y prolonga el intervalo parto-primera ovulación ([Morales-Terán et al., 2011](#)). El control del amamantamiento estimula la actividad folicular ([Herrera-Corredor et al. 2010](#)), el tiempo que transcurre desde el parto a la presentación de la primera manifestación de estro es variable ([Rodríguez et al., 1986](#)) pero se puede homogenizar con el empleo de hormonas para inducir

la ovulación durante el periodo postparto (Camacho-Ronquillo *et al.*, 2008; Herrera-Corredor *et al.*, 2010). El empleo del “efecto macho” durante el periodo postparto estimula el restablecimiento de la actividad ovárica (Morales-Terán *et al.*, 2011; Cruz-Espinoza, 2011). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue inducir la ovulación en diferentes días del periodo postparto para determinar el momento ideal para inseminar las ovejas y mejorar la eficiencia reproductiva del rebaño de ovejas Pelibuey.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Ciclo estral

[Chemineau et al. \(1992\)](#) definieron el ciclo estral (Figura 4) como el intervalo entre dos estros caracterizado por cambios importantes de comportamiento y de morfología, interconectados a una dinámica neuroendócrina. [Scaramuzzi et al. \(1993\)](#) mencionaron que es un fenómeno reproductivo, con una secuencia de eventos endocrinos durante los cuales existen periodos regulares, pero limitados de receptividad sexual y son regulados por hormonas, a nivel Sistema Nervioso Central (SNC) por la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH), a nivel hipofisiario por las hormonas luteinizante y folículo estimulante (LH y FSH, respectivamente), a nivel ovárico por el estradiol, inhibina, progesterona y la oxitocina, y en el útero por la prostaglandina $F_{2\alpha}$ ([Cortez-Romero et al., 2011](#)). El ciclo estral, en las ovejas, tiene una duración de 16 a 17 días ([McKenzie y Terrill, 1937](#)), el estro se manifiesta entre 24 y 36 h ([Quirke et al., 1979](#)). La ovulación tiene lugar aproximadamente entre las 24 a 27 h después del inicio del estro ([Henderson y Robinson, 2008](#)), y ocurre espontáneamente al final del estro ([Goodman e Inskeep, 2006](#)). La duración del ciclo estral en los ovinos consta de la fase de desarrollo folicular que termina con la ovulación, con una duración de dos a tres días y la fase lútea (desarrollo y lisis del cuerpo lúteo) que tiene una duración de 13 a 14 días ([Padilla et al., 1988](#)).

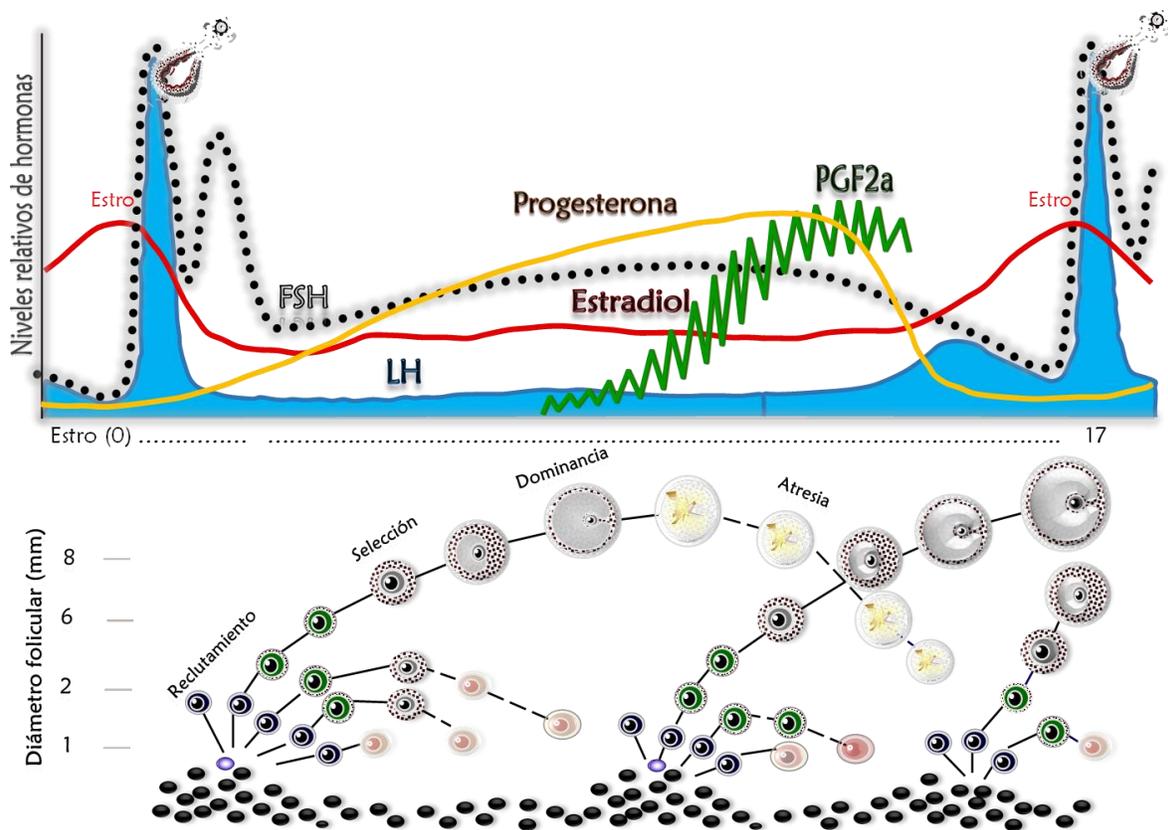


Figura 4. Representación esquemática de los perfiles hormonales responsables del ciclo estral en la oveja. (LH: Hormona Luteinizante, FSH: Hormona Folículo Estimulante, $PGF_{2\alpha}$: Prostaglandina $F_{2\alpha}$). Modificado de Thiéry y Martin, (1991).

2.2. Control de los eventos reproductivos en la oveja

El ciclo estral es regulado por mecanismos neuroendocrinos (secreción pulsátil de GnRH) que pasa a través del sistema vascular porta hipotálamo-hipofisario y estimula la secreción pulsátil de las gonadotropinas FSH y LH, que son sintetizadas en la hipófisis anterior (Padilla *et al.*, 1988; Hafez, 2000) y secretadas al torrente sanguíneo general, donde viajan hasta llegar a su órgano blanco (ovarios) para la estimulación y secreción de esteroides (estradiol, progesterona) y oxitocina y que a su vez pueden estimular el útero para la producción y secreción de $PGF_{2\alpha}$. Los ovinos de pelo son poco estacionales y manifiestan un comportamiento reproductivo constante durante todo el año (Heredia *et al.*, 1991).

2.3. Variables reproductivas en la oveja

2.3.1. Prolificidad

Es el número total de corderos nacidos entre el total de ovejas paridas. [Valencia y González \(1993\)](#); [Macedo y Alvarado \(2005\)](#) y [González *et al.* \(2010\)](#) reportaron que en la oveja Pelibuey la prolificidad varía de 1.26 a 2.20. Esta variable está influenciada por factores genéticos y ambientales como la época, el número y el año de parto, así como, el tratamiento hormonal ([Zamora *et al.*, 2004](#)).

2.3.2. Fecundidad

Número total de corderos nacidos entre el total de ovejas expuestas al macho; en esta variable se observa la fertilidad y la prolificidad, por lo que es dependiente de estos, así que, los factores que influyen a dichas variables, afectarán la fecundidad ([Rettray *et al.*, 1981](#)).

2.3.3. Fertilidad

[Valencia y Gonzales \(1993\)](#) mencionaron que la fertilidad es el número de hembras paridas entre el número total de ovejas expuestas al macho en un intervalo de tiempo y que es expresada en porcentaje. La nutrición es uno de los principales factores que influyen en la función y eficiencia reproductiva en rumiantes, por lo que la deficiencia nutricional en los animales, ejerce efectos detrimentales en la misma ([Dunn y Moss, 1992](#); [Viñoles *et al.*, 2005](#)).

2.4. Anestro postparto en la oveja

La anovulación en la hembra durante el período postparto es una estrategia adaptativa que promueve la supervivencia de las crías ([Nowak *et al.*, 2000](#)). En mamíferos, la lactancia inhibe la actividad ovárica. En ovejas y ciervos, el anestro postparto parece ser corto y puede coincidir con el inicio del anestro estacional ([McNeilly, 2001](#); [García *et al.*, 2002](#); [Arroyo-Ledezma *et al.*, 2009](#)). Algunas evidencias sugieren que la restricción del contacto hembra con sus crías durante el período postparto en ovejas, reduce el intervalo entre el parto, primer-estro y la ovulación, sin que afecta el desarrollo del cordero ([Schirar *et al.*, 1989](#); [Mandiki *et al.*, 1989](#); [Morales-Terán *et al.*, 2004](#), [Pérez-Hernández *et al.*, 2009](#)).

2.5. Estímulos negativos durante el anestro postparto

2.5.1 Amamantamiento

El amamantamiento y la presencia de la cría disminuyen la secreción pulsátil de GnRH/LH, prolongando el anestro postparto ([Custhaw *et al.*, 1992](#); [Yavas y Walton, 2000](#)). La

anovulación en la hembra postparto, es una estrategia adaptativa para protección y supervivencia de las crías (Nowak *et al.*, 2000); durante el periodo postparto, la lactancia inhibe la actividad ovárica, y en ovejas, el anestro posparto parece ser corto, y coincide con el inicio de la época de anestro (Arroyo-Ledezma *et al.*, 2009). El amamantamiento participa en la inhibición de la actividad reproductiva, incrementando la sensibilidad del hipotálamo al efecto negativo del E₂, además participan los péptidos opioides endógenos y los glucocorticoides (Gordon *et al.*, 1987) provocando una inhibición en la liberación de GnRH/LH, los folículos ováricos no desarrollan, por lo cual no llegan a la dominancia y en consecuencia se atresian (Schirar *et al.*, 1990). Además, Schirar *et al.*, (1990) encontraron que la amplitud y frecuencia de los pulsos de LH es mayor y se incrementan más rápido en ovejas no amamantando que en aquellas que están amamantando durante el periodo postparto.

En ovejas que no están amamantando, la actividad ovárica postparto reinicia entre la, 3^a y 5^a semana (Schirar *et al.*, 1989) y se asocian con un restablecimiento de los niveles normales de secreción de LH, de receptores y de la respuesta a GnRH; mientras que, en ovejas que están amamantando, el estro puede retrasarse por tres semanas más; se ha observado una diferencia de siete días a la presentación de la primera oleada preovulatoria de LH postparto en ovejas que no amamantan (10 ± 2 d) respecto a las que si lo hacen (17 ± 1 d), por lo que se ha concluido que la LH es el factor que limita el reinicio de la actividad ovárica durante el postparto y el amamantamiento potencializa la inhibición de la secreción pulsátil de la LH (Mauleón y Dautier, 1965; Schirar *et al.*, 1990).

2.5.2.- Nutrición

La nutrición es otro de los factores ambientales que influyen en la función y eficiencia reproductivas en los rumiantes (Smith, 1988). López-Sebastián *et al.* (2001) mencionaron que la nutrición regula el inicio de los ciclos estrales, el desarrollo folicular, la calidad del ovocito y el desarrollo embrionario temprano. La pérdida de peso corporal a partir del parto, como respuesta a las necesidades de energía para la lactación se ha considerado que influye de forma negativa en la función reproductiva normal (Church, 1993), es especialmente drástica en ovejas lactantes y puede influir en la reanudación de la actividad estral y ovárica (Lindsay *et al.*, 1993).

Gutiérrez (2001) mencionó los posibles sitios donde una nutrición deficiente puede ejercer efectos negativos en la actividad reproductiva: 1. En el hipotálamo e hipófisis alterando la secreción de gonadotropinas para retrasar la ovulación y causar un desarrollo folicular anormal. 2. Directamente en el ovario donde tanto los patrones de crecimiento folicular como la función lútea pueden verse afectados. 3. Altera el desarrollo folicular donde, indirectamente, la calidad del ovocito puede verse reducida con el subsecuente efecto negativo a la supervivencia embrionaria. 4. Provoca un ambiente uterino inadecuado que afecta negativamente el desarrollo y supervivencia del embrión; los cuales tienen efecto principalmente en el sistema nervioso central y en ovario (Schillo, 1992)

2.5.3. Época reproductiva

La oveja doméstica (*Ovis aries*) es una especie poliestrónica estacional, su reproducción es durante los días con menores horas luz (días cortos), manteniéndose en anestro el resto del año (días largos; Figura 5; Hafez, 2000). Presenta patrones de estacionalidad reproductiva de acuerdo a sus necesidades fisiológicas, de tal manera que los nacimientos ocurren la mejor época del año con abundancia de pastos y temperatura ambiental confortable (Forcada *et al.*, 1992), esta es una de las características más representativa de la reproducción de los ovinos, herencia de las poblaciones naturales y marcada por la necesidad de tener los partos en primavera. Otros autores llaman a la oveja, reproductora de días cortos, porque su actividad sexual ocurre durante otoño e invierno, de esta manera el cambio natural de días largos a días cortos es seguido por una estimulación de la actividad reproductiva (Chimineau *et al.*, 1992).

CICLO ANUAL DE PRODUCCIÓN

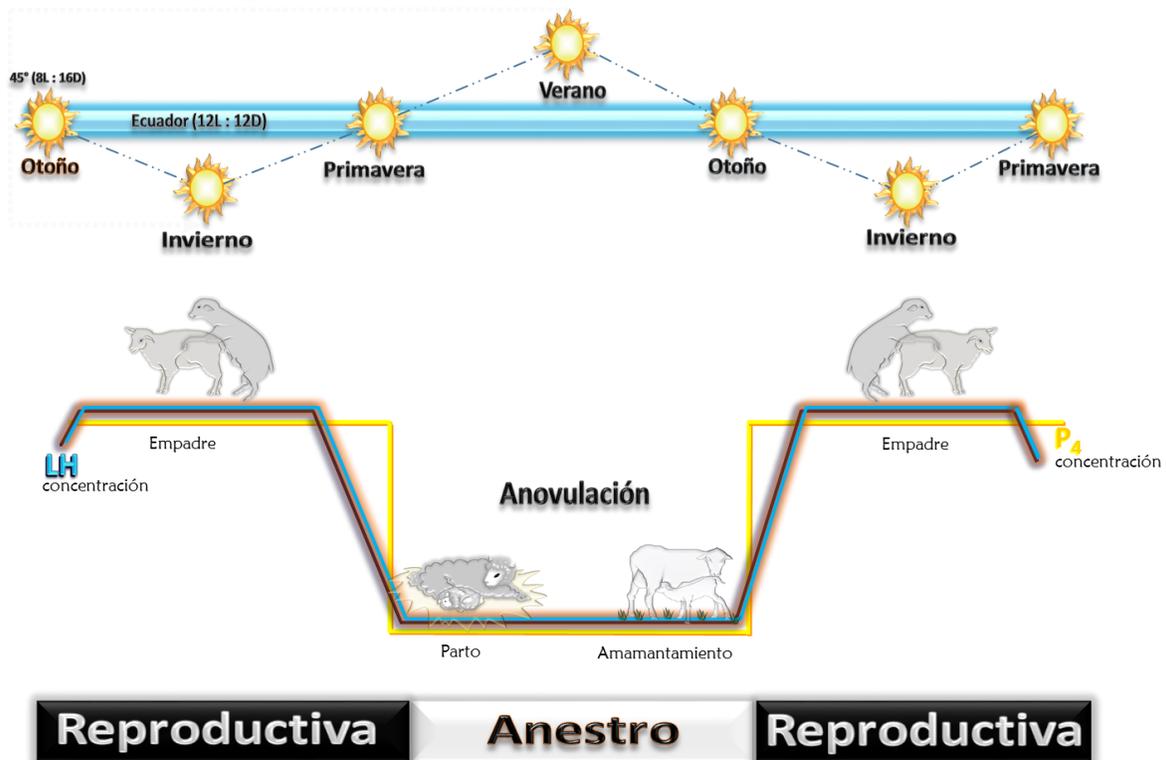
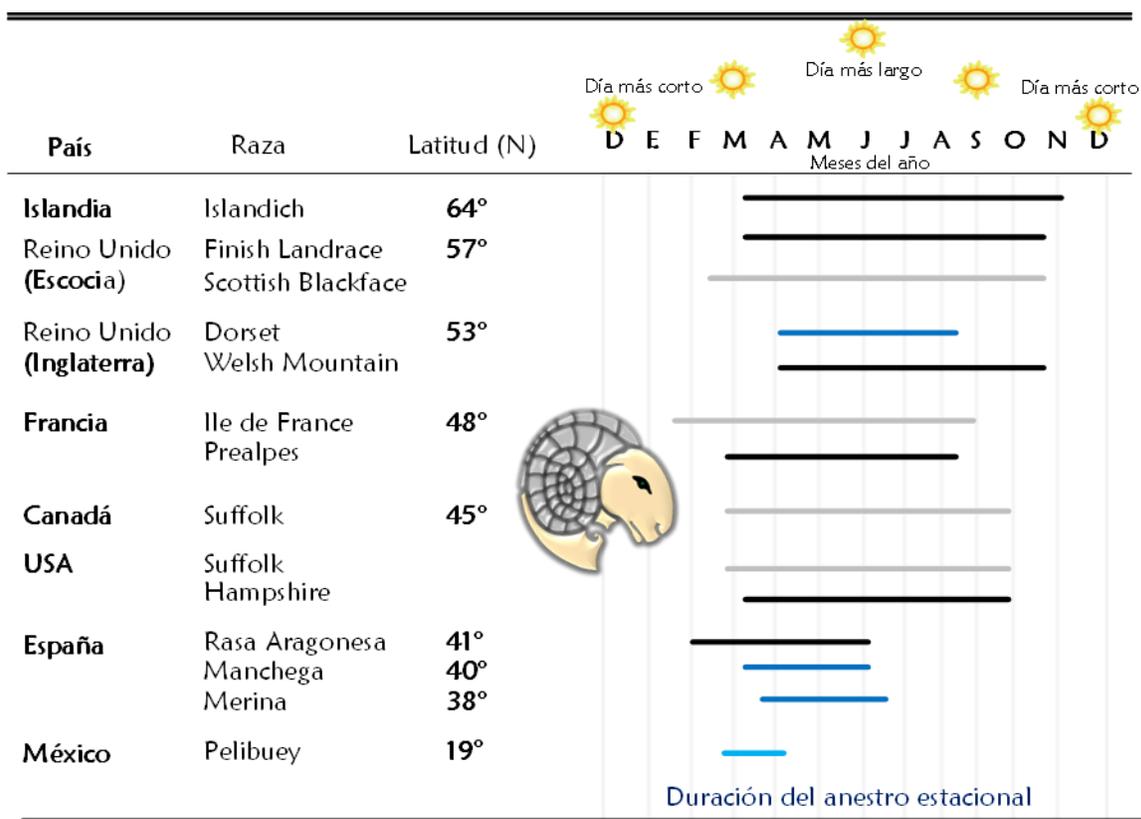


Figura 5. Ciclo reproductivo anual de la oveja. Modificado de Foster *et al.* (1986).

La estacionalidad reproductiva de los ovinos está regulada por el fotoperiodo (Figura 5), factor que determina la estacionalidad en la reproducción. Las razas originarias de latitudes altas ($>35^\circ$) presentan una marcada estacionalidad reproductiva y los ovinos de origen mediterráneo o ecuatorial, expresan estacionalidad reproductiva corta y en ocasiones inexistente. Así pues, el origen de la raza determina el comportamiento reproductivo estacional (Arroyo-Ledezma, 2011). Los ovinos de pelo suelen ser poco estacionales y manifiestan un comportamiento reproductivo constante a lo largo del año (Heredia *et al.*, 1991). En la oveja Pelibuey es menos marcada o casi nula por ser una raza originaria de latitudes tropicales (Cuadro 2). En México, existe mucha controversia en base a la estacionalidad reproductiva de la raza Pelibuey, se ha reportado que las ovejas Pelibuey no presentan una estacionalidad reproductiva asociada al fotoperiodo, razón por la cual, se podrían reproducirse todo el año, y cuando la actividad reproductiva en esta raza disminuía,

se asociaba con factores distintos al fotoperiodo, principalmente factores nutricionales (González-Reyna *et al.*, 1991; Cruz *et al.*, 1994) en la actualidad en el Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos del Colegio de Postgraduados, se han generado evidencias que la raza Pelibuey si presenta estacionalidad reproductiva por efecto del fotoperiodo.

Cuadro 2. Duración del anestro estacional en los ovinos en relación a la raza y latitud.



Modificado de López-Sebastián *et al.* (2005)

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La función reproductiva en los ovinos se presenta como una serie de eventos fisiológicos cambiantes a través del año. La oveja presenta una época reproductiva, caracterizada por una sucesión de ciclos estrales con una duración de 16 a 18 días, alternándose con una época de anestro, en la cual existe una ausencia de ovulación (Gallegos-Sánchez *et al.*, 1999). La actividad reproductiva de los ovinos, en climas templados es estacional, está controlada por diversos factores del ambiente, principalmente el fotoperiodo, del cual las variaciones anuales determinan la organización temporal del ciclo sexual por un cambio de actividad del eje hipotálamo-hipofisiario (Malpoux *et al.*, 1989). El carácter estacional de la actividad reproductiva de la borrega en latitudes templadas, se conoce desde hace mucho tiempo; en las ovejas de pelo, como la Pelibuey la estacionalidad ha sido considerada diferente a la observada para los animales de climas templados, ya que el fotoperiodo es aparentemente secundario a un conjunto de señales ambientales que tiene mayor relevancia en el proceso reproductivo estacional (Cortés, 1993).

Las ovejas adultas durante el período postparto están sujetas a fuertes estímulos negativos que no permiten el reinicio de la actividad reproductiva después del parto. El amamantamiento es uno de los mecanismos más potentes para retrasar el restablecimiento de la ciclicidad estral postparto (Martín y Banchemo, 1999), por la inhibición del generador de pulsos de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH; Arroyo-Ledezma *et al.*, 2009). Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue determinar si el manejo del periodo postparto tiene efecto en la actividad reproductiva de la oveja Pelibuey.

IV. ESTUDIOS REALIZADOS.

4.1. ESTUDIO I. “PROLIFICIDAD Y FECUNDIDAD DE OVEJAS PELIBUEY EN ESTADOS FISIOLÓGICOS DIFERENTES”

4.1.1 Resumen

Se realizó un experimento para evaluar la prolificidad y fecundidad en el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en ovejas Pelibuey. En el presente experimento, se utilizaron 69 ovejas Pelibuey, que se distribuyeron en tres tratamientos: Tratamiento 1 (T₁), hembras vacías (n=16); Tratamiento 2 (T₂), hembras destetadas (n=24); Tratamiento 3 (T₃), hembras amamantando (n=45), crías con madres durante todo el experimento. Los datos fueron analizados por comparación de curvas de supervivencia Log-Rank, procedimiento Life-Test, comparación de dos proporciones binomiales y por el método de remuestreo, BootStrap paramétrico. En el presente experimento, no hubo diferencias ($\alpha = 0.05$) entre tratamientos en ovejas que entraron en estro. En inicio al estro, de manera similar no se observaron diferencias ($\alpha = 0.05$), sin embargo, T₁ tardó más días en reestablecer la actividad ovárica; para los animales que retornaron al estro, tampoco se observaron diferencias ($\alpha = 0.05$). No se encontraron diferencias ($\alpha = 0.05$) en fertilidad, prolificidad y fecundidad, sin embargo, las hembras de T₁ y T₃ tuvieron la prolificidad mayor (1.5a) y T₃ la fecundidad mayor (1.2a) que los animales de T₂ (0.9a) y T₁ (1.0a) respectivamente. Por lo que se concluye que, el manejo reproductivo de las hembras amamantando, para que restablezcan la actividad ovárica durante el postparto, no es diferente al manejo reproductivo de las hembras no gestantes y el de las destetadas.

Palabras clave: Pelibuey, periodo postparto, prolificidad, fecundidad, amamantamiento.

4.1.2 Abstract

An experiment was carried out to evaluate prolificity and fecundity in the reestablishment of postpartum ovarian activity in Pelibuey sheep. In the present experiment, 69 Pelibuey sheep were used, which were distributed in three treatments: Treatment 1 (T₁), empty females (n = 16); Treatment 2 (T₂), weaned females (n = 24); Treatment 3 (T₃), breastfeeding females (n = 45), offspring with mothers throughout the experiment. Data were analyzed by comparing Log-Rank survival curves, Life-Test procedure, comparing two binomial proportions and by the resampling method, Parametric BootStrap. In the present experiment, there were no

differences ($\alpha = 0.05$) between treatments in ewes that entered estrus. At the start of the estrus, similarly no differences were observed ($\alpha = 0.05$); however, T₁ delayed more days to reestablish ovarian activity; For the animals that returned to the estrus, no differences were observed ($\alpha = 0.05$). No differences ($\alpha = 0.05$) were found in fertility, prolificacy and fecundity; however, females of T₁ and T₃ had higher prolificacy (1.5a) and T₃ had higher fertility (1.2a) than T₂ animals (0.9a) And T₁ (1.0a) respectively. Therefore, it is concluded that reproductive management of breastfeeding females, in order to restore ovarian activity during postpartum period, is not different from the reproductive management of non-pregnant females and weaning females.

Key words: Pelibuey, postpartum period, prolificacy, fecundity, breastfeeding.

4.1.3 Introducción

[Heredia et al. \(1991\)](#) encontraron que los ovinos de pelo suelen ser poco estacionales y manifiestan un comportamiento reproductivo constante a lo largo del año. La duración del ciclo estral en los ovinos es aproximadamente de 15 a 19 días, con un promedio de 17 días, el cual se divide en: crecimiento folicular conducente a la ovulación, con una duración de dos a tres días y, el desarrollo y lisis del cuerpo lúteo con una duración de 13 a 14 días ([Padilla et al., 1988](#)).

El período postparto se caracteriza por ser un período de inactividad ovárica y quiescencia sexual ([Wise et al., 1986](#)) por lo que el reinicio temprano de la ciclicidad estral después del parto es de gran importancia para la eficiencia reproductiva en rumiantes. Son los diversos factores participan en su duración; entre los cuales se destacan por su importancia la involución uterina, estado endocrino, nutrición, amamantamiento, ambiente y presencia de machos ([González et al., 1991](#); [López e Inskip, 1998](#)). [López-Sebastián et al. \(1993\)](#) encontraron que dichos factores estimulan o inhiben la capacidad de control del sistema endócrino sobre la formación de gametos funcionales y capacidad de gestación. Por lo que, se planteó este experimento con el objetivo de evaluar el manejo del periodo postparto en ovejas Pelibuey en diferentes etapas fisiológicas para evaluar su comportamiento reproductivo en fertilidad, prolificidad y fecundidad.

4.1.4. Materiales y métodos

4.1.4.1. Localización del área de estudio

El experimento se desarrolló en el Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (LaROCa) del Colegio de Postgraduados, ubicado en Montecillo, Estado de México, localizado a 19° 29' N y 98° 53' W a 2250 msnm. El clima se clasifica como C (W) templado, precipitación media anual de 644.8 mm y temperatura media de 15 °C (García, 1988). Las hembras serán manejadas según las normas establecidas por el “Reglamento para el uso y cuidado de animales destinados a la investigación en el Colegio de Postgraduados”, con la finalidad de evitar al máximo el estrés y el sufrimiento innecesario de los animales experimentales.

4.1.4.2. Animales y dieta utilizados

Se utilizaron 69 ovejas Pelibuey con promedio de 2.5 ± 0.5 lactancias y un lote de 16 hembras de primer parto. Durante el desarrollo del experimento, todas las ovejas en el postparto consumieron $2.0 \text{ kg oveja}^{-1}\text{d}^{-1}$ de una dieta integral elaborada con heno molido de avena (70%) mezclado con un concentrado comercial (Anexo 1) que contenía 15% de proteína cruda y 2.9 Mcal de energía metabolizable kg^{-1} (30%), sales minerales (Vitalal Reproductor®, Servicios Especializados en Producción Animal. Cada 1000 g contiene: calcio, 8.30%; fósforo, 12.0%; magnesio, 4.0%; sodio, 17.42%; cloro, 26.91%; potasio, 0.319%; azufre, 530 ppm; manganeso, 2,000 ppm; hierro, 2,622 ppm; zinc, 4,000 ppm; cobre, 500 ppm; yodo, 100 ppm; selenio, 30 ppm; cobalto, 40 ppm; vitamina A, 100,000 UI; vitamina D, 25, 000 UI y vitamina E 100 UI) y agua a libre acceso. Los corderos, además de la leche de sus madres recibieron un suplemento proteico (20 % PC) a libre acceso a partir de los siete días de edad (Anexo 2) y un suplemento proteico energético 10 días antes del destete (60 días; Anexo 3); además de heno de alfalfa, se proporcionó agua a libre acceso a todos los animales.

4.1.4.3. Tratamientos

Se realizó un experimento para evaluar la prolificidad y fecundidad en el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en ovejas Pelibuey en distintas etapas fisiológicas. En el presente experimento, se utilizaron 69 ovejas Pelibuey, que se distribuyeron en tres tratamientos: Tratamiento 1 (T₁), animales vacíos (n=16); Tratamiento 2 (T₂), hembras

destetadas (n=24; con más de 120 días postparto); Tratamiento 3 (T₃), amamantamiento continuo (n=45; menos de 50 días postparto), crías con madres durante todo el experimento (Figura 6). En el día 7 después de colocar el dispositivo intravaginal de liberación de progesterona (CIDR) se aplicó prostaglandina F2 alfa (PGF_{2α}) y Gonadotropina Coriónica equina (eCG) para posteriormente en el día 9 retirar el CIDR. A las 4 horas de haberse retirado el CIDR, se inició con la detección de estros cada cuatro horas por 72 horas, con un semental provisto de un mandil para evitar la penetración y posteriormente realizar una inseminación dirigida, considerando que la hembra entro en estro si permanecía inmóvil al momento que el macho intentaba montarla (Figura 6).

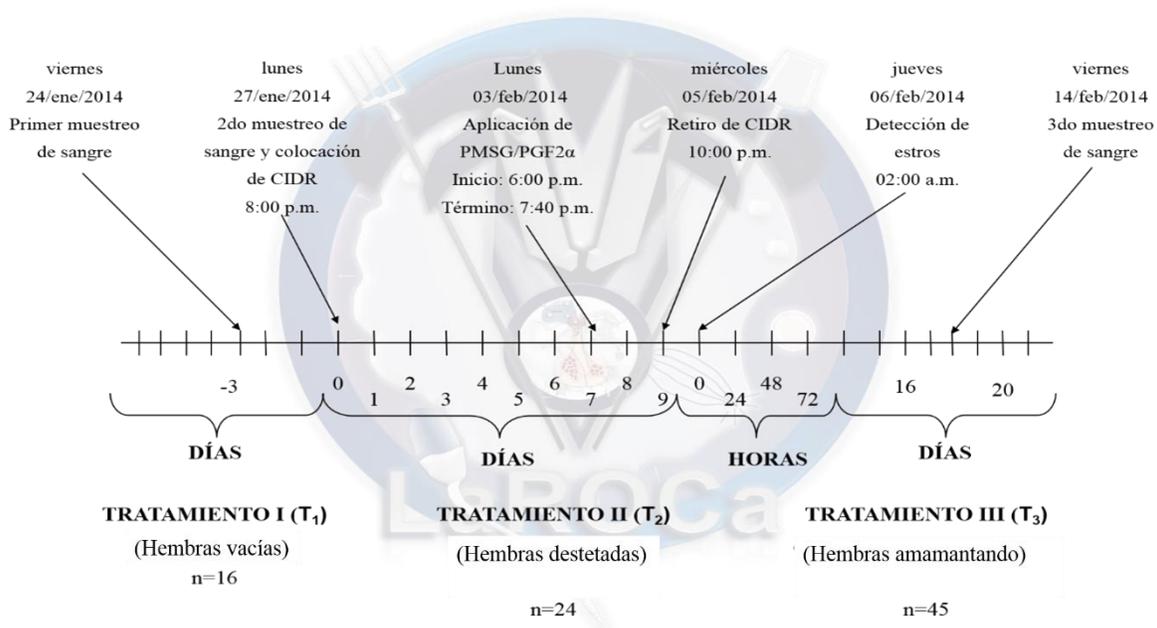


Figura 6. Protocolo de sincronización e inducción de la ovulación en ovejas Pelibuey.

4.1.4.4.- Manejo de los animales durante el periodo experimental

Al momento del parto, los animales fueron distribuidos en los corrales, con la finalidad de evitar al máximo la diferencia de alimentación. Las ovejas fueron alojadas en corrales provistos de sombra, comedero y bebedero automáticos. Se desparasitaron (Ivermectina) y se les aplicó vitaminas (A,D,E). El concentrado y forraje se ofreció dos veces al día, a las 7 am y 6 pm. Las ovejas con amamantamiento continuo (T₃) permanecieron con sus crías 24 h d⁻¹ hasta el destete, destetadas (más de 60 días; T₂), se separaron de sus crías a partir del día

siete postparto y sólo permanecieron juntos 60 min d⁻¹ (30 min por la mañana y 30 min por la tarde) para que se amamantaran, T₁ siempre permanecieron solas. Los pesajes de todas las ovejas se efectuaron al momento del parto.

Los sementales que fueron utilizados para la detección de estros se alimentaron con una dieta general (Cuadro 3 y 4), y fueron evaluados previamente para comprobar su libido y capacidad reproductiva, se introdujeron a los corrales de las hembras para hacer la detección de estros cada 4 h por 72 h.

Cuadro 3. Composición de la dieta general del rebaño.

| Ingrediente | Materia seca (%) |
|---------------------|------------------|
| Heno de avena | 40.0 |
| Maíz rolado | 16.0 |
| Salvado de trigo | 14.0 |
| Rastrojo de maíz | 10.0 |
| Cascarilla de soya | 9.0 |
| Pasta de soya | 8.5 |
| Minerales* | 1.0 |
| Ortofosfato | 0.5 |
| Carbonato de calcio | 1.0 |

*Vitasal Reprodutor®, Servicios Especializados en Producción Animal. Cada 1000 g contiene: calcio, 8.30%; fósforo, 12.0%; magnesio, 4.0%; sodio, 17.42%; cloro, 26.91%; potasio, 0.319%; azufre, 530 ppm; manganeso, 2,000 ppm; hierro, 2,622 ppm; zinc, 4,000 ppm; cobre, 500 ppm; yodo, 100 ppm; selenio, 30 ppm; cobalto, 40 ppm; vitamina A, 100,000 UI; vitamina D, 25, 000 UI y vitamina E 100 UI.

Cuadro 4. Análisis proximal* de la dieta general del rebaño

| Elemento | Base húmeda (%) | Base seca (%) | Análisis calculado |
|-----------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|
| Materia Seca | 94.47 | 100 | 89.48 |
| Humedad | 5.53 | 0.0 | 10.52 |
| Proteína Cruda | 12.86 | 13.61 | 13.46 |
| Fibra Cruda | 9.37 | 9.93 | 10.07 |
| Cenizas | 4.24 | 4.96 | 4.23 |
| Extracto Etéreo | 2.17 | 2.30 | 3.08 |
| Energía | | 2.4 Mcal ^{kg-1} | 2.5 Mcal ^{kg-1} |

*Laboratorio de Nutrición, Depto. De Zootecnia, UACh, Chapingo, Méx.

4.1.4.5. Toma de muestras

Para determinar el restablecimiento de la actividad ovárica postparto, se tomaron muestras de sangre a todas las ovejas, vía punción de la vena yugular, tres días antes de la inserción del dispositivo con progestágeno, al momento de inserción y en el día dieciocho después de insertado el dispositivo. Se utilizaron tubos vacutainer sin anticoagulante. La colección se realizó a las 9:00 h e inmediatamente después, se centrifugó a 2500 rpm por 20 min; el suero se separó por decantación y las muestras se almacenaron a -20 °C hasta su análisis.

La progesterona se determinó por radioinmunoanálisis en fase sólida (Srikandakumar *et al.*, 1986). Se consideró que una oveja restableció su actividad ovárica cuando dos muestras consecutivas tuvieron 0.5 ng mL⁻¹ o más de 1 ng mL⁻¹ de progesterona en una sola muestra.

Las ovejas y los corderos se pesaron cada semana (7:30 – 8:30 h), desde el parto hasta los 62.85 ± 4.79 días postparto, con la finalidad de determinar la ganancia de peso de las crías y los cambios de peso de las ovejas.

4.1.4.6. Variables evaluadas

- a. Inicio y Restablecimiento de la actividad ovárica.- Al momento de ser detectado el estro por el macho.
- b. Fertilidad.- Es el número de hembras paridas entre el número total de ovejas expuestas al macho en un intervalo de tiempo, y se expresa en porcentaje.
- c. Prolificidad.- Es el número total de corderos nacidos entre el total de ovejas paridas.
- d. Fecundidad.- Es el número total de corderos nacidos entre el total de ovejas expuestas al empadre, conjuga la fertilidad y la prolificidad, es dependiente de estos, así como, de factores que ejercen influencia en los mismos.

4.1.4.7. Análisis estadístico

- a) Comparación de curvas de supervivencia Log-Rank, procedimiento Life-Test ([SAS, 2016](#)).
- b) Comparación de dos proporciones binomiales ([Minitab18, 2017](#)).
- c) y d) Método de remuestreo, BootStrap paramétrico ([Minitab18, 2017](#)).

El modelo del diseño experimental utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor observado de la variable respuesta.

μ = Media poblacional.

A_i = Efecto fijo de etapa fisiológica en su i -ésimo nivel ($i= 1, 2, 3$)

E_{ijk} = Error experimental asociado a Y_{ijk} ; $E_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$

4.1.5. Resultados y discusión

4.1.5.1. Restablecimiento de la actividad ovárica

En el cuadro 5, se muestran las diferencias utilizando un $\alpha = 0.05$ entre tratamientos de la respuesta al estro en ovejas Pelibuey. Se observa que no hubo diferencias ($\alpha = 0.05$) entre tratamientos en ovejas que entraron en estro. En inicio al estro, de manera similar no se observaron diferencias ($\alpha = 0.05$), sin embargo, T₁ tardó más días en reestablecer la actividad ovárica; para los animales que retornaron al estro, tampoco se observaron diferencias ($\alpha = 0.05$).

Cuadro 5. Comportamiento reproductivo durante el periodo postparto de ovejas Pelibuey en diferentes etapas fisiológicas.

| Tratamiento | n | Ovejas en estro | | Inicio de estro (h) | Ovejas en retorno | |
|----------------|----|-----------------|-------|------------------------|-------------------|-------|
| | | n' | (%) | | n'' | (%) |
| T ₁ | 16 | 15 | 93.8a | 38.5±3.9a | 4 | 26.7a |
| T ₂ | 24 | 24 | 100a | 32.0±1.9a | 8 | 33.3a |
| T ₃ | 45 | 45 | 100a | 33.8±2.2a | 11 | 24.4a |

T₁= Animales primerizas, T₂ = Animales >60 días postparto y T₃ = animales = 50±5 días postparto

n= Número de ovejas; n' = Número de ovejas dentro de n; n''= Número de ovejas dentro de n'.

% = Proporción de animales.

h = Horas.

a: valores con misma literal en la misma columna son similares ($\alpha < 0.05$).

No se observaron diferencias en el porcentaje de ovejas que ovularon al primer y retorno al estro entre tratamientos ($\alpha > 0.05$), lo que difiere [Morales-Terán et al. \(2011\)](#) quienes reportaron que la proporción de ovejas que ovularon con amamantamiento controlado con macho fue de 92.85% respecto a las de amamantamiento continuo con macho de 64.28% ($p < 0.05$). [Contreras et al. \(2003\)](#), [Morales-Terán et al. \(2004\)](#), [Pérez-Hernández et al. \(2009\)](#) y [Morales-Terán et al. \(2011\)](#) reportan que el amamantamiento continuo sin macho y amamantamiento controlado sin macho inhibe el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en la oveja Pelibuey, en el presente estudio no se observan diferencias entre los

tratamientos con animales que estuvieron siempre con sus crías y aquellas que ya habían sido separadas de las crías. Cruz-Espinoza (2011) reporta un alto porcentaje (100%) de ovejas que ovularon antes del día 35 postparto en respuesta a la introducción del macho con las hembras a partir del día 10 postparto en animales con amamantamiento continuo y amamantamiento controlado, y sugiere que un adecuado manejo del amamantamiento y del “efecto macho” a los pocos días después del parto, puede estimular rápidamente el reinicio de la actividad ovárica de las ovejas Pelibuey

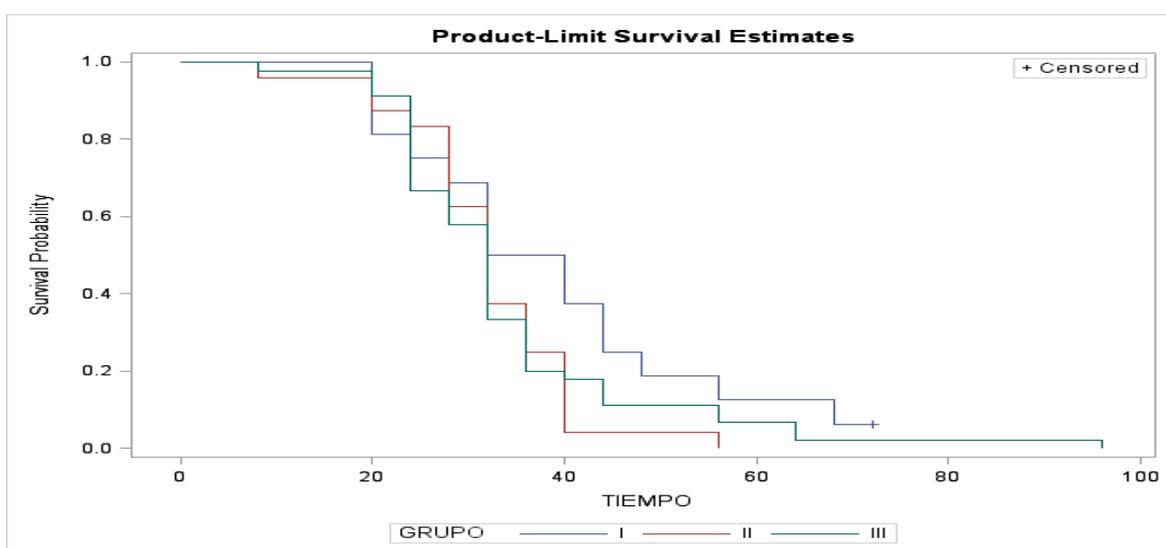


Figura 7. Curva de supervivencia de probabilidad acumulada de restablecimiento de la actividad ovárica durante el periodo postparto de ovejas Pelibuey.

En la Figura 7 se presentan los tratamientos y puede observarse que los animales que amamantaban y las que estaban sin cría, tienden a reiniciar su actividad ovárica de manera más pronta que los animales vacíos ($33.8 \pm 2.2a$, $32.0 \pm 1.9a$ y $38.5 \pm 3.9a$ respectivamente). Morales-Terán *et al.* (2011) reportaron que, en un grupo de ovejas con amamantamiento controlado y exposición al macho, encontraron que el 100% de las ovejas ovularon en promedio a los 42.1 ± 2.8 días. Morales-Terán *et al.* (2004) y Pérez-Hernández *et al.* (2009) reportaron que el amamantamiento inhibe el restablecimiento de la actividad ovárica en la oveja Pelibuey, pero en este estudio no se pudieron observar las diferencias.

4.1.5.2. Porcentaje de estro, fertilidad, prolificidad y fecundidad.

En el cuadro 6, podemos ver que no se encontraron diferencias ($\alpha = 0.05$) en fertilidad, prolificidad y en fecundidad; los animales que estuvieron con sus crías tuvieron la fecundidad mayor (1.2a) que los animales que habían sido retirados de sus crías (0.9a) y las hembras vacías (1.0a).

Cuadro 6. Porcentaje de estro, fertilidad, prolificidad y fecundidad en ovejas Pelibuey en diferentes etapas fisiológicas.

| Tratamiento | n | Hembras paridas | Crías nacidas | Fertilidad (%) | Prolificidad | Fecundidad |
|----------------|----|-----------------|---------------|----------------|--------------|------------|
| T ₁ | 16 | 11 | 16 | 68.8a | 1.5a | 1.0a |
| T ₂ | 24 | 16 | 22 | 66.7a | 1.4a | 0.9a |
| T ₃ | 45 | 34 | 52 | 75.6a | 1.5a | 1.2a |

T₁= Animales primerizas, T₂ = Animales >60 días postparto y T₃ = animales = 50±5 días postparto

n= Número de ovejas, n' = Número de ovejas dentro de n.

% = Proporción de animales.

a,b,c: valores con distinta literal en la misma columna son diferentes ($\alpha < 0.05$).

No se encontraron diferencias ($\alpha > 0.05$) en las variables de fertilidad, prolificidad y fecundidad entre los tratamientos, esto coincide con lo reportado por [Hernández-Marín \(2015\)](#) donde hembras amamantando sincronizadas con un progestágeno, presentaron una fecundidad de 1.7 ± 0.3 crías ($p < 0.05$) y con lo reportado por [Méndez \(2014\)](#) que no encontraron diferencias en hembras Pelibuey con una edad de 4.5 ± 1.2 años de edad y un peso promedio de 59.7 ± 9.6 kg, una media de 0.77 ± 0.14 corderos ovejas¹ en los tratamientos de amamantamiento (1.44 ± 0.29), los resultados de este experimento demuestran que no es necesario implementar un manejo reproductivo diferente para las hembras amamantando, ya que responden de igual manera que las hembras no gestantes y las destetadas.

4.1.6. Conclusiones

El manejo reproductivo de las hembras amamantando, para que restablezcan la actividad ovárica durante el postparto, no es diferente al manejo reproductivo de las hembras no gestantes y el de las destetadas.

4.2. ESTUDIO II. “EFECTO MACHO” EN EL RESTABLECIMIENTO DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA POSTPARTO EN OVEJAS PELIBUEY AMAMANTANDO

4.2.1. Resumen

En ovejas Pelibuey la duración del anestro postparto depende de la frecuencia e intensidad del amamantamiento, por lo cual, el objetivo del presente estudio fue determinar que el amamantamiento controlado y el “efecto macho” desde el día siete postparto incrementa el número de ovejas que reinician su actividad ovárica antes del destete (60 d postparto) y reduce el intervalo parto-primera ovulación, así como el cambio de peso corporal en las ovejas y de los corderos durante el periodo postparto. Se utilizaron 152 ovejas Pelibuey, asignadas al azar a uno de cuatro tratamientos. amamantamiento continuo (AC; $n = 38$), amamantamiento controlado (Ac; $n = 38$), AC + “efecto macho” (ACEM; $n = 38$) y Ac + “efecto macho” (AcEM; $n = 38$). El reinicio de la actividad ovárica postparto (días) y la ganancia diaria de peso (GDP) de las ovejas y corderos se determinaron y el porcentaje de ovejas que ovularon se calculó. El método de tiempos de vida se utilizó para analizar los datos, para la combinación de los niveles de estudio se utilizó el método de Bonferroni y un modelo de análisis de varianza completamente al azar con arreglo factorial 2X2. En el tiempo de reinicio de actividad ovárica postparto (primer incremento en los niveles de progesterona (P_4)) hubo diferencias ($p < 0.05$). AC y Ac no fueron diferentes ($p > 0.05$; 53.61 ± 4.36 y 50.11 ± 3.7 , respectivamente); en contraste, en las ovejas del tratamiento AcEM se observó que la concentración de P_4 se presentó más rápido ($p < 0.05$; 27.72 ± 0.56 d) que en los otros tratamientos. También, AC (55.3 %) fue diferente a Ac (89.5 %), ACEM (92.1 %) y AcEM (97.4 %). Las ovejas de AC ganaron más peso ($p < 0.05$; 9.77 ± 0.93 kg) que Ac (5.92 ± 0.65 kg), ACEM (4.21 ± 0.6 kg) y AcEM (6.93 ± 0.71 kg) y los corderos de los tratamientos AC (11.37 ± 0.4 kg) y ACEM (11.55 ± 0.5 kg) ganaron más peso ($p < 0.05$) que Ac (8.42 ± 0.51 kg). El control del amamantamiento y el efecto macho estimulan el restablecimiento de la actividad ovárica postparto y provocan la ovulación en ovejas Pelibuey.

Palabras Clave: Bioestimulación con carneros, amamantamiento, anestro postparto, Pelibuey.

4.2.2. Abstract

In Pelibuey sheep, the duration of postpartum anestrus depends on the frequency and intensity of suckling. Therefore, the objective of the present study was to determine that controlled suckling and the "male effect" from day seven postpartum increased the number of sheep that restarted Their ovarian activity before weaning (60 d postpartum), and reduces the interval between birth and first ovulation, as well as the change in body weight in sheep and lambs during the postpartum period. A total of 152 Pelibuey sheep were randomly assigned to one of four treatments. (Ac; n = 38), AC + "male effect" (ACEM; n = 38) and Ac + "male effect" (AcEM; n = 38). Restart of postpartum ovarian activity (days) and daily gain of weight (GDP) of sheep and lambs were determined and the percentage of sheep that ovulated was calculated. The life-time method was used to analyze the data, for the combination of study levels we used the Bonferroni method and a model of analysis of variance completely randomized with 2X2 factorial arrangement. At the time of resumption of postpartum ovarian activity (first increase in progesterone levels (P4)) there were differences ($p < 0.05$). AC and Ac were not different ($p > 0.05$, 53.61 ± 4.36 and 50.11 ± 3.7 , respectively); In contrast, sheep in the AcEM treatment showed that the P4 concentration was faster ($p < 0.05$, 27.72 ± 0.56 d) than in the other treatments. Also, AC (55.3%) was different from Ac (89.5%), ACEM (92.1%) and AcEM (97.4%). ACEM (4.21 ± 0.6 kg) and AC (6.93 \pm 0.71 kg) and lambs from the AC treatments (11.37 kg / ha) showed a greater weight gain ($p < 0.05$, 9.77 ± 0.93 kg) than Ac (5.92 ± 0.65 kg) \pm 0.4 kg) and ACEM (11.55 \pm 0.5 kg) gained more weight ($p < 0.05$) than Ac (8.42 ± 0.51 kg). Control of breastfeeding and the male effect stimulate the reestablishment of postpartum ovarian activity and cause ovulation in Pelibuey sheep.

Keywords: Biostimulation with rams, suckling, postpartum anestrus, Pelibuey.

4.2.3. Introducción

El anestro postparto (APP) es un ajuste evolutivo de los mamíferos, que evita que la hembra quede gestante mientras esta amantando, esto asegura la sobrevivencia de la cría (Arroyo-Ledezma *et al.*, 2009). Factores como raza, amamantamiento, nutrición y presencia de machos afectan el APP (Arroyo-Ledezma *et al.*, 2000). El amamantamiento en ovejas disminuye la respuesta reproductiva y ocasiona pérdidas económicas en los productores (Morales-Terán *et al.*, 2011) ya que, inhibe la actividad ovárica postparto que depende de la intensidad y frecuencia del amamantamiento (McNeilly, 2001). El amamantamiento inhibe la secreción pulsátil de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y en consecuencia de la hormona luteinizante (LH) durante el APP, prolongando el intervalo parto-primera ovulación (Morales-Terán *et al.*, 2011). La separación parcial o total del cordero adelanta el primer estro y ovulación postparto (Arroyo-Ledezma *et al.*, 2009; Pérez-Hernández *et al.*, 2009). La introducción repentina de los machos (bioestimulación por medio de señales socio sexuales) a los corrales de las ovejas (Álvarez y Zarco, 2001) es una alternativa para estimular la frecuencia de pulsos de LH y la posible ovulación en ovejas que están amamantando. El “efecto macho” en hembras Pelibuey induce actividad estral durante primavera-verano y en ausencia del macho la actividad ovárica disminuye (Valencia *et al.*, 2006). En ganado bovino la interacción del amamantamiento con la presencia del macho induce la ovulación, reduce el intervalo parto primera ovulación e incrementa el porcentaje de vacas que ovulan (Pérez-Hernández y Gallegos-Sánchez, 2010). Para obtener alternativas eficaces y poco costosas para inducir la ovulación en ovejas Pelibuey, durante el anestro postparto, se propone el “efecto macho” (introducción repentina del macho a los corrales de las hembras) como estrategia de manejo reproductivo. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del amamantamiento controlado y el “efecto macho” en el restablecimiento de la actividad ovárica posparto en ovejas Pelibuey amamantando, así como los cambios de peso corporal en las ovejas y de los corderos durante el periodo postparto.

4.2.4. Materiales y métodos

4.2.4.1. Localización del área de estudio

El estudio se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (LaROCa) del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, estado de México. Se localiza a 98° 53' longitud oeste, y 19° 29' latitud norte, a una altitud de 2250 m. El clima es Cb (wo) (w) (i ') g, templado húmedo con lluvias en verano y una precipitación anual de 636.5 mm, donde el porcentaje de lluvias invernales es menor al 5 % total. La temperatura media anual es 15.2 °C (García, 1988).

4.2.4.2. Tipo de animales

Se utilizaron 152 ovejas adultas Pelibuey recién paridas, con una edad promedio de 3.5 ± 0.5 años y un peso vivo promedio de 52.6 ± 4.7 kg y condición corporal de 3.5 (escala de 1 a 5; Russel *et al.*, 1969) amamantando, los corderos tuvieron un peso promedio al nacimiento de 3.01 ± 0.65 kg. Se utilizaron doce sementales, seis Pelibuey y seis Damara con buena libido para inducir el “efecto macho”.

Previo al inicio del experimento, los animales se desparasitaron con Ivermectina a una dosis de 0.2 mg kg^{-1} de peso, se vitaminaron y despezñaron. Los animales en este estudio, fueron manejados de acuerdo al “Reglamento para el uso y cuidado de animales destinados a la investigación en el Colegio de Postgraduados”, con la finalidad de evitar al máximo el estrés y el sufrimiento innecesario de los animales experimentales.

4.2.4.3. Tratamientos

Las ovejas se asignaron al azar (al momento del parto), a uno de cuatro tratamientos, en los cuales se combinó la modalidad de amamantamiento (amamantamiento continuo y amamantamiento controlado) con el “efecto macho”: amamantamiento continuo (AC; n = 38), amamantamiento continuo con “efecto macho” (ACEM; n = 38), amamantamiento controlado (Ac; n = 38) y amamantamiento controlado con “efecto macho” (AcEM; n = 38). Durante el experimento las ovejas con amamantamiento continuo (AC) con y sin “efecto macho” permanecieron las 24 horas del día con sus crías. Las hembras con amamantamiento controlado (Ac) con y sin “efecto macho”, permanecieron con sus corderos durante dos periodos de 30 min d⁻¹ (8:00 a 8:30 y 18:00 a 18:30 h); el resto del tiempo permanecieron separados. La distancia que separaba a las ovejas de los corderos fue mayor a 100 m, de manera que las madres no observaron, ni escucharon a sus crías durante el tiempo en el cual no estuvieron amamantando. El destete se realizó a los 63.34 ± 4.74 días en los cuatro tratamientos.

El manejo del amamantamiento en los diferentes tratamientos experimentales, se realizó a los 7 días de edad de los corderos, para permitir el consumo del calostro y leche a libre acceso durante los primeros días de vida de las crías para evitar posibles enfermedades.

4.2.4.4. Alimentación

Durante el experimento, las ovejas, los corderos y los machos, fueron alojados en corrales provistos con sombra, comederos, bebederos automáticos y piso de tierra. La alimentación para las ovejas se basó en una dieta integral (12% Proteína Cruda, 2.5 Mcal EM; Cuadro 7). La asignación por oveja por día de la dieta integral fue de 2.5 kg, ofrecida a las 08:00 y a las 16:00 h.

Cuadro 7. Dieta integral para ovejas (12 % PC, 2,5 Mcal EM kg⁻¹ MS)

| Ingredientes | Porcentaje de inclusión (%) |
|---------------------------|-----------------------------|
| Sorgo quebrado | 28 |
| Pasta de soya | 8 |
| Salvado de trigo | 12 |
| Cascarilla de soya | 12 |
| Heno de avena | 30 |
| Melaza | 7 |
| Premezcla mineral (oveja) | 2 |
| Carbonato de Ca | 1 |

4.2.4.5. Alimentación de los corderos

Se aseguró que los corderos ingirieran calostro dentro de la primera hora de nacidos y permanecieron junto a su madre en una jaula individual por 24 h hasta que la oveja los reconociera y amamantara, una vez establecido el vínculo madre-cría pasaban al tratamiento que les fue asignado. Los corderos, además de la leche de sus madres recibieron un suplemento proteico (20 % PC) a libre acceso a partir de los siete días de edad (Anexo 2) y un suplemento proteico energético 10 días antes del destete (60 días; Anexo 3); además de heno de alfalfa, se proporcionó agua a libre acceso a todos los animales.

4.2.4.6. Alimentación de los machos

La alimentación de los machos se basó en una dieta integral (Cuadro 8; 16 % PC, 2.6 EM Mcal kg⁻¹ MS), 2 kg en pesebre con la finalidad de cubrir sus requerimientos nutricionales y garantizar una buena calidad de semen y una excelente libido (búsqueda de hebras en estro).

Cuadro 8. Dieta integral para machos experimentales (16 % PC, 2.6 EM Mcal kg⁻¹ MS)

| Ingredientes | Porcentaje de inclusión (%) |
|-----------------------|-----------------------------|
| Heno de avena | 40 |
| Sorgo (grano entero) | 16 |
| Maíz (molido) | 16 |
| Pasta de soya | 8 |
| Salvado de trigo | 6 |
| Melaza | 6 |
| Gluten de maíz | 4 |
| Ortofosfato (VIMIFOS) | 1 |
| CaCO ₃ | 1 |
| Vitasal (oveja Plus) | 1 |
| Sal común | 0.5 |
| Aceite vegetal | 0.5 |

4.2.4.7. Obtención de muestras sanguíneas

Para determinar el restablecimiento de la actividad ovárica postparto, se tomaron muestras de sangre a todas las ovejas, vía punción de la vena yugular, desde el día 15 hasta el día 75 postparto. Se utilizaron tubos vacutainer sin anticoagulante. La toma de muestra se realizó dos veces por semana (lunes y viernes) a las 9:00 h e inmediatamente después, la sangre fue centrifugada a 2500 *rpm* por 20 min; el suero se separó por decantación y las muestras colectada se almacenó a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta su análisis.

La progesterona se determinó por radioinmunoanálisis en fase sólida (Srikandakumar *et al.*, 1986). Se consideró que una oveja restableció su actividad ovárica cuando dos muestras consecutivas tuvieron 0.5 ng mL^{-1} o más de 1 ng mL^{-1} de progesterona en una sola muestra.

Las ovejas y los corderos se pesaron cada siete días (7:30 – 8:30 h), desde el parto hasta los 62.85 ± 4.79 días postparto, con la finalidad de determinar la ganancia de peso de las crías y los cambios de peso de las madres.

4.2.4.8. Variables de estudio

Las variables evaluadas fueron:

- a. Intervalo parto – restablecimiento de la actividad ovárica: Periodo transcurrido desde el parto hasta el reinicio de la actividad ovárica en la oveja (progesterona $> 0.5\text{ ng mL}^{-1}$ en dos muestras consecutivas de suero sanguíneo o mayores a 1 ng mL^{-1} en una sola muestra).
- b. Cambio de peso en las ovejas: Diferencia en el peso de las ovejas desde el parto hasta los 62.85 ± 4.79 días postparto.
- c. Cambio de peso en los corderos: Ganancia de peso vivo de los corderos desde el nacimiento hasta los 63.34 ± 4.74 días de edad.

La variable intervalo parto-restablecimiento de la actividad ovárica por efecto de amamantamiento con “efecto macho” o no, se analizaron con el método de comparación de curvas de supervivencia Log-Rank, se utilizó el procedimiento LifeTest (SAS, 2016) para encontrar la mejor combinación de los niveles de estudio se utilizó el método de Bonferroni (SAS, 2016).

Para analizar el efecto de los factores de estudio (tipo de amamantamiento y “efecto macho”) en el peso de las crías y de las hembras durante el experimento, se utilizó el modelo de análisis de varianza completamente al azar con arreglo factorial 2X2 por el procedimiento GLM (SAS, 2016). Se realizó la prueba Tukey (Steel y Torrie, 1992) ($\alpha=0.05$) para medias de tratamientos.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor observado de la variable respuesta.

μ = Media poblacional.

A_i = Efecto fijo del tipo de amamantamiento en su i -ésimo nivel ($i = AC, Ac$).

B_j = Efecto fijo de la presencia o ausencia del macho en su j -ésimo nivel ($j = CM, SM$).

AB_{ij} = Efecto de la interacción tipo de amamantamiento por presencia o ausencia del macho.

E_{ijk} = Error experimental asociado a Y_{ijk} ; $E_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$.

4.2.5. Resultados y discusión

Los días al primer incremento de P₄ en las ovejas AC y Ac no fueron diferentes ($\alpha = 0.05$), pero en el tratamiento AcEM sí; las concentraciones de P₄ se presentaron primero (27.72 ± 0.56 a) en relación a los otros tratamientos ($\alpha = 0.05$). También, en el porcentaje de ovejas que ovularon se observaron diferencias ($\alpha = 0.05$) entre los tratamientos, AC fue diferente a Ac, ACEM y AcEM (Cuadro 9).

Cuadro 9. Comportamiento reproductivo durante el período postparto de ovejas Pelibuey con dos modalidades de amamantamiento con y sin “efecto macho”.

| Tratamiento | n | Días al primer incremento de P ₄ | Ovejas que ovularon n (%) |
|-------------|----|---|------------------------------|
| AC | 38 | 53.61 ± 4.36^c | 21 (55.3) ^a |
| Ac | 38 | 50.11 ± 3.78^c | 34 (89.5) ^b |
| ACEM | 38 | 35.11 ± 1.09^b | 35 (92.1) ^b |
| AcEM | 38 | 27.72 ± 0.56^a | 37 (97.4) ^b |

^{a,b,c} Medias con distinta literal en la misma columna son diferentes; AC= amamantamiento continuo, Ac= amamantamiento controlado, ACEM = amamantamiento continuo con “efecto macho” y AcCM= amamantamiento controlado con “efecto macho”, P₄ = progesterona, n= número de hembras

El tiempo de reinicio de la actividad ovárica con base a la modalidad del amamantamiento (AC vs Ac) de este estudio coincidió con los resultados de [Contreras et al. \(2003\)](#), [Morales-Terán et al. \(2004\)](#), [Pérez-Hernández et al. \(2009\)](#) y [Morales-Terán et al. \(2011\)](#). En este estudio el amamantamiento continuo (AC) también retrasó el reinicio de la actividad ovárica postparto (días a la primera ovulación). En la actualidad, se sabe que en las ovejas Pelibuey, la presencia del cordero inhibe el restablecimiento de la actividad ovárica y su separación parcial o total facilita la presentación del primer estro y la ovulación postparto ([Arroyo-Ledezma et al., 2009](#)), la frecuencia de secreción de la LH y de la FSH disminuye durante la gestación y el periodo postparto temprano ([Moss et al., 1980](#)) pero, no se inhibe el desarrollo y maduración folicular durante dicho periodo ([Clarke et al., 1984](#)), además la concentración de LH en hipófisis y en plasma en hembras que amamantan se incrementa gradualmente conforme el periodo postparto avanza, hasta alcanzar niveles similares a los existentes en hembras ciclando ([Nett et al., 1988](#)) por lo cual, controlar el amamantamiento (Ac) provoca que más ovejas Pelibuey ovulen antes del destete en comparación con las hembras de AC.

También, se puede observar (Cuadro 9) que el “efecto macho” (ACEM y AcEM vs AC y Ac) es un estímulo positivo que induce a las hembras Pelibuey a reinicien la actividad ovárica postparto mucho más rápido que las hembras que no tienen el “efecto macho”, resultados que coinciden con lo reportado por [Morales-Terán *et al.* \(2011\)](#) en un grupo hembras con amamantamiento controlado y exposición al macho, el 100 % de las hembras ovularon en 42.1 ± 2.8 días. También, en ovejas de lana se ha reportado que el “efecto macho” mejora la respuesta conforme el periodo postparto avanzaba ([Lindsay y Signoret, 1980](#); [Álvarez y Zarco, 2001](#)).

Por lo cual los resultados encontrados en este estudio, sugieren que el control del amamantamiento (Ac) en periodos cortos durante el día (dos periodos de 30 min día⁻¹) y el “efecto macho” desde pocos días después del parto (introducción del macho desde los siete días después del parto) estimulan la secreción pulsátil de GnRH/LH provocando la ovulación de las ovejas Pelibuey antes de los 30 días postparto sin la utilización de fármacos.

La ganancia de peso fue mayor al final del experimento en AC (9.77 ± 0.93 kg), en relación con Ac (5.92 ± 0.65 kg), ACEM (4.21 ± 0.62 kg) y AcEM (6.93 ± 0.71 kg) y no se encontraron diferencias entre Ac, ACEM y AcEM al final del experimento (Figura 8).

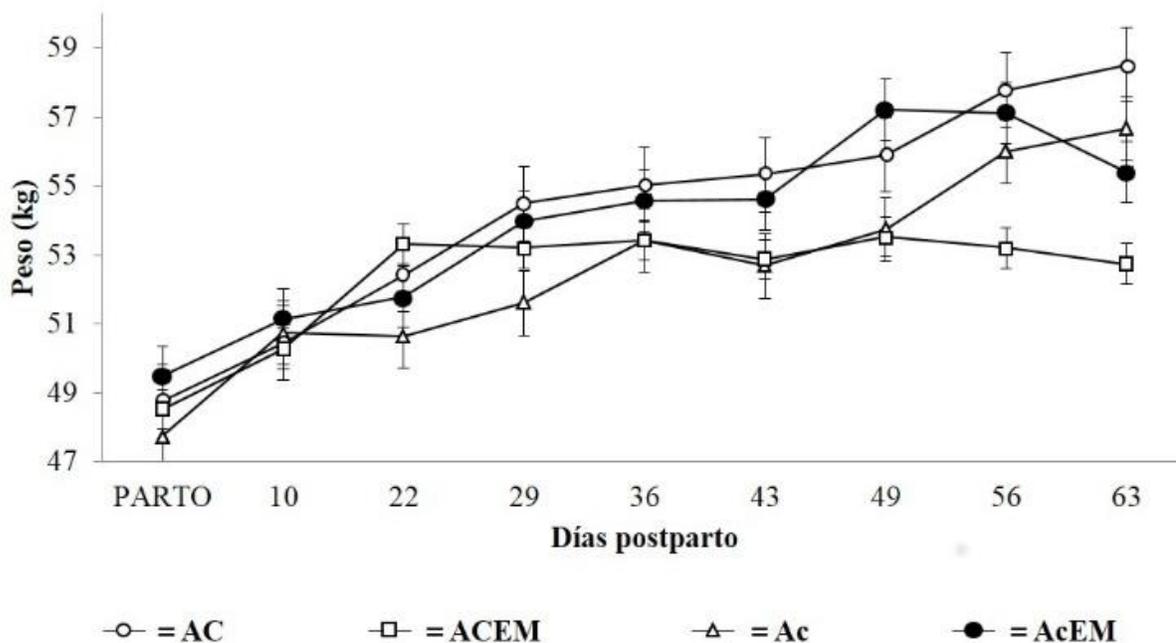


Figura 8. Ganancia peso de las ovejas Pelibuey con dos modalidades de amamantamiento (24 h y 30 min dos veces día⁻¹) con y sin efecto macho durante el periodo experimental (AC; amamantamiento continuo, Ac; amamantamiento controlado, ACEM; amamantamiento continuo con “efecto macho” y AcCM; amamantamiento controlado con “efecto macho”).

El cambio de peso vivo de las ovejas a través del tiempo, se vio afectado por el periodo (semana de muestreo) y la interacción tratamiento por periodo. Se sabe que el pico de producción de leche en ovejas se presenta durante la tercera semana postparto (Pavón *et al.*, 1987) que indica, que es el momento fisiológico cuando las hembra lactando movilizan sus reservas corporales (Pond *et al.*, 1995) y esto se manifiesta con pérdidas de peso (Martínez *et al.*, 1998), en este experimento las diferencias de peso se manifiestan al final del experimento como se puede apreciar en la Figura 8. El análisis de los resultados de este experimento, sugieren que el control del amamantamiento y el “efecto macho” afectaron la ganancia de peso de las hembras, posiblemente el control del amamantamiento y la presencia del macho provocaron estrés en las ovejas y se manifestó con la pérdida de peso.

Hasta el día 12 del experimento no hubo diferencias (Figura 9) entre tratamientos, a partir de la tercera semana y hasta el final del experimento se presentaron diferencias, el tratamiento Ac (11.59 ± 0.55 kg) fue diferente de AC (14.17 ± 0.76 kg) y ACEM (13.74 ± 0.63 kg).

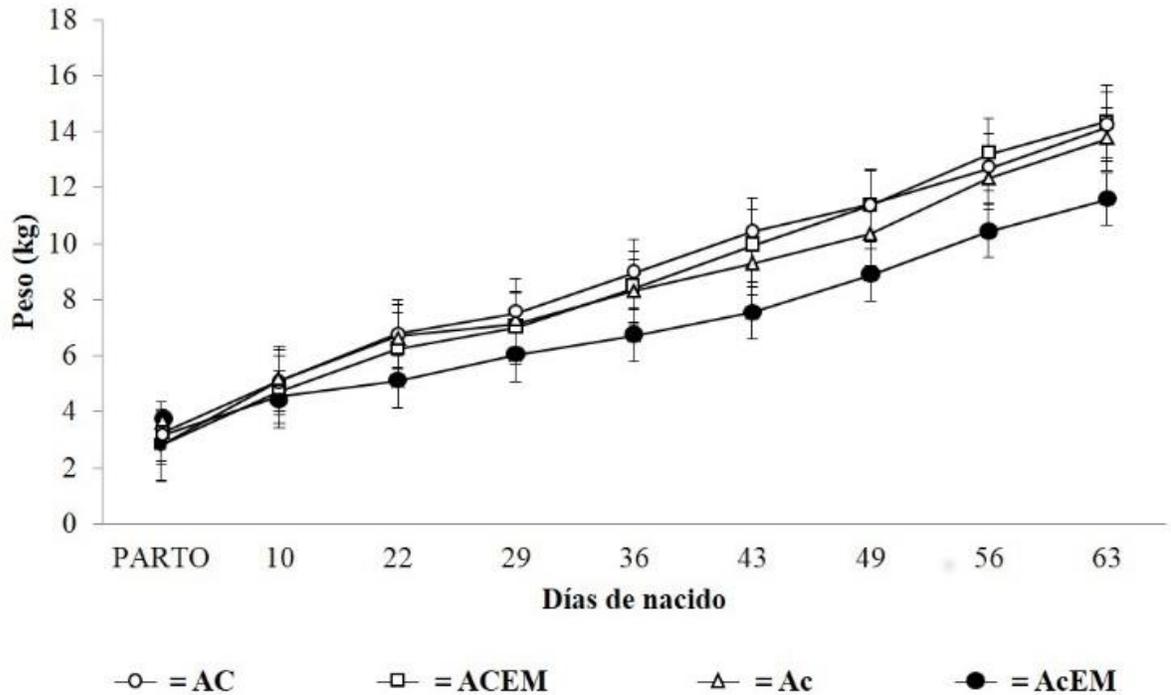


Figura 9. Ganancia de peso de corderos Pelibuey bajo dos modalidades de amamantamiento (24 h y 30 min dos veces al día) con y sin efecto macho durante el periodo experimental (AC; amamantamiento continuo, Ac; amamantamiento controlado, ACEM: amamantamiento continuo con “efecto macho” y AcCM; amamantamiento controlado con “efecto macho”).

Estas diferencias en peso al final del experimento pueden ser atribuibles a que los corderos permanecieron todo el tiempo con sus madres, y tuvieron más tiempo de amamantamiento, lo que les permitió consumir más leche materna y mostraron un mayor crecimiento y ganancia de peso, estos datos son similares a los reportados por [Rondón et al. \(1994\)](#) pero diferentes a los resultados de [Morales-Terán et al. \(2004\)](#) y [Morales-Terán et al. \(2011\)](#) reportaron que los pesos de los corderos con amamantamiento continuo (AC) y con amamantamiento controlado (Ac) fueron similares. La aparente contradicción entre los resultados de este experimento y los otros autores puede ser explicada a la calidad del alimento que se consumió, en este caso fue un alimento, por lo cual es necesario investigar más al respecto en función a la calidad del alimento, ganancia de peso de los corderos y determinar el momento ideal de proporcionárselos.

4.2.6. Conclusión

El amamantamiento controlado y el efecto macho desde el día siete postparto incrementa el número de ovejas que reinician su actividad ovárica antes del destete (60 d postparto) y reduce el intervalo parto-primera ovulación, pero afecta la ganancia de peso en las ovejas y en los corderos.

4.3. ESTUDIO III. “RESTABLECIMIENTO DE LA ACTIVIDAD OVARICA DE OVEJAS PELIBUEY ANTES Y DESPUÉS DE LOS 30 DÍAS POSTPARTO”

4.3.1. Resumen

Se realizó un experimento para evaluar la prolificidad y fecundidad en el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en ovejas Pelibuey en el postparto. En el presente experimento, se utilizaron 37 ovejas Pelibuey, que se distribuyeron en dos tratamientos: Tratamiento 1 (T₁), amamantamiento continuo (n=16; con más de 30 días postparto); y Tratamiento 2 (T₂), (n=21; menos de 30 días postparto), crías con madres durante todo el experimento. Los datos fueron analizados por comparación de curvas de supervivencia Log-Rank, procedimiento Life-Test, comparación de dos proporciones binomiales y por el método de remuestreo, BootStrap paramétrico. En el presente experimento, se observó utilizando un $\alpha = 0.05$ entre tratamientos la respuesta al estro en ovejas Pelibuey en la cual no hubo diferencia. Tampoco existieron diferencias ($\alpha = 0.05$) entre T₁ y T₂ al entrar en estro. Aunque se observó que T₁ retrasó más el restablecimiento de la actividad ovárica; no se visualiza en los animales de retorno al estro diferencia ($\alpha = 0.05$). En inicio al estro no se observaron diferencias ($\alpha = 0.05$). Se observó que no se encontraron diferencias ($\alpha = 0.05$) en fertilidad, prolificidad y en fecundidad ($\alpha = 0.05$), los animales T₁ tuvieron la fecundidad mayor (1.2a) que los animales de T₂ (0.96a). Por lo anterior se concluye que en animales con amamantamiento continuo con >30 y <30 días postparto, el manejo para el restablecimiento de la actividad ovárica postparto se ve reflejado en la prolificidad y fecundidad, sin ser significativa ($p < 0.05$).

Palabras clave: Pelibuey, periodo postparto, prolificidad, fecundidad, amamantamiento.

4.3.2. Abstract

An experiment was carried out to evaluate prolificity and fecundity in the reestablishment of postpartum ovarian activity in Pelibuey sheep in the postpartum period. In the present experiment, 37 Pelibuey sheep were used, which were distributed in two treatments: Treatment 1 (T₁), continuous suckling (n = 16, with more than 30 days postpartum); And Treatment 2 (T₂), (n = 21, less than 30 days postpartum), offspring with mothers throughout the experiment. Data were analyzed by comparing Log-Rank survival curves, Life-Test

procedure, comparing two binomial proportions and by the resampling method, Parametric BootStrap. In the present experiment, we observed using $\alpha = 0.05$ between treatments the response to estrus in Pelibuey sheep in which there was no difference. There were also no differences ($\alpha = 0.05$) between T₁ and T₂ when entering estrus. Although it was observed that T₁ delayed the reestablishment of ovarian activity more; It is not visualized in the animals returning to estrus difference ($\alpha = 0.05$). At the start of estrus, no differences were observed ($\alpha = 0.05$). It was observed that there were no differences ($\alpha = 0.05$) in fertility, prolificacy and in fecundity ($\alpha = 0.05$), T₁ animals had higher fecundity (1.2a) than T₂ animals (0.96a). Therefore, it is concluded that in animals with continuous suckling with > 30 and <30 days postpartum, management for the reestablishment of postpartum ovarian activity is reflected in prolificacy and fecundity, without being significant ($p < 0.05$).

Key words: Pelibuey, postpartum period, prolificacy, fecundity, breastfeeding.

4.3.3. Introducción

El amamantamiento es uno de los mecanismos más potentes para retardar la reanudación de la ciclicidad estral postparto (Martín y Banchemo, 1999). Durante este período, el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas-útero debe recuperarse en su total funcionamiento, para que se instale la nueva gestación. La extensión de este período con frecuencia resulta en pérdidas económicas para los productores (Williams *et al.*, 1996). El mecanismo por el cual la actividad reproductiva postparto existe en ovejas a causa del amamantamiento, aún se desconoce. La secreción pulsátil de la GnRH está correlacionada con la secreción de la LH; es decir, que un pulso de la GnRH provoca un pulso de la LH (Karsch *et al.*, 1993). Durante el periodo postparto, la adenohipófisis disminuye el contenido de la LH y la FSH al final de la gestación y también durante el periodo postparto temprano, debido a una fuerte retroacción negativa de los estrógenos. El contenido de la GnRH en el hipotálamo es normal, pero la adenohipófisis es menos sensible a la liberación de la LH inducida por la GnRH durante este período (Nett *et al.*, 1988). Se sabe que, el principal efecto del amamantamiento es la disminución de la secreción de GnRH y por lo tanto de LH (Williams *et al.*, 1996; Yavas y Walton, 2000). Se sugiere que los péptidos opioides (POE's) participan como neurotransmisores inhibitorios intermediarios a nivel central entre la hormona esteroide y las neuronas productoras de GnRH (Gallegos-Sánchez *et al.*, 2005). Los POE's comprenden una

familia de neurotransmisores que interactúan con otras vías o sistemas neurales incidiendo sobre la liberación de LH de las neuronas LHRH (Cosgrove *et al.*, 1993), se ha comprobado su participación durante el postparto, con el uso de su antagonista “naloxona” que incrementa la secreción de LH, sobretodo en el postparto temprano (Gregg *et al.*, 1986). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue el manejo de hembras Pelibuey amamantando con más de 30 y menos de 30 días en amamantamiento continuo para observar el efecto en los parámetros reproductivos de fertilidad, prolificidad y fecundidad.

4.3.4. Materiales y métodos

4.3.4.1. Localización del área de estudio

El experimento se desarrolló en el Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (LaROCa) del Colegio de Postgraduados, ubicado en Montecillo, Estado de México, localizado a 19° 29' N y 98° 53' W a 2250 msnm. El clima se clasifica como C (W) templado, precipitación media anual de 644.8 mm y temperatura media de 15 °C (García, 1988). Las hembras fueron manejadas según las normas establecidas por el “Reglamento para el uso y cuidado de animales destinados a la investigación en el Colegio de Postgraduados”, con la finalidad de evitar al máximo el estrés y el sufrimiento innecesario de los animales experimentales.

4.3.4.2. Animales y dietas utilizados

Se utilizaron 37 ovejas Pelibuey con promedio de 2.5 ± 0.5 lactancias. Durante el desarrollo del experimento, todas las ovejas en el postparto consumieron $2.0 \text{ kg oveja}^{-1}\text{d}^{-1}$ de una dieta integral elaborada con heno molido de avena (70%) mezclado con un concentrado comercial (Anexo 1) que contenía 15% de proteína cruda y 2.9 Mcal de energía metabolizable kg^{-1} (30%), sales minerales (Vitasal Reproductor®, Servicios Especializados en Producción Animal. Cada 1000 g contiene: calcio, 8.30%; fósforo, 12.0%; magnesio, 4.0%; sodio, 17.42%; cloro, 26.91%; potasio, 0.319%; azufre, 530 ppm; manganeso, 2,000 ppm; hierro, 2,622 ppm; zinc, 4,000 ppm; cobre, 500 ppm; yodo, 100 ppm; selenio, 30 ppm; cobalto, 40 ppm; vitamina A, 100,000 UI; vitamina D, 25, 000 UI y vitamina E 100 UI) y agua a libre acceso. Los corderos, además de la leche de sus madres recibieron un suplemento proteico (20 % PC) a libre acceso a partir de los siete días de edad (Anexo 2) y un suplemento proteico

energético 10 días antes del destete (60 días; Anexo 3); además de heno de alfalfa, se proporcionó agua a libre acceso a todos los animales.

4.3.4.3. Tratamientos

Se realizó un experimento para evaluar la prolificidad y fecundidad en el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en ovejas Pelibuey en el postparto. En el presente experimento, se utilizaron 37 ovejas Pelibuey con promedio de 2.5 ± 0.5 lactancias, que se distribuyeron en dos tratamientos: Tratamiento 1 (T_1), amamantamiento continuo ($n=16$; con más de 30 días postparto); y Tratamiento 2 (T_2), ($n=21$; menos de 30 días postparto), crías con madres durante todo el experimento, se tomaron muestras sanguíneas vía punción yugular 3 días antes de colocar el dispositivo de aplicación intravaginal a base de progesterona (CIDR), en el día cero (momento de colocación de CIDR), el día 17 y 20. El día 7 después de aplicar el CIDR se aplicó prostaglandina f2 alfa ($Pf_{2\alpha}$) y Gonadotropina Coriónica equina (eCG) para posteriormente en el día 9 retirar el CIDR. A las 4 horas de haberse retirado el dispositivo con progestágeno, se inició con la detección de estros por 72 horas con un semental ovino provisto de un mandil para evitar la penetración y hacer una fecundación dirigida, tomándose como respuesta al tratamiento si la hembra quedaba inmóvil al intentar montarla el macho (Figura 10).

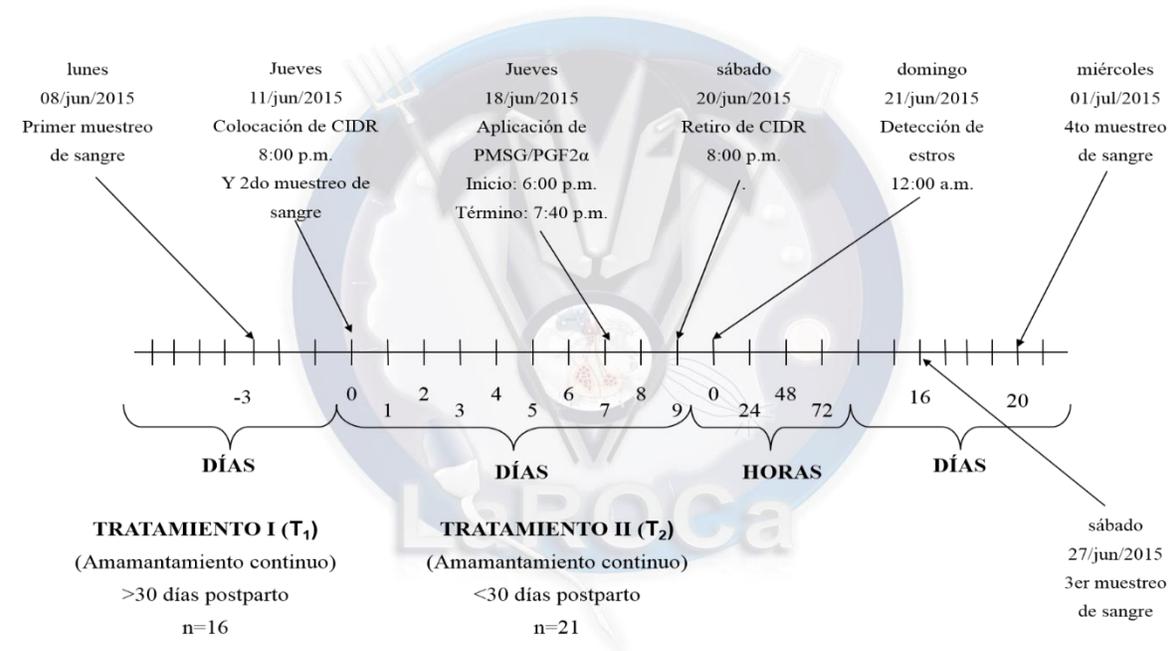


Figura 10. Protocolo de sincronización e inducción de la ovulación en ovejas Pelibuey.

4.3.4.4. Manejo de los animales durante el periodo experimental

Al momento del parto, los animales fueron restringidos a los corrales para evitar al máximo la diferencia de alimentación, ya que en esta época el forraje es de poca calidad y escaso en las praderas.

Las ovejas fueron alojadas en corrales provistos de sombra, comedero y bebedero automáticos. Se desparasitaron (Ivermectina) y se les aplicó vitaminas (A,D,E). El concentrado y forraje se ofreció dos veces al día, a las 7 am y 6 pm. Las ovejas permanecieron con sus crías 24 h d⁻¹ hasta el destete para que se amamantaran. Los pesajes de todas las ovejas se efectuaron al momento del parto.

Los sementales que fueron utilizados para la detección de estros se alimentaron con una dieta general (cuadro 10 y 11), y fueron evaluados previamente para comprobar su libido y capacidad reproductiva, se introdujeron a los corrales de las hembras para hacer la detección de estros cada 4 h por 72 h.

Cuadro 10. Composición de la dieta general del rebaño.

| Ingrediente | Materia seca (%) |
|---------------------|------------------|
| Heno de avena | 40.0 |
| Maíz rolado | 16.0 |
| Salvado de trigo | 14.0 |
| Rastrojo de maíz | 10.0 |
| Cascarilla de soya | 9.0 |
| Pasta de soya | 8.5 |
| Minerales* | 1.0 |
| Ortofosfato | 0.5 |
| Carbonato de calcio | 1.0 |

*Vitalal Reproductor®, Servicios Especializados en Producción Animal. Cada 1000 g contiene: calcio, 8.30%; fósforo, 12.0%; magnesio, 4.0%; sodio, 17.42%; cloro, 26.91%; potasio, 0.319%; azufre, 530 ppm; manganeso, 2,000 ppm; hierro, 2,622 ppm; zinc, 4,000 ppm; cobre, 500 ppm; yodo, 100 ppm; selenio, 30 ppm; cobalto, 40 ppm; vitamina A, 100,000 UI; vitamina D, 25, 000 UI y vitamina E 100 UI.

Cuadro 11. Análisis proximal* de la dieta general del rebaño

| Elemento | Base húmeda (%) | Base seca (%) | Análisis calculado |
|-----------------|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Materia Seca | 94.47 | 100 | 89.48 |
| Humedad | 5.53 | 0.0 | 10.52 |
| Proteína Cruda | 12.86 | 13.61 | 13.46 |
| Fibra Cruda | 9.37 | 9.93 | 10.07 |
| Cenizas | 4.24 | 4.96 | 4.23 |
| Extracto Etéreo | 2.17 | 2.30 | 3.08 |
| Energía | | 2.4 Mcal ^{kg⁻¹} | 2.5 Mcal ^{kg⁻¹} |

*Laboratorio de Nutrición, Depto. De Zootecnia, UACH, Chapingo, Méx.

4.3.4.5. Toma de muestras

Para determinar el restablecimiento de la actividad ovárica postparto, se tomaron muestras de sangre a todas las ovejas, vía punción de la vena yugular, tres días antes de la inserción del dispositivo con progestágeno, al momento de inserción en el día diecisiete y veinte después de insertado el dispositivo. Se utilizaron tubos vacutainer sin anticoagulante. La colección se realizó a las 9:00 h e inmediatamente después, se centrifugó a 2500 rpm por 20 min; el suero se separó por decantación y las muestras se almacenaron a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta su análisis.

La progesterona se determinó por radioinmunoanálisis en fase sólida (Srikandakumar *et al.*, 1986). Se consideró que una oveja restableció su actividad ovárica cuando dos muestras consecutivas tuvieron 0.5 ng mL^{-1} o más de 1 ng mL^{-1} de progesterona en una sola muestra.

Las ovejas y los corderos se pesaron cada semana (7:30 – 8:30 h), desde el parto hasta los 62.85 ± 4.79 días postparto, con la finalidad de determinar la ganancia de peso de las crías y los cambios de peso de las ovejas.

4.3.4.6. Variables evaluadas

- a. Inicio y Restablecimiento de la actividad ovárica.- Al momento de ser detectado el celo por el macho.
- b. Fertilidad.- Es el número de hembras paridas entre el número total de ovejas expuestas al macho en un intervalo de tiempo, y se expresa en porcentaje.
- c. Prolificidad.- Es el número total de corderos nacidos entre el total de ovejas paridas.
- d. Fecundidad.- Es el número total de corderos nacidos entre el total de ovejas expuestas al empadre, conjuga la fertilidad y la prolificidad, es dependiente de estos así como de factores que ejercen influencia sobre los mismos.

4.3.4.7. Análisis estadístico

- a) Comparación de curvas de supervivencia Log-Rank, procedimiento Life-Test ([SAS, 2016](#)).
- b) Comparación de dos proporciones binomiales ([Minitab18, 2017](#)).
- c) y d) Método de remuestreo, BootStrap paramétrico ([Minitab18, 2018](#)).

El modelo del diseño experimental utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor observado de la variable respuesta.

μ = Media poblacional.

A_i = Efecto fijo del tiempo de amamantamiento en su i -ésimo nivel ($i = 1, 2$).

E_{ijk} = Error experimental asociado a Y_{ijk} ; $E_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$

4.3.5. Resultados y discusión

4.3.5.1. Restablecimiento de la actividad ovárica.

En el cuadro 12, se muestran utilizando un $\alpha = 0.05$ entre tratamientos la respuesta al estro en ovejas Pelibuey en la cual no hubo diferencia. Tampoco existen diferencias ($\alpha = 0.05$) entre T₁ y T₂ al entrar en estro. Podemos observar también en la Figura 11 aunque se observa que T₁ retrasó más el restablecimiento de la actividad ovárica; no se visualiza en los animales de retorno al estro diferencia ($\alpha = 0.05$). En inicio al estro no se observaron diferencias ($\alpha = 0.05$).

Cuadro 12. Comportamiento reproductivo durante el periodo postparto de ovejas Pelibuey con >30 y < 30 días postparto.

| Tratamiento | n | Ovejas en estro | | Inicio de estro (h) | Ovejas en retorno | |
|----------------|----|-----------------|-------|---------------------|-------------------|-------|
| | | n' | (%) | | n'' | (%) |
| T ₁ | 37 | 31 | 83.8a | 26.6±2.2a | 7 | 22.6a |
| T ₂ | 29 | 28 | 96.6a | 24.8±1.6a | 11 | 39.3a |

T₁= Animales >30 días postparto y T₂ = Animales <30 días postparto

n= Número de ovejas; n' = Número de ovejas dentro de n; n''= Número de ovejas dentro de n'.

% = Proporción de animales.

h = Horas.

a: valores con distinta literal en la misma columna son diferentes ($\alpha < 0.05$).

Puede observarse que el T₂, tiene un mayor porcentaje de hembras en estro que el T₁ aunque sin ser significativa ($\alpha = 0.05$) tiende a reiniciar la actividad ovárica de manera más pronta que el T₁ aunque sin haber diferencia ($\alpha = 0.05$) y que concuerda con [Hernandez-Marín \(2015\)](#) que reportó que La nutrición focalizada no influyó ($p > 0.05$) en la respuesta al estro, el inicio del estro y el porcentaje de ovulación en ovejas con condición corporal alta o baja, en ovejas con amamantamiento continuo (utilizando 52 ovejas de 35 días postparto con amamantamiento continuo con nutrición focalizada) y que difiere con lo que reporta [Camacho-Ronquillo \(2007\)](#) quien si encontró diferencias en animales amamantando pero aplicando acetato de fluorogestona, gonadotropina sérica de yegua preñada y prostaglandina

f2 α , donde las hembras a las cuales se les aplicó acetato de fluorogestona y gonadotropina sérica de yegua preñada, fueron las que mayor proporción de animales en estro alcanzaron (62.4%b) en comparación con las que sólo se les aplicó acetato de fluorogestona (50%d); prostaglandina f2 α + gonadotropina sérica de yegua preñada (48.8%d) y sólo prostaglandina f2 α (35.7%e).

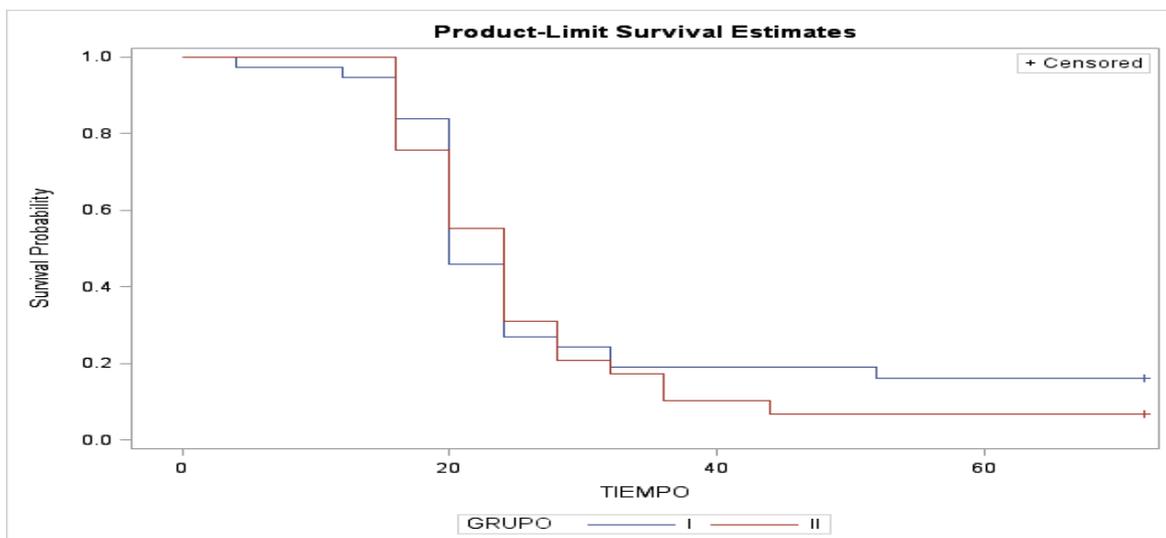


Figura 11. Curva de supervivencia de probabilidad acumulada de restablecimiento de la actividad ovárica durante el periodo postparto de ovejas Pelibuey asignada a la modalidad de amamantamiento continuo.

No hubo diferencia ($\alpha = 0.05$) en inicio de estro, ni en proporción de retornos entre los grupos. Las curvas de supervivencia con los estimadores de Kaplan-Meier para los tiempos de inicio de estro de las ovejas en cada tratamiento se muestran en la Figura 9, y puede observarse que T₂ inicia de manera más pronta en celo ($24.8 \pm 1.6a$) en comparación con T₁ ($26.6 \pm 2.2a$). resultados sin diferencia ($p < 0.05$) lo que concuerda con lo que encontró [Hernandez-Marín \(2015\)](#) al inicio del estro utilizando 52 ovejas de 35 días postparto con amamantamiento continuo con nutrición focalizada con condición alta y baja. Esto contrasta con lo reportado por [Castillo-Maldonado et al. \(2013\)](#), quién encontró que el 75% de las ovejas en amamantamiento continuo entraron hasta las 41.5 horas.

4.3.5.2. Porcentaje de estro, fertilidad, prolificidad y fecundidad.

En el cuadro 13, podemos observar que no se encontraron diferencias ($\alpha = 0.05$) en fertilidad, pero si en prolificidad de los animales con más de 30 días con sus crías y en fecundidad ($\alpha = 0.05$), los animales que estuvieron con sus crías más de 30 días tuvieron la fecundidad mayor (1.2a) que los animales con menos de 30 días sus crías (0.96b).

Cuadro 13. Porcentaje de estro, fertilidad, prolificidad y fecundidad en ovejas Pelibuey con >30 y < 30 días postparto.

| Tratamiento | n | Ovejas en estro | | Fertilidad (%) | Prolificidad | Fecundidad |
|----------------|----|-----------------|-------|----------------|--------------|------------|
| | | n' | (%) | | | |
| T ₁ | 37 | 31 | 82.8a | 64.9a | 1.9a | 1.2a |
| T ₂ | 29 | 28 | 96.6a | 58.6a | 1.6a | 0.96a |

T₁= Animales >30 días postparto y T₂ = Animales <30 días postparto

n= Número de ovejas; n' = Número de ovejas dentro de n.

% = Proporción de animales.

a,b: valores con distinta literal en la misma columna son diferentes ($\alpha < 0.05$).

No se encontraron diferencias ($\alpha > 0.05$) en la variable de fertilidad, prolificidad y fecundidad para los dos grupos, donde las hembras estaban en contacto por más de 30 días (T₁) con sus crías se observaron los mayores valores (1.9a y 1.2a) en contraste con T₂ (1.6a y 0.96a) respectivamente. Los resultados obtenidos difieren con los reportados con Méndez (2014) que observó diferencias ($p < 0.05$) en hembras Pelibuey con una edad de 4.5 ± 1.2 años de edad y un peso promedio de 59.7 ± 9.6 kg, una media de 0.77 ± 0.14 corderos ovejas¹ en los tratamientos de amamantamiento continuo, amamantamiento continuo con somatotropina bovina recombinante, amamantamiento controlado y amamantamiento controlado con somatotropina bovina recombinante (1.44 ± 0.29 , 0.25 ± 0.17 , 0.81 ± 0.28 y 0.47 ± 0.24 respectivamente).

4.3.6. Conclusiones

En animales con amamantamiento continuo con >30 y <30 días postparto, el manejo para el restablecimiento de la actividad ovárica postparto se ve reflejado en la prolificidad y fecundidad, sin ser significativa ($p < 0.05$).

V. DISCUSIONES GENERALES

La etapa del anestro postparto en rumiantes, es una causa importante de baja eficiencia reproductiva y pérdidas económicas para los productores (Pérez-Hernández *et al.*, 2002), y esto se ve reflejado en la productividad de los rebaños en este caso de los rebaños ovinos. Esta baja eficiencia se ve influenciada por factores ambientales en los que se incluyen el fotoperiodo, nutrición, el estrés y la bioestimulación (Hernández-Marín, 2015). Los programas de manejo reproductivo se han estado enfocando a la aplicación de técnicas que no solo inducen actividad ovárica postparto, sino también en el mejoramiento de algunos parámetros reproductivos como la fertilidad y prolificidad mediante la aplicación de hormonas exógenas (Martínez, 1999). El amamantamiento es uno de los principales factores que conjugado con los ya mencionados, es una limitante para el reinicio de la actividad ovárica postparto afectan la recuperación del eje hipotálamo-hipofisiario-gónadas inhibiendo la secreción pulsátil de GnRH y LH después del parto por efecto de opióides endógenos y por aumento a la sensibilidad del hipotálamo al efecto negativo del estradiol (Zalesky *et al.*, 1990).

En el estudio I, se observa que no hay diferencias ($\alpha = 0.05$) entre tratamientos en ovejas que entraron en estro. En inicio al estro, de manera similar no se observaron diferencias ($\alpha = 0.05$), aunque se ha demostrado que la restricción del amamantamiento a 30 min dos veces d^{-1} en ovejas Pelibuey el tiempo a la primera ovulación disminuye al menos ocho días, con respecto a AC (Morales-Terán *et al.*, 2004). Camacho-Ronquillo (2007) encontró que animales con amamantamiento continuo, amamantamiento restringido y destete temprano (a los 7 días) sincronizado con hormonas exógenas un 0, 28 y 28% de estros antes de 30 días respectivamente. Se ha reportado 92.9% de respuesta al estro en ovejas Santa Inés pre-púberes sincronizadas con CIDR® (Pinna *et al.*, 2012), en el presente experimento, se obtuvo un 93.8% animales vacíos, posiblemente porque en este grupo, los animales ya habían alcanzado plenamente la madurez sexual. Es posible que la madurez sexual de las ovejas se considere como una característica que puede limitar el potencial productivo, debido a que el rendimiento reproductivo en ovejas pre-púberes es inferior al de las ovejas adultas (Kenyon *et al.*, 2014), lo cual podemos observar en los grupos de hembras adultas destetadas y que aún estaban amamantando en este experimento. La utilización de progesterona P₄ es necesaria para la expresión del estro, porque incrementa la sensibilidad de los estrógenos (Fabre-Nys y Martin, 1991) y maximiza el efecto de los mismos para iniciar el pico preovulatorio de GnRH (Caraty y Skinner, 1999).

No se encontraron diferencias ($\alpha = 0.05$) en fertilidad, prolificidad y fecundidad ($\alpha = 0.05$), donde animales vacíos y los que estuvieron con las crías obtuvieron la mayor prolificidad (1.5a) y los animales que estuvieron con sus crías tuvieron la fecundidad mayor (1.2a) que los animales que habían sido retirado de sus crías (0.9a) y las hembras vacías (1.0a). Estos resultados son inferiores a los reportados por (Robinson *et al.*, 1989 y Wallace, 1992) quienes señalan una fertilidad mayor a 80 % en estudios realizados cuando las ovejas ya tienen establecido su ciclo estral, al realizar sincronización con hormonas exógenas e inseminación intrauterina con semen fresco. Este resultado confirma que el amamantamiento continuo afecta negativamente el desempeño reproductivo postparto (Morales-Terán *et al.*, 2004); pero se asemeja por lo reportado por Vilariño *et al.* (2013) con un 80.3% de tasa de gestación en ovejas adultas. La prolificidad en ovejas Pelibuey se considera baja y se reporta para los sistemas extensivo, semi-intensivo e intensivo, 1.2, 1.3 y 1.4 crías, respectivamente (Herrera-Corredor *et al.*, 2010) y difieren con las 1.8 ± 0.2 crías y 1.7 ± 0.2 crías obtenidas con

inseminación artificial y una fecundidad de 1.5 crías ([Castillo-Maldonado et al., 2013](#)); resultados difieren con la prolificidad obtenida en la inducción y sincronización del estro en el presente estudio.

En el estudio II, se observa que las ovejas con tratamientos con “efecto macho” tienden a reiniciar actividad ovárica antes que aquellas en las que no tienen dicho efecto, [Lindsay y Signoret, \(1980\)](#), encontraron algo similar con la exposición al macho de las hembras, induciendo una mayor proporción de ovejas de lana a la ovulación similar a lo que reportaron [Morales-Terán et al. \(2004\)](#) y [Pérez-Hernández et al. \(2009\)](#), que el amamantamiento inhibe el restablecimiento de la actividad ovárica en la oveja Pelibuey por lo que ese retrasa el reinicio de la actividad ovárica portparto.

No hubo afectación en el cambio de peso vivo ($p < 0.05$) por la interacción tratamiento por periodo. Hembras con AC tuvieron mayor ganancia de peso comparadas con las de los otros tratamientos aunque se observa que el tratamiento con menor ganancia de peso fue el de amamantamiento continuo con la presencia del macho (ACEM). [Morales-Terán et al. \(2004\)](#) y [Morales-Terán et al. \(2011\)](#), encontraron que el amamantamiento controlado y la presencia del macho no afectaron la ganancia de peso de las ovejas ($p > 0.05$) como lo que se observó en el presente estudio.

Hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) en los corderos de los tratamientos ACSM, ACCM y AcCM con respecto a los del tratamiento AcSM al finalizar el experimento (día 63). Se han reportado resultados similares ([Morales-Terán et al., 2004](#)) y [Morales-Terán et al., 2011](#)) en el cambio del peso vivo de los corderos Pelibuey sometidos a control de amamantamiento por dos periodos de 30 min d-1 para que los corderos presenten pesos similares a los que no se les controló el amamantamiento (amamantamiento continuo).

En el estudio III, observamos que tampoco existen diferencias ($\alpha = 0.05$) entre T_1 y T_2 al entrar en estro pero que difieren con los obtenidos por [Montiel-Catelán \(2014\)](#) y [Morales-Terán et al. \(2004\)](#) quienes encontraron 25.64 y 70.0% ($p \leq 0.05$) respectivamente en animales con amamantamiento continuo; pero que coinciden con los encontrados por [Cruz-Espinoza \(2011\)](#) que obtuvo en hembras con amamantamiento continuo sin efecto macho un 83.33% de ovejas que ovularon contra un 100% de ovulación que se obtuvo con los grupos a los que se les incluyó el efecto macho. Durante el período postparto, las ovejas adultas están

sujetas a fuertes estímulos negativos que no permiten el reinicio de la actividad reproductiva después del parto, el amamantamiento es uno de los mecanismos más potentes para retardar la reanudación de la ciclicidad estral postparto después de la estacionalidad y la lactación (Martín y Banchero, 1999); el principal efecto del amamantamiento es la disminución de la secreción de GnRH y por lo tanto de LH (Yavas y Walton, 2000). La secreción de GnRH es afectada por el al modificarse la secreción de prolactina, la concentración de opioides y la dopamina en hipotálamo (McNeilly, 1997). No se visualiza en los animales de retorno al estro diferencia ($\alpha = 0.05$). En inicio al estro no se observaron diferencias ($\alpha = 0.05$).

Se observó que no se encontraron diferencias ($\alpha = 0.05$) en fertilidad, prolificidad de los animales con más de 30 días con sus crías ($\alpha = 0.05$), el amamantamiento durante el puerperio tiende a retardar el reinicio de la actividad cíclica ovárica, lo que ocasiona una demora en el inicio de una nueva gestación (Villagómez *et al.*, 1999); aunque en este estudio no hubo efecto en el porcentaje de fertilidad entre tratamientos, pudo observarse un incremento en la prolificidad en las ovejas que tenían >30 días con sus crías, así como fecundidad mayor (1.2a) que los animales con menos de 30 días sus crías (0.96a). La posibilidad biológica de una concepción después del parto se basa en un trabajo coordinado del eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero, resultando en una excelente involución uterina y un reinicio temprano de actividad ovárica (Opsomer *et al.*, 1996).

VI. CONCLUSIONES GENERALES

Aunque dentro del restablecimiento de la actividad ovárica, debe de darse tiempo a la involución uterina, en estos trabajos, se pudo observar que existe un restablecimiento de dicha actividad antes de los 40 días en animales que no estaban amamantando así como en los que tenían a sus crías amamantando esto potencializado con el efecto macho.

VII. LITERATURA CITADA

- Almanza, V. A. 1999. Urge diversificar la comercialización. *La Revista del Borrego*. 1(0): 12 – 14.
- Álvarez, R. L., y Q. L. A. Zarco. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Veterinaria México*, 32: 117-129.
- Arroyo, J. 2011. Estacionalidad Reproductiva de la Oveja en México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14: 829-845.
- Arroyo-Ledezma, J., Pérez-Hernández, P., Porras-Almeraya, A.I., Vaquera-Huerta, H., Pro-Martínez, A., Gallegos-Sánchez, J. 2000. Amamantamiento y concentración sérica de progesterona (P4) posparto en ovejas Pelibuey. *Revista Chapingo, Serie Ingeniería Agropecuaria*. 3: 47-54.
- Arroyo-Ledezma, J.; H. Magaña-Sevilla y M. A. Camacho-Escobar. 2009. Regulación neuroendócrina del anestro posparto en la oveja. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 10: 301-312.
- Burke, J. M. y Apple, J. K. 2007. Growth performance and carcass traits of forage-fed hair sheep wethers. *Small Ruminant Research*, 67:264-270.
- Camacho-Ronquillo, J. C. 2007. Restricción del amamantamiento en la eficiencia reproductiva postparto de ovejas Pelibuey. Tesis. Recursos Genéticos y Productividad – Ganadería. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx. 88 p.
- Camacho-Ronquillo, J. C., M. A. Pro, C. M. Becerril-Pérez, S. B. Figueroa, G. B. Martín, J. Valencia y J. Gallegos-Sánchez. 2008. Prevention of suckling improves postpartum reproductive responses to hormone treatments in Pelibuey ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 107: 85-93.

- Caraty, A., and D.C. Skinner. 1999. Progesterone priming is essential for the full expression of the positive feedback effect of estradiol in inducing the preovulatory gonadotropin-releasing hormone surge in the ewe. *Endocrinology*. 140: 165-170.
- Castillo-Maldonado, P.P., H. Vaquera-Huerta, L. Tarango-Arambula, P. Pérez-Hernández, A. Herrera-Corredor, y J. Gallegos-Sánchez. 2013. Restablecimiento de la actividad reproductiva posparto en ovejas de pelo. *Archivos de Zootecnia*. 62 (239): 419-428.
- Chimineau, P., B. Malpoux, J.D. Delgadillo, Y. Guérin, J.P. Ravault, J. Thimonier, and J. Pelletier. 1992. Control of sheep and goat reproduction: use of light and melatonin. *Anim. Rep. Sci.* 30:157-184.
- Church D. C. 1993. *Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes*. Ed. Acribia, Zaragoza. 483 p.
- Clarke, I. J., P. J. Wright, W. A. Chamley and K. Burman. 1984. Differences in the reproductive endocrine status of ewes in the early post-partum period and during seasonal anoestrus. *Journal of Reproduction and Fertility*, 70: 591-597.
- 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. *Universidad Central de Venezuela. Rev. Fac. Cs. Vet.* 44:67-76.
- Cortes Z.J. 1993. Reinicio de la actividad ovárica posparto en ovejas Pelibuey paridas en diferentes épocas del año. *Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., México. Tesis de Doctorado.* 124 p.
- Cortez-Romero, C., C. A. Herrera-Corredor, J. Gallegos-Sánchez y J. Salazar-Ortiz. 2011. *Manual sobre fisiología de la reproducción, inseminación artificial y ultrasonografía en ovinos*. México. Colegio de postgraduados.

- Cosgrove, J. R., F. de Rensis, G. R. Foxcroft. 1993. Opioidergic pathways in animal reproduction: Their role and effects of their pharmacological control. *Animal Reproduction Science* 33: 373-392.
- Cruz, L. C., S. Fernández-Baca, J. L. Álvarez, y H. R. Pérez. 1994. Variaciones estacionales en la presentación de la ovulación, fertilización y sobrevivencia embrionaria de ovejas Tabasco en el trópico húmedo. *Vet Méx.* 25: 23-27
- Cruz-Espinoza, F. 2011. “Efecto macho” y su relación con el anestro postparto en la oveja Pelibuey amamantando. Tesis. Recursos Genéticos y Productividad – Ganadería. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx. 51 p.
- Cuthaw, J. L., J. F. Hunter and Willians G. L. 1992. Effects of transcutaneous thermal and electrical stimulation of the teat on pituitary luteinizing hormone, prolactin and oxytocin secretion in ovariectomized, estradiol-treated beef cows following acute weaning. *Theriogenology* 37: 915 – 934.
- Dunn, T. G., and G. E. Moos. 1992. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. *Journal of Animal Science.* 70: 1580-1593.
- Fabre-Nys, C., and G.B. Martin. 1991. Roles of progesterone and oestradiol in determining the temporal sequence and quantitative expression of sexual receptivity and the preovulatory LH surge in the ewe. *Journal of Endocrinology.* 130: 367-379.
- Forcada, M.F., M.J.A. Abecia, G.L. Zarazaga, y M.C. Lozano. 1992. Influencia del plano de alimentación sobre los parámetros reproductivos en ovejas de reducido nivel ovulatorio. *Arch. Zootec.* 41:113-120.
- Foster, D. L., Karsch, F. J., Olster, D. H., Ryan, K. D. and Yellon, S. M. 1986. Determinants of puberty in a seasonal breeder. *Recent progress in hormone research*, 42, 331-384.

- Frasser, A. y Stamp, J.T. 1989. Ganado Ovino, producción y enfermedades. Ediciones Mundi-Prensa. 2da. Ed. Impreso en España. 358 p.
- Gallegos-Sánchez J., A. Herrera-Corredor, O. Tejeda-Sartorius y P. Pérez- Hernández. 2005. Manejo del anestro postparto en vacas de doble propósito. Reproducción en Rumiantes. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 325 p.
- Gallegos-Sánchez, J., G. Morales-Terán, O. Tejeda-Sartorius, P. Pérez-Hernández. 2009. Manejo del anestro postparto para mejorar la eficiencia reproductiva de las ovejas. PR. 10 (3): 16-25.
- Gallegos-Sánchez, J., Pérez, H. P. y Albarrán, de la Llave A. 1999. Neuroendocrinología del ciclo reproductivo de la oveja. Memorias I Curso Internacional. Fisiología de la Reproducción en Rumiantes. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. pp. 1-26.
- García, A.J., Landete-Castillejos, T., Garde, J.J., Gallego, L. 2002. Reproductive seasonality in female Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *Theriogenology*. 58: 1553-1562.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koëppen. ed. México. 194 p.
- González, R. A., M. J. Valencia, W. C. Foote, B. D. Murphy. 1991. Hair sheep in México: reproduction in the Pelibuey sheep. *Animal Breeding Abstracts* 59:509-524.
- González-Garduño, R., G. Torres-Hernández y J. Arece-García. 2010. Comportamiento productivo y reproductivo de ovinos Pelibuey en un sistema de pariciones aceleradas con tres épocas de empadre al año. *Zootecnia Trop*. 28(1): 51-56.
- González-Reyna, A., M.J. Valencia, W.C. Foote, and B. D. Murphy. 1991. Hair sheep in México: reproduction in the Pelibuey sheep. *Anim. Breeding Abstracts*. 59:509-524.

- Goodman, L. R. and K. E. Inskeep. 2006. Neuroendocrine Control of the Ovarian Cycle of the Sheep. (Cap. 44, pp.2389-2428). En: Neill D. J. (ed.). Physiology of Reproduction. 3rd Edition. St. Louis, USA: Academic Press. 3191p.
- 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. Journal Reproduction and Fertility. 79: 397-408.
- Gregg, D. W, G. E. Moss, R. E. Hudgens, P. V. Malven. 1986. Endogenous opioid modulation of luteinizing hormone and prolactin secretion in postpartum ewes and cows. Journal of Animal Science, 63: 830 – 847.
- Gutiérrez, A. C. 2001. Influencia de la nutrición en la reproducción. In: Memorias del Seminario de Fisiología de la Reproducción en Rumiantes colegio de Postgraduados, Montecillo Edo. Mex. Pp: 155-166.
- Hafez, E.S.E. 2000. Ciclos reproductivos. En: Reproducción e Inseminación Artificial en animales. 5a. ed. Ed. Interamericana McGraw-Hill. México. Pp: 116-141.
- Henderson, D. C. and J. J. Robinson. 2008. The Reproductive Cycle and its Manipulation, in Diseases of Sheep, Fourth Edition (ed I.D. Aitken), Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK.
- Heredia, A.M., T.M. Méndez y M.A. Velázquez. 1991. Factores que influyen en la estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey. Memoria de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Tamaulipas, México. P. 115.
- Hernández-Marín, J. A. 2015. “Estrategias de manejo reproductivo en los ovinos Pelibuey con ‘efecto macho’ y nutrición focalizada”. Tesis. Recursos Genéticos y Productividad – Ganadería. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx. 153 p.

- Herrera-Corredor, A., J. Salazar-Ortíz, G. Morales-Terán, A. Pro-Martínez, and J. Gallegos-Sánchez. 2010. Efecto del aceite de soya en la dieta y la condición corporal sobre la población folicular y tasa ovulatoria de ovejas Pelibuey en dos épocas reproductivas. *Universidad y Ciencia*. 26 (2): 205-210.
- Karsch, F.J., G.E. Dahl, N.P. Evans, J.M. Manning, K.M. Mayfield, S.M. Moenter, and D.L. Foster. 1993. Seasonal changes in gonadotropin-releasing hormone secretion in the ewe: Alteration in response to the negative feedback action of estradiol. *Biology of Reproduction*. 49: 1377-1383.
- Kenyon, P.R., A.N. Thompson, and S.T. Morris. 2014. Breeding ewe lambs successfully to improve lifetime performance. *Small Ruminant Research*. 118: 2-15.
- Lindsay D. R., G. B. Martin and I. H. Williams. 1993. Nutrition and reproduction. In: King, G.J. Ed., *Reproduction in Domesticated Animals*. *World Anim. Sci.* pp 459–491.
- Lindsay, D. R. and J. P. Signoret. 1980. Influence of behavior on reproduction. *Proceedings of the 9th International Congress of Animal Reproduction and Artificial Insemination*. Madrid, Spain. pp: 83-92.
- López Sebastián A., A. González de Bulnes, J. Santiago moreno, A. Veiga López, A. Toledano Díaz e I. Contreras. 2005. Manejo Reproductivo en Pequeños Rumiantes. En: *Memorias IV Curso Internacional Fisiología de la Reproducción en Rumiantes*. Colegio de Postgraduados, campus Montecillo. 83-104.
- López, S. A., B. A. González, y M. J. Santiago. 2001. Manejo Reproductivo en Pequeños Rumiantes. In: *II Curso Internacional Fisiología de la Reproducción en Rumiantes*, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México, México. P 1- 22.
- López, S.A. and E.K. Inskeep. 1998. Effects of lactation status, progestogen and ram exposure on response to cloprostenol in ewes during anestrus season. *Theriogenology*, 30: 279-289.

- López, S.A., M.J. Santiago, G. A. De Bulnes y L.M. García. 1993. Aspectos característicos de la fisiología reproductiva de la oveja. *Rev. Redalyc*, 3: 123-133.
- 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: 51-62.
- Malpaux, B., Robinson, J. E., Wayne, N. L. and Karsh, F. J. 1989. Regulation of the onset of the breeding season of the ewe: importance of long days and of endogenous reproductive rhythm. *Journal of Endocrinology.* 122: 269-278.
- Mandiki, S.N.M., Fossion, M. and Paquay, R. 1989. Daily variations in suckling behaviour and relationship between suckling intensity and lactation anestrus in Texel ewes. *Applied Animal Behavior Science.* 29: 247-255.
- Martin, G.B. y H.G. Banchemo. 1999. Nutrición y reproducción en ruminantes. *Memorias I Curso Internacional. Fisiología de la reproducción en rumiantes. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx.* 27-58 p
- Martínez, H. P. A. 1998. Manejo alimenticio de la oveja de cría. In: *Memorias de las Bases de la Cría Ovina IV, Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinocultura, Universidad Autónoma de Tlaxcala. Tlaxcala, México.* Pp: 29-38.
- Martínez, R. R. D., 1999. Patrones reproductivos de la oveja Pelibuey en el trópico Mexicano. *Agrociencia.* 33: 75 – 80.
- Mauléon, P. et L. Dautier. 1965 .Variations de durée de l'anoestrus de lactation chez les brebis de race Ile-de-France. *Annales de Biologie Animale, de Biochimie et de Biophysique* 5:131- 143.
- McKenzie, F. F. and C. E. Terrill. 1937. Estrus, ovulation, and related phenomena in the ewe. *Missouri Agr. Exper. Sta. Res. Bull.* 264, 5–88.

- McNeilly, A.S. 1997. Lactation and Fertility. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia*. 2:291-298.
- McNeilly, A.S. 2001. Lactational control of reproduction. *Reproduction Fertility and Development*. 13: 583-590
- Méndez, R. H. Z. 2014. Somatotropina bovina recombinante (rbST) y su efecto en la inducción en la ovulación en ovejas Pelibuey amamantando. Tesis. Recursos Genéticos y Productividad – Ganadería. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx. 60 p.
- Minitab 18 Statical Software. 2017. Computer software. State Collage, PA: Minitab, Inc.
- Montiel-Castelan, Ma. I. 2014. “Efecto macho” en la ovulación postparto de ovejas Pelibuey amamantando. Tesis. Recursos Genéticos y Productividad – Ganadería. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx. 54 p.
- Morales-Terán G, A. Pro-Martínez, S. B. Figueroa, C. Sánchez-del Real, y J. Gallegos-Sánchez. 2004. Amamantamiento continuo o restringido y su relación con la duración del anestro postparto en ovejas Pelibuey. *Agrociencia* 38:165-171.
- Morales-Terán, G., A. C. Herrera-Corredor, P. Pérez-Hernández, J. Salazar-Ortiz, J. y Gallegos-Sánchez. 2011. Influencia del amamantamiento controlado y del efecto macho sobre el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en la oveja pelibuey. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 13: 493-500.
- Moss, G. E., T. E. Adams, G. D. Niswender and T. M. Nett. 1980. Effects of parturition and suckling on concentrations of pituitary responsiveness to GnRH in ewes. *Journal of Animal Science*. 50: 496-502.
- Nett, T. M., D. Cermak, T. Broden, J. Manns, and G. D. Niswender. 1988. Pituitary receptors for GnRH and estradiol, and pituitary content of gonadotropins in beef cows. II. Changes during the postpartum period. *Domest. Anim. Endocrinol*. 5:81.

- Nowak, R., Porter, R.H., Levy, F., Orgeur, P. and Schaal, B. 2000. Role of mother-young interactions in the survival of offspring in domestic mammals. *Reviews Reproduction*. 5: 153-163.
- Nuñez, D. R. 2005. Los recursos genéticos de México. En: Rodríguez G. G., Delgado, B. J. V, Napabé, A. m. J. (Comité Organizador). *Memorias del VI Simposium Iberoamericano Sobre la Conservación y la Utilización de los Recursos Zoogenéticos*. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. Del 8 al 10 de noviembre de 2005. pp.10.
- Opsomer, G., P. Mijten, M. Coryn and A. de Kruif. 1996. Post-partum anoestrus in dairy cows: a review. *Veterinary Quarterly*. 18:68-75.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO, FAOSTAT. 2016. *Producción, Consumo, Comercio*. ; Consultado: 22 de noviembre de 2016.
- Padilla, R.F., S.G. Mapes, y K.F. Jiménez. 1988. Perfiles hormonales durante el ciclo estral de la oveja. *Téc. Pec. Méx.* 26:96-108.
- Partida, P. J., Braña, V. D y Martínez, R. L. 2009. Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruzas con Suffolk o Dorset. *Técnica Pecuaria*. 47: 313-322.
- Pavón, M., J. Fuentes, T. Lima, T. R. Albuernes, A. Efremov, y N. Perón. 1987. Estudio de la producción de leche de la oveja Pelibuey, Pelibuey x Suffolk y Pelibuey x Corriedale y el crecimiento del nacimiento al destete de sus corderos. *Rev. Cub. De Rep. Anim.* 13 (1):39-53.
- Peréz, H. P., García Winder M. y Gallegos-Sánchez J. 2002. Postpartum anoestrus is reduced by increasing the within-day milking to suckling interval in dual purpose cows. *Anim. Reprod. Sci.* 73: 159 – 168.

- Pérez, H. P., V. V. M. Hernández, S. B. Figueroa, H. G. Torres, R. P. Díaz y J. Gallegos-Sánchez. 2009. Efecto del tipo de amamantamiento en la actividad ovárica postparto de ovejas Pelibuey y tasas de crecimiento de corderos en los primeros 90 días de edad. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XIX, No 4*, 343 – 349.
- Pérez-Hernández, P. y J. Gallegos-Sánchez. 2010. Efecto macho en la reproducción de las hembras bovinas. En: *Cuadernos Científicos Girarz 8*. N Madrid-Bury (ed). Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela, Pp. 125–136.
- Pinna, A.E., F.Z. Bandao, A.S. Cavalcanti, A.M. Borges, J.M.G. Souza, and J.F. Fonseca. 2012. Reproductive parameters of Santa Ines ewes submitted to short-term treatment with re-used progesterone devices. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 64 (2): 333-340.
- Pond, W. G., D. C. Church, and R. R. Pond. 1995. *Basic animal nutrition and feeding*. 4ta. ed. John Wiley and Sons. USA. Pp: 415-443.
- Quirke, J. F., J. P. Hanrahan and J. P. Gosling. 1979. Plasma progesterone levels throughout the oestrous cycle and release of LH at oestrus in sheep with different ovulation rates. *J. Reprod. Fertil.* 55, 37–44.
- Ramón, U. J. P. y Sanginés, G. J. R. 2002. Respuesta al efecto macho de primales Pelibuey en condiciones de pastoreo y suplementación de trópico. *Técnica Pecuaria.*, 3: 308-307.
- Rattray, P., K. Jagusch, J. Smith, G. Winn, and K. Maclean. 1981. Effects of genotype, liveweight, pasture type and feeding level on ovulation responses in ewes. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.* 41: 174-182.
- Robinson, J. J., Jacqueline, M. W. and Aitken, R. P. 1989. Fertilization and ovum recovery in superovulated ewes following cervical insemination or laparoscopic intrauterine insemination at diferent times after progestagen winthdrawal and in one or both uterine horns. *J. Reprod. Fert.*, 87: 771 – 782.

- Rodríguez, O. L., M. Heredia, F. Quintal y L. Carrillo. 1986. Manejo de la lactación para incrementar la eficiencia reproductiva en ovejas Pelibuey. I. Presencia del cordero en destetes temporales. *Téc. Pecu. Méx.* 51: 104-110.
- Rondón Z., G. Yépez, N. Navarro, J. de Combellas, y C. Arvelo C. 1994. Resultados preliminares de la evaluación del potencial de producción de leche en ovejas West African sometidas a ordeño. In: S.E.O.C. (ed). *Producción Ovina y Caprina. Serie Estudios No14.* Pp: 427-432.
- SAS. 2016. JMP. Statistic visual. Versión 9.2. Institute inc. Campus Drive. Cary. NC 27517.
- Scaramuzzi, R. J., N. R. Adams, D. T. Baird, B. K. Campbell, J. A. Downing, J. K. Findlay, K. M. Henderson, G. B. Martin, K. P. McNatty, A. S. McNeilly and C. G. Tsonis. 1993. A model for follicle selection and the determination of ovulation rate in the ewe. *Reproduction Fertility and Development.* 5 (5): 459- 478.
- Schillo, K. K. 1992. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *Journal of Animal Science.* 70: 1271-1282.
- Schirar, A., Cognie, Y., Louault, F., Poulin, N., Levasseur, M.C. and Martinet, J. 1989. Resumption of oestrous behaviour and cyclic ovarian activity in suckling and non-suckling ewes. *Journal of Reproduction and Fertility.* 87: 789-794.
- 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. *Journal Reproduction and Fertility.* 88: 593-604.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)- Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2016. <http://infosiap.siap.gob.mx>.
- Smith, J. F. 1988. Influence of nutrition on ovulation rate in the ewe. *Aust. J. Biol. Res.* 41: 27.

Srikandakumar, A., R. H. Ingraham, M. Ellsworth, L. T. Archibald, A. Liao, and R. A. Godke. 1986. Comparison of a solid phase, no extraction radioimmunoassay for progesterone with and extraction assay for monitoring luteal function in the mare, bitch and cow. *Theriogenol.* 26:779-782.

Steel y Torrie. 1992. *Bioestadística. Principios y Procedimientos.* Editorial Graf América. México 622 p.

Thiéry, J. C., and G. B. Martin. 1991. Neurophysiological control of the secretion of gonadotrophin-releasing hormone and luteinizing hormone in the sheep. A review. *Reprod. Fertil. Dev.* 3: 137-173.

Valencia J., A. Porras, O. Mejía, J. M. Barruecos, J. Trujillo y L. Zarco. 2006. Actividad reproductiva de la oveja Pelibuey durante la época del anestro: Influencia de la presencia del macho. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XVI, No 2, 136 – 141.*

Valencia, M., y E. González. 1993. Pelibuey sheep in México. En "Hair sheep of western Africa and the Americas". Edit.H.A. Fithugh.G.E. Bradford. Publ. Westview Press. USA. Chap. 2.1: 55 – 73.

Vilariño, M., E. Rubianes, and A. Menchaca. 2013. Ovarian responses and pregnancy rate with previously used intravaginal progesterone releasing devices for fixed-time artificial insemination in sheep. *Theriogenology.* 79: 206-210.

Villagómez, A.E., J.M. Zárate, H.M. Arellano, G.A. Villa y E.E. González. 1999. Efectos de la suplementación energética y del amamantamiento sobre el desarrollo folicular y el anestro de vacas de doble propósito. XXXV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Yucatán, México. p.27.

Viñoles, C., M. Forsberg, G. B. Martin, C. Cajarville, J. Repetto, and A. Meikle. 2005. Short-term nutritional supplementation of ewes in low body condition affects follicle

development due to an increase in glucose and metabolic hormones. *Society for Reproduction and Fertility*. 129: 299-309.

Wallace, M. J. 1992. Artificial insemination and embryo transfer. In: *Research Techniques in Sheep and Goats*. Edited by A. W. Sheedy. CAB international, UK. 1 – 24 pp.

Williams, G.L., O.S. Gazal, V.G.A. Guzmán and R.L. Stanko. 1996. Mechanism regulating suckling mediated anovulation in the cow. *Anim. Reprod. Sci.* 42:289-297.

Wise, M. E., J. E. Glass, T. M. Nett. 1986. Changes in the concentration hypothalamic and hypophyseal receptors for estradiol in pregnant and postpartum ewes. *J. Anim. Sci.* 62: 1021-1028.

Yavas, Y. and J.S. Walton. 2000. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. *Theriogenol.* 54:25-55.

Zalesky, D.D., Forrest, D.W., McArthur, N.H., Wilson, J.M., Morris D. L. and Harms, P.G. 1990. Suckling inhibits release of luteinizing hormone releasing hormone from the bovine median eminence following ovariectomy. *Journal of Animal Science.* 68: 444 – 448.

Zamora, R., J.M. León, J. Quiroz, J. Puntas, G. García, y J.V. Delgado. 2004. Influencia de los efectos ambientales sobre la prolificidad en el ovino segureño. *FEAGAS.* 25:105-107.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Análisis proximal del alimento concentrado comercial Borrega Plus®.

| | | |
|--|-------------------------|--|
| BORREGA PLUS | | <p>0.5 Kg desde 15 días antes y hasta 15 días después del empadre ya que con este manejo se cumple el objetivo de mejorar la condición corporal, asegurar el empadre y mejorar la prolificidad de la Hembra. Es importante proporcionar minerales para ganado reproductor a libre acceso.</p> |
| REG. SAGARPA: NOM-061-200-1999-0090 | | |
| ANÁLISIS GARANTIZADO | | |
| Proteína cruda min. 15.0% | Cenizas max. 7.5% | <p>BORREGAS AL INICIO DE LA GESTACIÓN: Esta etapa comprende los primeros 100 días de gestación, las borregas pueden alimentarse exclusivamente de forraje sin afectar el desarrollo del producto que esta gestando. Además suministrar minerales para ganado reproductor.</p> |
| Grasa Cruda min. 3.0% | Humedad max. 12.0% | |
| Fibra Cruda max. 10.0% | E. N. L. Al menos 52.0% | |
| RECOMENDACIONES DE USO: | | |
| <p>Este alimento se recomienda principalmente para ser administrado a las hembras que conforman el rebaño y su asignación va a ser en base al estado fisiológico o reproductivo en que se encuentre el animal:</p> <p>BORREGAS VACIAS: En este grupo se encuentran todas aquellas hembras que no han sido cubiertas por el macho; Se deben alimentar principalmente con forraje. Es importante cuidar la condición corporal, por que aunque se dice que la reproducción de los borregos es estacional, siempre que mantenga una condición adecuada, estará en mayores posibilidades de ciclar más rápido.</p> | | <p>BORREGAS AL FINAL DE LA GESTACIÓN: Esta etapa es de gran importancia ya que a partir del día 100 de gestación y hasta el parto, el forraje no cubre los requerimientos nutricionales del animal, por lo que se debe suministrar 0.5 Kg de BORREGA PLUS, ya que durante este tiempo el feto incrementa su tamaño de manera acelerada y por lo tanto la demanda de nutrientes se incrementa.</p> |
|  | |  |
| <p>BORREGAS EN EPOCA DE EMPADRE: En esta etapa se recomienda suministrar BORREGA PLUS a razón de</p> | | <p>BORREGAS AL INICIO DE LA LACTANCIA: Durante el primer mes de la lactancia se debe proporcionar 0.5(1 cría)– 1.0 (2 crías) Kg. de BORREGA PLUS por día más el forraje que se ha venido proporcionando, es importante mantener la mezcla de minerales para reproductores a libre acceso.</p> |

Anexo 2. Análisis proximal del suplemento proteico comercial INICIADOR CORDERO-20®.

Lote No:
Fecha de caducidad:

SUPLEMENTO PROTEICO
INICIADOR CORDERO-20 (40 kg)

INICIADOR CORDERO-20
Iniciador (Creep Feed) en pellet con 20% de proteína cruda para corderos antes del destete.

ANÁLISIS GARANTIZADO:

| | |
|-----------------------------------|-------------|
| Proteína cruda | 20.0 % Min. |
| Grasa cruda | 2.0 % Min. |
| Fibra cruda | 8.0 % Max. |
| Extracto libre de nitrógeno | 51.0 % Min. |
| Cenizas | 7.0 % Max. |
| Humedad | 12.0 % Max. |

INGREDIENTES:
Harina de Alfalfa, Granos de Cereal, Productos Proteicos Vegetales, Subproductos Procesados de Cereales, Melaza, Dextrosa, Carbonato de Calcio, Fosfato Dicálcico, Fosfato Monosódico, Sal, Oxido de Magnesio, Cloruro de Potasio, Bicarbonato de Sodio, Suplemento de Vitamina A, Esterol Animal Activado (Fuente de Vitamina D.), Suplemento de Vitamina E, Propionato de Calcio (un Preservativo), Etoxiquina (un Preservativo), Saborizante Artificial, Levadura de Cerveza, Levadura Viva de Saccharomyces Cerevisiae, Sulfato de Cobre, Lisinato de Cobre, Oxido de Manganeso, Oxido de Zinc, Metionina de Zinc, Sulfato Ferroso, Etilenodiamina Dihidriodido (EDDI), Selenito de Sodio.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:
INICIADOR CORDERO-20 contiene los micronutrientes (vitaminas y minerales) y aditivos necesarios, para satisfacer los requerimientos de corderos desde los 7 días de edad, hasta 15-30 días después del destete. Este suplemento cubre el requerimiento de cobre en un nivel que no causa intoxicación.

INSTRUCCIONES DE ALIMENTACIÓN:
Ofrecer el suplemento INICIADOR CORDERO-20 a libre acceso en comederos limpios. Ofrecer además de este suplemento, forrajes de buena calidad como alfalfa en estado de prefloración o inicio de floración.

ADVERTENCIA:
Mantenga este saco bien cerrado en un lugar seco. No ofrecer este suplemento como único alimento.

CONSULTE AL MEDICO VETERINARIO

HECHO EN MEXICO POR:
MNA de México, S.A. de C.V.
AVENIDA ACAPULCO 770, COL. LA FE, SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N.L.
TELS. 8364-6933, 8327-2542 y 8364-2104 FAX: 8364-2105
e-mail: mna@mnademexico.com

INICIADOR CORDERO-20

Anexo 3. Análisis proximal del suplemento energético proteico para corderos antes y después del destete comercial BORREGO INICIO®.

LOTE No: 1100117

FECHA DE CADUCIDAD: 4 (CUATRO) MESES DESPUES DE LA FECHA DE ELABORACION



BORREGO INICIO

40 KG.
AL ENVASAR

SUPLEMENTO ENERGÉTICO PROTEICO PARA CORDEROS ANTES Y DESPUES DEL DESTETE.

ANALISIS GARANTIZADO:

| | | | |
|---------------------------|-----|-------------------|-----|
| PROTEINA CRUDA.....18.0 % | Mín | CENIZAS.....8.0% | Máx |
| GRASA CRUDA.....3.0 % | Mín | HUMEDAD.....12.0% | Máx |
| FIBRA CRUDA.....8.0% | Máx | E.L.N..... 51.0% | Mín |

GRANOS DE CEREALES, CO-PRODUCTOS PROCESADOS DE CEREALES, PASTAS DE OLEAGINOSAS, CO-PRODUCTOS PROTEICOS VEGETALES, MELAZA, CARBONATO DE CALCIO, FOSFATO MONOCÁLCICO, FOSFATO DICÁLCICO, CLORURO DE SODIO (SAL), CLORURO DE POTASIO, SABORIZANTE ARTIFICIAL (SABOR CANELA), SUPLEMENTO DE VITAMINA A, SUPLEMENTO DE VITAMINA E, SUPLEMENTO DE VITAMINA D3, ETOXIQUINA (COMO PRESERVATIVO), PROPIONATO DE CALCIO (COMO PRESERVATIVO), ANTIOXIDANTE (B.H.T.), OXIDO DE MAGNESIO, SULFATO FERROSO, SULFATO DE COBRE, OXIDO DE MANGANESO, SULFATO DE ZINC, ETILENDIAMINA DIHIDROIODO (EDDI), SELENITO DE SODIO, MONENSINA SODICA (10 g /Ton.), LIGNOSULFONATO DE CALCIO, ADSORBENTE DE MICOTOXINAS.

INSTRUCCIONES DE ALIMENTACIÓN Y DOSIS:
BORREGO INICIO ES UN SUPLEMENTO ENERGÉTICO PROTEICO QUE CUBRE LOS REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE CORDEROS DE LOS 7 DÍAS DE EDAD, HASTA 2 SEMANAS DESPUÉS DEL DESTETE. OFRECER EL SUPLEMENTO A LIBRE ACCESO EN COMEDEROS LIMPIOS, ADEMÁS OFRECER FORRAJES Y AGUA DE BUENA CALIDAD.

ADVERTENCIA:
 NO OFRECER ESTE SUPLEMENTO COMO ÚNICO ALIMENTO. MANTENGA ESTE SACO BIEN CERRADO EN UN LUGAR FRESCO Y SECO.

CONSULTE A SU MÉDICO VETERINARIO.



PRODUCTO HECHO EN MÉXICO POR:
AGROINDUSTRIAS INTEGRADAS DEL NORTE, S.A. DE C.V.
PLANTA MONTERREY
 Carr. Miguel Alemán KM 7.5
 Col. San Rafael Guadalupe, Nuevo León
 TEL: 8152 7400
 LADA SIN COSTO: 01 800-627-3227
 Email: ventasagromas@gruma.com

HARINA

MIGAJA

PELLET