

## EFFECTO DEL PROGESTÁGENO Y DE LA DOSIS DE GONADOTROPINA CORIONICA EQUINA EN LA SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO Y TASA DE GESTACIÓN EN OVEJAS PELIBUEY INSEMINADAS POR LAPAROSCOPIA

Effect of progestagen and dose of equine gonadotropin corionic on estrus synchronization and pregnancy rate in pelibuey ewes following laparoscopic insemination

\*Jesús Ricardo Aké-López, Fernando Gerardo Centurión-Castro, Juan Gabriel Magaña-Monforte, Jesús Ricardo Aké-Villanueva

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. CCBA-UADY. Km. 15.5 Carretera Mérida-Xmatkuil, S/N. Mérida, Yucatán, México.

\*alopez@uady.mx

**Artículo recibido:** 6 de septiembre de 2013, **aceptado:** 23 de mayo de 2014

**RESUMEN.** El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de dos progestágenos y dos dosis de gonadotropina coriónica equina (eCG) en la sincronización del estro y tasa de gestación de ovejas Pelibuey inseminadas por laparoscopia bajo condiciones de trópico. Un total de 296 ovejas Pelibuey se sincronizaron con 40 mg de acetato de flurogestona (Grupo Esponjas; n = 150) o con 0.3 gr de progesterona natural (Grupo CIDR; n = 146) por 12 d. Al retiro del progestágeno, dentro de cada grupo se aplicó en forma aleatoria 200 ó 250 UI de eCG. El estro se observó por la mañana y por la tarde hasta las 48 h post-retiro del progestágeno. La inseminación fue intrauterina con semen refrigerado y se realizó 54-56 h post-retiro del progestágeno. La gestación se diagnosticó por ultrasonido 35-40 días después. Los resultados se analizaron mediante Chi-cuadrada. La proporción de ovejas en estro (Esponjas = 89.3 % vs CIDR = 93.5 %) y de gestación (Esponjas = 77.3 vs CIDR = 72.6 %) fue similar ( $p > 0.05$ ) entre grupos. La dosis de eCG influyó en la proporción de ovejas en estro (200 UI = 86.5 % vs 250 UI = 95.9 %;  $p < 0.05$ ) y el porcentaje de gestación (200 UI = 64.9 % vs 250 UI = 85.1 %;  $p < 0.05$ ). En conclusión, los resultados muestran que el progestágeno no tuvo efecto sobre la sincronización del estro y la tasa de gestación; sin embargo, la proporción de ovejas en estro y la tasa de gestación fueron mayores al aplicar 250 UI de eCG.

**Palabras clave:** Ovejas de pelo, inseminación intrauterina, semen refrigerado, trópico, fertilidad.

**ABSTRACT.** The aim of the present study was to evaluate the effect of two progestagen and two doses of equine chorionic gonadotropin (eCG) on synchronization of estrus and pregnancy rate in Pelibuey ewes following laparoscopic insemination under tropical conditions. A total 296 Pelibuey ewes were synchronized with 40 mg of flurogestona acetate (Group Sponges; n = 150) or 0.3 g of natural progesterone (Group CIDR; n = 146) for 12 days; 200 or 250 UI of eCG were applied randomly at progestagen removal. Estrus was observed during the morning and afternoon until 48 h of progestagen removal, the insemination was intrauterine with chilled semen at 54-56 h of progestagen removal. Pregnancy was diagnosed by ultrasound 35-40 days later. The results were analyzed using Chi-square. The proportion of ewes in estrus (Sponges = 89.3 % vs CIDR = 93.5 %) and pregnancy rate (Sponges = 77.3 vs CIDR = 72.6 %) was similar ( $p > 0.05$ ) between groups. The dose of eCG influenced the proportion of ewes in estrus (200 UI = 86.5 % vs 250 UI = 95.9 %;  $p < 0.05$ ) and the pregnancy rate (200 UI = 64.9 % vs 250 UI = 85.1 %;  $p < 0.05$ ). In conclusion, results show that the progestagen did not affect synchronization of estrus or pregnancy rate. However, the proportion of ewes in estrus and the pregnancy rate were greater when applying 250 IU of eCG.

**Key words:** Hair sheep, intrauterine inseminated, chilled semen, tropic, fertility.

## INTRODUCCIÓN

La sincronización del estro (SE) es una estrategia de manejo reproductivo que permite agrupar la presentación de estros, cubriciones, programar partos en una época prevista de antemano, programar destetes, y es de gran importancia para implementar otras biotecnologías como la inseminación artificial (Evans y Maxwell 1990, Keisler y Buckrrell 1997). Por su parte, la inseminación artificial (IA) es una alternativa importante para el mejoramiento genético y productivo del hato (Hill *et al.* 1998, Anel *et al.* 2006). El uso de la SE y de la IA en la explotación permite un manejo más uniforme del hato, y por lo tanto, un uso más eficiente de los recursos de la unidad, lo que redundará en una mejora de la productividad (Keisler y Buckrrell 1997, Wildeus 2000).

La sincronización del estro en las ovejas generalmente se realiza con el uso de esponjas intravaginales impregnadas con acetato de fluorogestona (FGA) por periodos de 10 a 14 días (Wildeus 2000). Sin embargo, actualmente una alternativa para la sincronización del estro en las ovejas es el uso de dispositivos de liberación controlada de Progesterona (CIDR; Controlled Internal Drug Releasing) (Ozyurtlu *et al.* 2010). Cada CIDR contiene 0.3 g de progesterona y entre sus ventajas se menciona su fácil inserción, extracción y altas tasas de retención, además no hay la acumulación de secreciones vaginales que son producidas cuando se utilizan esponjas y que son descartadas al momento de su retiro (Wheaton *et al.* 1993).

Dentro de los protocolos para sincronizar el estro se recomienda que al momento del retiro (o un día antes) del dispositivo intravaginal, se aplique gonadotropina coriónica equina (eCG o PMSG), con la finalidad de provocar que la sincronización del estro sea más estrecha, y que se incremente la respuesta folicular, la tasa de ovulación y los índices de concepción (Catalano *et al.* 2007, Quintero-Elisea *et al.* 2011).

Las ovejas Pelibuey, debido a su alta adaptabilidad, son una de las razas de ovejas de pelo que más se explotan a bajo condiciones de trópico y en general en todo el territorio mexicano

bajo diferentes tipos de clima (Avendaño-Reyes *et al.* 2004, Avendaño-Reyes *et al.* 2007, MacíasCruz *et al.* 2012), sin embargo, la información referente al uso de esponjas o CIDR, así como de la dosis de eCG en las ovejas de pelo es limitada bajo condiciones de trópico, motivo por el cual, la información que se genere es importante porque nos permitirá tomar decisiones cuando se sincronicen las ovejas con la finalidad de mejorar la respuesta al estro y la tasa de gestación.

El objetivo del presente estudio fue comparar el efecto de las esponjas intravaginales conteniendo acetato de Fluorogestona y de los dispositivos intravaginales (CIDR) conteniendo progesterona natural, y la dosis de gonadotropina coriónica equina (200 vs 250 UI) en la sincronización del estro y tasa de gestación en ovejas Pelibuey inseminadas en forma intrauterina con semen refrigerado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación

El estudio se realizó de noviembre de 2006 a julio de 2007 en ocho explotaciones ovinas del la zona centro y oriente del estado de Yucatán. El clima de la región es cálido subhúmedo con lluvias en verano (Awo y Awl). La temperatura media anual es de 25.8 °C con una precipitación pluvial media de 983.8 mm y humedad relativa entre el 70 y el 80 % (INEGI 2007).

### Selección de animales

Se utilizaron un total de 296 ovejas Pelibuey comerciales, multíparas (entre 2 y 6 partos), sin cría al pie, sin problemas reproductivos en su último parto y con una condición corporal entre 2 y 4 puntos, de acuerdo a la escala de 1 al 5 (Russel 1984).

### Sincronización del estro

La sincronización del estro de las ovejas se realizó con esponjas intravaginales (Grupo Esponjas; n=150) impregnadas con 40 mg de acetato de fluorogestona (Chronogest<sup>®</sup>; Intervet) y dispositivos intravaginales (Grupo CIDR; n=146) con 0.3 gr de progesterona natural (CIDR<sup>®</sup>; Pfizer). Ambos tratamientos se mantuvieron por 12 días. El día

en que se retiraron las esponjas y el CIDR, se aplicó al azar y en forma intramuscular 200 ó 250 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG, Folligon<sup>®</sup>; Intervet).

### **Detección de los estros**

La detección de estros se realizó usando machos enteros con mandil y dio inicio 12 h después de haber retirado los dispositivos intravaginales. Se realizó por períodos de una hora, por la mañana (08:00 h) y por la tarde (18:00 h) hasta las 48 h de retirado el progestágeno. Las hembras detectadas en estro fueron separadas temporalmente del grupo, para continuar con la detección de otras hembras.

### **Inseminación artificial intrauterina**

La recolección del semen se realizó por la mañana del día de la inseminación. El semen (proveniente de machos Pelibuey y Katahdin) se colectó por medio de vagina artificial y se evaluó empleando la metodología usual (Evans y Maxwell 1990). Se procedió a su dilución (Diluyente Trilady<sup>®</sup>; Minutube) con la finalidad de obtener aproximadamente 150 millones de espermatozoides por dosis de semen (0.25 mL), una vez diluido se enfrió (aproximadamente en 2 h) a 4-5 °C, manteniéndose a esta temperatura (en refrigeración) hasta su aplicación.

Se inseminaron todas las ovejas (hayan o no presentado estro), lo que se realizó 54-56 horas post-retiro del CIDR o las esponjas. El semen se aplicó por vía intrauterina con la ayuda de un laparoscopio (Karl Storz) y un equipo de inseminación específico (Transcap-Aspic); la dosis de inseminación se repartió entre los dos cuernos uterinos colocándola en el tercio medio y dorsal de cada cuerno (Evans y Maxwell 1990, Aké-López *et al.* 2005).

### **Diagnóstico de gestación**

El diagnóstico de gestación se realizó 35-40 días post-inseminación, utilizando un ultrasonido de tiempo real (Pie Medical; 100 Falco Vet), equipado con un transductor lineal de 6-8 Mhz.

### **Análisis estadístico**

Las variables evaluadas fueron: a) El porcentaje de ovejas que presentaron estro y que

quedaron gestantes por progestágeno (Esponja o CIDR), b) El porcentaje de estro y gestación a las 24, 36 y 48 h, por progestágeno, y c) El porcentaje de ovejas que presentaron estro y que quedaron gestantes por dosis de eCG. Todos los porcentajes se analizaron mediante pruebas de Chi-cuadrada (Steel y Torrie 1985).

## **RESULTADOS**

El promedio general de ovejas en estro fue 91.22 % y de gestación 75 %. Al analizar la información por progestágeno, se puede observar que no hay diferencia en la proporción de ovejas en estro ( $p > 0.05$ ) ni de ovejas gestantes ( $p > 0.05$ ) entre los grupos sincronizados con esponjas o CIDR (Tabla 1).

Respecto a la distribución de estros entre progestágenos, se observó que en el grupo tratado con CIDR el porcentaje de ovejas en estro fue mayor a las 24 h ( $p < 0.05$ ) en comparación con las ovejas tratadas con esponjas (Tabla 2). Por el contrario, las ovejas sincronizadas con esponjas presentaron el estro en mayor proporción a las 48 h ( $p < 0.05$ ). No se encontró diferencia ( $p > 0.05$ ) entre grupos (Esponja o CIDR) en el promedio de ovejas que presentaron estro a las 36 h, ni en la proporción de ovejas que no fueron observadas en estro (Tabla 2).

En cuanto a la dosis de eCG, el mayor porcentaje de estros ( $p < 0.05$ ) y de gestación ( $p < 0.05$ ) se obtuvo en las hembras que recibieron 250 UI de eCG, en comparación con las ovejas que recibieron 200 UI (Tabla 4).

La tasa de gestación fue similar ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos (Esponjas o CIDR) en las diferentes horas (24, 36 y 48 h) en que se observó el estro (Tabla 3). Sin embargo, un aspecto interesante es que se encontró que las ovejas que no fueron observadas en estro presentaron en promedio 30.8 % de gestación.

## **DISCUSIÓN**

### **Efecto en la respuesta al estro**

En el presente estudio no se encontró diferencia en el porcentaje de ovejas que presentaron

**Tabla 1.** Efecto de los diferentes progestágenos (acetato de flurogestona/esponja vs progesterona natural/CIDR) en la respuesta al estro y tasa de gestación de las ovejas Pelibuey sincronizadas bajo condiciones de trópico.

**Table 1.** Effect of the different progestagen (fluorogestone acetate/sponge vs natural progesterone/CIDR) on estrus response and pregnancy rate in Pelibuey ewes synchronized under tropical conditions.

DISPOSITIVO	n	Ovejas en estro (%)	Ovejas gestantes (%)
ESPONJA	150	89.30	77.3
CIDR	146	93.15	73.6

**Tabla 2.** Distribución de estros en las ovejas Pelibuey sincronizadas con acetato de fluorogestona (esponjas) o progesterona natural (CIDR), bajo condiciones de trópico.

**Table 2.** Estrus distribution in Pelibuey ewes synchronized with fluorogestone acetate (sponges) or natural progesterone (CIDR), under tropical conditions.

	Porcentaje de ovejas en estro		
	Esponjas	CIDR	Promedio
24 h	29.33 <sup>b</sup> (44/150)	43.15 <sup>a</sup> (63/146)	36.1 (107/296)
36 h	23.33 <sup>a</sup> (35/150)	28.08 <sup>a</sup> (41/146)	25.7 (76/296)
48 h	36.66 <sup>a</sup> (55/150)	21.91 <sup>b</sup> (32/146)	29.4 (87/296)
0*	10.66 <sup>a</sup> (16/150)	06.84 <sup>a</sup> (10/146)	08.8 (26/296)

<sup>a,b</sup> diferente literal en la misma línea indica diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), \* Proporción de ovejas que no fueron observadas en estro. Entre paréntesis se presenta el número de animales en cada caso.

**Tabla 3.** Distribución de estros en las ovejas Pelibuey sincronizadas con acetato de fluorogestona (esponjas) o progesterona natural (CIDR), bajo condiciones de trópico.

**Table 3.** Estrus distribution in Pelibuey ewes synchronized with fluorogestone acetate (sponges) or natural progesterone (CIDR), under tropical conditions.

Grupos	Porcentaje de ovejas gestantes		
	Esponjas	CIDR	Promedio
24 h	81.81 (36/44)	77.77 (49/63)	79.4 (85/107)
36 h	80.00 (28/35)	82.92 (34/41)	81.6 (62/76)
48 h	83.63 (46/55)	65.62 (21/32)	77.0 (67/87)
0*	37.50 (06/16)	20.00 (02/10)	30.8 (8/26)

\* Proporción de ovejas que no fueron observadas en estro. Entre paréntesis se presenta el número de animales en cada caso.

estro después del tratamiento con Esponjas o CIDR, resultados similares a los obtenidos por Ozyurtlu *et al.* (2010), quienes trabajando con ovejas de la raza Awassi no encontraron efecto del progestágeno sobre la proporción de ovejas en estro (Esponjas = 87.5 % vs CIDR = 90 %;  $p > 0.05$ ). Godfrey *et al.* (1999), trabajando con ovejas de la raza St.Croix y Blackbelly tampoco encontraron efecto del pro-

gestágeno sobre los porcentajes de ovejas en estro cuando estas fueron tratadas con CIDR (100 %) y esponjas (94.4 %). La falta de diferencia entre los tratamientos empleados puede ser atribuido a que ambos progestágenos tuvieron el efecto esperado, que en principio es un efecto inhibitorio de la secreción de gonadotropinas, en especial de la hormona luteinizante (LH), lo que inhibió el crecimiento folicular, de tal forma que al retiro del tratamiento reinició el crecimiento folicular y el estro se presentó en la mayoría de los animales tratados (Hansel y Convey 1983, Dogan *et al.* 2004).

Por otra parte, en el presente estudio se observó que las ovejas que fueron sincronizadas con CIDR, exhibieron conducta estral más temprano que las ovejas sincronizadas con esponjas, estas últimas presentaron el estro en mayor proporción a las 48 h. Esta tardía respuesta al estro en las ovejas con esponjas posiblemente se deba a que los residuos de los progestágenos sintéticos (de las esponjas) tardan más en ser eliminados del organismo de las ovejas, por lo que las ovejas tratadas con esponjas presentan

**Tabla 4.** Efecto de las diferentes dosis de gonadotropina coriónica equina (eCG) en la respuesta al estro y tasa de gestación de las ovejas Pelibuey sincronizadas bajo condiciones de trópico.

**Table 4.** Effect of the different doses of equine chorionic gonadotropin (eCG) on estrus response and pregnancy rate in Pelibuey ewes synchronized under tropical conditions.

Dosis de eCG	n	Porcentaje de ovejas gestantes	
		Ovejas en estro (%)	Ovejas gestantes (%)
200 UI	148	86.5 <sup>b</sup>	64.9 <sup>b</sup>
250 UI	148	95.9 <sup>a</sup>	85.1 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> diferente literal en la misma columna indica diferencia significativa ( $p < 0.05$ ).

el estro más tardíamente (Menegatos *et al.* 2003).

En cuanto al efecto de la eCG sobre la proporción de ovejas en estro, en el presente estudio se observó mayor porcentaje de ovejas en estro cuando se aplicó 250 UI de eCG, resultado que difiere de lo reportado por Martínez-Tinajero *et al.* (2006), quienes trabajando con ovejas F1 (Damara x Merino), no encontraron diferencia en el porcentaje de ovejas en estro al aplicar 150 ó 300 UI de eCG (100 % de estros en los dos grupos). También difiere de lo reportado por Quintero-Elisea *et al.* (2011) quienes no encontraron diferencia en los porcentajes de ovejas en estro al aplicar 100 (92.7 %), 200 (95.8 %) ó 400 UI (91.7 %) de eCG.

Diferentes estudios reportan que en ovejas de pelo, la respuesta a la sincronización del estro es generalmente alta (cerca del 100 %) (Macias-Cruz *et al.* 2009, Quintero-Elisea *et al.* 2011), esto probablemente debido a que estos animales no presentan una clara estacionalidad en regiones tropicales (Rosado *et al.* 1998, Arroyo *et al.* 2007), aunque se ha reportado una disminución de la actividad reproductiva de febrero a abril (González *et al.* 1992), situación que no se observó en el presente estudio. El hecho de haber encontrado en el presente trabajo, diferencia en la proporción de ovejas en estro por efecto de la dosis de eCG, indica que lo mencionado anteriormente no aplica totalmente para las ovejas Pelibuey. Aunque por un lado el porcentaje de respuesta a la sincronización es alta (alrededor del 90 %), el aplicar 250 UI de eCG incrementó en forma significativa la respuesta al estro. Esta mayor respuesta puede ser explicada por el hecho de que la gonadotropina exógena (eCG)

estimula el crecimiento folicular, lo cual incrementa la producción de estrógenos incrementando consecuentemente la proporción de animales en estro (Wildeus 2000).

#### Efecto en la tasa de gestación

En el presente trabajo no se encontró diferencia en el porcentaje de gestación por efecto del progestágeno utilizado (esponja o CIDR), resultados similares a lo reportado en otros estudios bajo monta natural o inseminación artificial (Hill *et al.* 1998, Luther *et al.* 2007, Ozyurtlu *et al.* 2010). Hill *et al.* (1998) no encontraron efecto del progestágeno sobre la proporción de ovejas gestantes (Esponjas = 72.7 % vs CIDR = 71.7 %;  $p > 0.01$ ) después de inseminar por laparoscopia a ovejas Merino Australiano. Tampoco difiere de los resultados reportados por Ozyurtlu *et al.* (2010), quienes sincronizaron ovejas Awassi y utilizando monta natural, tampoco hallaron diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre los porcentajes de gestación al utilizar CIDR (70.0 %) o esponjas (70.8 %).

Los porcentajes de gestación en el presente trabajo tampoco difieren en relación a las diferentes horas en que se presenta el estro en las ovejas (24, 36 ó 48 h) cuando se utilizan esponjas o CIDR. La similitud en la tasa de gestación en las diferentes horas entre ambos tratamientos es en gran parte debida efecto inhibitorio sobre la LH (Hansel y Convey 1983, Dogan *et al.* 2004) que ejercen los progestágenos, que en principio aunque se observó que algunas ovejas presentaron el estro más temprano, la ovulación y consecuentemente la fertilización no

se modificó en forma importante.

Un aspecto importante que se observó en el presente estudio, fue que alrededor de un 30 % de las ovejas que no fueron observadas en estro (y que fueron inseminadas) quedaron gestantes, este aspecto tiene mucha importancia debido a que en ocasiones algunos técnicos deciden no inseminar a las ovejas que no presentan estro después de la sincronización, y los resultados del presente estudio muestran que aunque no se hayan observado en estro, algunas de ellas pueden quedar gestantes. Esta situación podría deberse a que en el presente trabajo no se realizó la detección del estro más allá de las 48 h, y cabe la posibilidad de que algunas de las ovejas pudieron presentar el estro después de este momento. Bajo esta perspectiva, cuando se realice un trabajo de sincronización e inseminación, lo más adecuado es inseminar a todas las ovejas que fueron sincronizadas, presenten o no el estro; de hecho, se hace innecesaria la detección del estro, ya que como mencionan Cueto y Gibbons (1998), la detección de estros no aporta mayor eficiencia reproductiva a la IA cuando se utilizan progestágenos y eCG.

### Efecto de la dosis de eCG

En el presente trabajo se encontró diferencia significativa en cuanto al porcentaje de gestación de las ovejas tratadas con diferentes dosis de la gonadotropina coriónica equina (200 ó 250 UI de eCG) porque la diferencia fue de 20.3 % a favor de las ovejas que recibieron dosis de 250 UI de eCG.

Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los reportados por Hill *et al.* (1998) quienes indican que al utilizar 200 UI de eCG se obtienen porcentajes de gestación más bajos que al utilizar 300 UI de eCG (62.4 vs 72.9 %;  $p < 0.05$ ).

### LITERATURA CITADA

- Aké-López JR, Centurión-Castro FG, Alfaro-Gamboa MG (2005) Notas del Curso Teórico-Práctico de Inseminación Artificial en Ovinos. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Mérida, Yucatán. pp: 68-76.
- Anel L, Alvarez M, Martínez-Pastor F, García-Macias V, Anel E, De Paz P (2006) Improvement strategies in ovine artificial Insemination. *Reproduction in Domestic Animals* 41: 30-42.
- Arroyo LJ, Gallegos-Sánchez J, Villa-Godoy A, Berruecos JM, Perera G, Valencia J (2007) Reproductive activity of Pelibuey and Suffolk ewes at 19° north latitude. *Animal Reproduction Science* 102: 24-30.

Sin embargo, difiere de lo reportado por Quintero-Elisea *et al.* (2011) quienes después de sincronizar a ovejas Blackbelly y Pelibuey, les dieron servicio con monta natural a las 12 y 24 h de detectado el estro y no observaron diferencia ( $p > 0.05$ ) en la tasa de gestación cuando se aplicó 100 (77.3 %), 200 (69.6 %) ó 300 UI (81.8 %) de eCG.

El mayor porcentaje de gestación obtenido en el presente estudio al utilizar mayor dosis de eCG se puede explicar por el efecto propio de esta gonadotropina, ya que su aplicación generalmente provoca un mejor crecimiento folicular, incrementa el índice de ovulación y de concepción (Quispe *et al.* 1995, Boscos *et al.* 2002). Adicionalmente se reporta que la mayor tasa de gestación en las ovejas tratadas con eCG puede ser atribuida a un mayor tasa ovulatoria por animal y subsecuentemente un mayor nivel de progesterona circulante (Boscos *et al.* 2002, Luther *et al.* 2007).

### CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados del presente trabajo se puede concluir que el CIDR y las esponjas son igualmente efectivas para sincronizar el estro y lograr un buen porcentaje de gestación. Sin embargo, la aplicación de 250 UI de eCG incremento en forma significativa la proporción de ovejas en estro y de ovejas gestantes a la inseminación intrauterina con semen refrigerado.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo agradecen el apoyo de la Fundación Produce Yucatán A.C., así como de los productores participantes

- Avendaño-Reyes L, Alvarez FD, Salome J, Correa A, Molina L, Cisneros FJ (2004) Assessment of some productive traits of the Pelibuey sheep in northwestern Mexico: Preliminary results. *Cuban Journal of Agricultural Science* 38: 129-134.
- Avendaño-Reyes L, Álvarez-Valenzuela FD, Molina-Ramírez L, Rangel-Santos R, Correa-Calderón A, Rodríguez-García J, Cruz-Villegas M, Robinson PH, Famula TR (2007) Reproductive performance of Pelibuey ewes in response to estrus synchronization and artificial insemination in Northwestern Mexico. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 6: 807-812.
- Boscós CM, Samartzi FC, Dellid S, Rogge A, Stefanakis A, Krambovitis E (2002) Use of progestagen-gonadotrophin treatment in estrus synchronization of sheep. *Theriogenology* 58: 1261-1272.
- Catalano R, Teruel M, Cabodevila J, Callejas S (2007) Efecto de diferentes dosis de gonadotropina coriónica equina sobre la respuesta reproductiva de hembras con un tratamiento para inducción de celos. *Investigación Veterinaria* 9: 11-17.
- Cueto M, Gibbons A (1998) Efecto de la dosis de PMSG en la inseminación artificial intrauterina sistemática o con detección de estros. *Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario*. 18(2): 440-442.
- Dogan I, Nur Z, Gunay U, Soyly MK, Sonmez C (2004) Comparison of fluorogestone and medroxyprogesterone intravaginal sponges for oestrus synchronization in Saanen does during the transition period. *South African Journal of Animal Science* 34: 18-22.
- Evans G, Maxwell WMC (1990) *Inseminación Artificial de Ovejas y Cabras*. Editorial, Acribia, S.A; Zaragoza, España. 191 p.
- Godfrey RW, Collins JR, Hensley EL, Wheaton JE (1999) Estrus synchronization and artificial insemination of hair sheep ewes in the tropics. *Theriogenology* 51: 985-997.
- González A, Murphy BD, Foote WC, Ortega E. (1992) Circannual estrous variations and ovulation rate in Pelibuey ewes. *Small Ruminant Research* 8: 225-232.
- Hansel W, Convey EM (1983) Physiology of the estrous cycle. *Journal of Animal Science* 57:104-412.
- Hill JR, Thommpson JA, Perkins NR (1998) Factors affecting pregnancy rates following laparoscopic insemination of 28,447 Merino ewes under commercial conditions: A survey. *Theriogenology* 49: 697-709.
- INEGI (2007) Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. (En línea) <http://www.inegi.org.mx>.
- Keisler DH, Buckrrell BC (1997) Breeding strategies. In: *Current Therapy in Large Animal Theriogenology*. Youngquist RS, (ed) WB Saunders Company. Philadelphia. pp: 603-611.
- Luther JS, Grazul-Bilska AT, Kirsch JD, Weigl RM, Kraft KC, Navanukraw C, Pant D, Reynolds LP, Redmer DA (2007) The effect of GnRH, eCG and progestin type on estrous synchronization following laparoscopic AI in ewes. *Small Ruminant Research* 72: 227-231.
- Macías-Cruz U, Álvarez-Valenzuela FD, Correa-Calderón A, Molina-Ramírez M, González-Reyna A, Soto-Navarro S, Avendaño-Reyes L (2009) Pelibuey ewe productivity and subsequent pre-weaning lamb performance using hair-sheep breeds under a confinement system. *Journal of Applied Animal Research* 36: 255-260.
- Macías-Cruz U, Álvarez-Valenzuela FD, Olguín-Arredondo HA, Molina-Ramírez L, Avendaño-Reyes L (2012) Ovejas Pelibuey sincronizadas con progestágenos y apareadas con machos de razas Dorper y Katahdin bajo condiciones estabuladas: Producción de la oveja y crecimiento de los corderos durante el período predestete. *Archivos de Medicina Veterinaria* 44: 29-37.

- Martínez-Tinajero JJ, Sánchez-Torres EMT, Bucio AL, Rojo RR, Mendoza MGD, Cordero MJL, Mejía VO (2006) Efecto de eCG e inseminación laparoscópica sobre el comportamiento reproductivo en ovejas F1 (Damara x Merino). *Revista Científica (Maracaibo)* 16: 72-77.
- Menegatos J, Chadio S, Kalogiannis T, Koukoura T, Kouimtzis S (2003) Endocrine events during the peri-estrous period and the subsequent estrous cycle in ewes after estrus synchronization. *Theriogenology* 59: 1533-1534.
- Ozyurtlu N, Kucukaslan I, Cetin Y (2010) Characterization of oestrous induction response, oestrous duration, fecundity and fertility in Awassi ewe during the non-breeding season utilizing both CIDR and intravaginal sponge treatments. *Reproduction in Domestic Animals* 45: 464-467.
- Quintero-Elisea JA, Macías-Cruz U, Álvarez-Valenzuela FD, Correa-Calderón A, González-Reyna A, Lucero-Magaña FA, Soto-Navarro SA, Avendaño-Reyes L (2011) The effects time and dose of pregnant mare serum gonadotropin (PMSG) on reproductive efficiency in hair sheep ewes. *Tropical Animal Health and Production* 43: 1567-1573.
- Quispe T, Valencia J, Ortiz A, Zarco L. (1995) Inducción del estro en borregas en anestro utilizando Acetato de Melengestrol (MGA) con o sin gonadotropina sérica de yegua gestante (PMSG). *Avances en Investigación Agropecuaria* 4: 1-13.
- Rosado J, Silva E, Galina MA (1998) Reproductive management of hair sheep with progesterone and gonadotropins in the tropics. *Small Ruminant Research* 27: 237-242.
- Russel A (1984) Body condition scoring of sheep. *In Practice* 5: 91-92.
- Steel RGD, Torrie JH (1985) *Bioestadística. Principios y Procedimientos*. Ed. McGraw-Hill. México, Distrito Federal. pp: 520-540.
- Wheaton JE, Carlson KM, Windels HF, Johnston LJ (1993) CIDR: a new progesterone-releasing intravaginal device for induction of estrus and cycle control in sheep and goats. *Animal Reproduction Science* 33: 127-139.
- Wildeus S (2000) Current concepts in synchronization of estrus: sheep and goats. *Journal of Animal Science* 77: 1-14.