

Los dispositivos reutilizados en protocolos cortos de sincronización tienen el mismo efecto sobre el desempeño reproductivo y perfiles de progesterona en ovejas Pelibuey

Carlos Luna-Palomera^{1,*}, Ulises Macías-Cruz², Fernando Sánchez-Dávila³,
Nadia Florencia Ojeda-Robertos¹ y Jorge Alonso Peralta-Torres¹

¹ Laboratorio de Reproducción y Genética Animal, División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Av. Universidad S/N, Zon de la Cultura, Colonia Magisterial, Villahermosa, Centro, C.P. 86400, Tabasco, México

² Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C., México

³ Posgrado Conjunto FA-FMVZ, Universidad Autónoma de Nuevo León, Francisco I. Madero S/N, Ex Hacienda el Cañada, 66050 Cd Gral. Escobedo, Nuevo León, México

Resumen

El objetivo fue evaluar la conducta estral, tasa de preñez y niveles de P4 en ovejas Pelibuey tratadas bajo un protocolo de sincronización del estro de corta duración con dispositivos intravaginales nuevos (CIDRn) y reusados (CIDR1, CIDR2). Se evaluó el porcentaje de ovejas en estro, intervalo retiro dispositivo-estro, duración del estro, porcentaje de gestación y porcentaje de dispositivos retenidos; así como los niveles de P4 los días -10 (inserción), -8, -6, -2 (retirada) y 0 (día del estro). Las variables categóricas fueron analizadas por Chi-cuadrado, las variables continuas por análisis de varianza y los niveles de P4 por medidas repetidas en el tiempo. No se observaron diferencias ($P > 0,05$) entre las ovejas tratadas con CIDRn, CIDR1 y CIDR2 en ninguna de las variables reproductivas analizadas. Se concluye que la liberación de P4 remanente en los dispositivos reutilizados es suficiente para lograr una adecuada sincronización del estro y tasa de preñez en ovejas Pelibuey.

Palabras clave: Conducta estral, dispositivos reutilizados, progesterona, ovinos de pelo.

The reused progesterone device in short-term protocols has the same effect on reproductive performance and progesterone profiles in Pelibuey ewes

Abstract

The aim was to evaluate the estrous behavior, gestation rate and P4 concentrations in Pelibuey ewes treated under a short synchronization protocol with new intravaginal devices (CIDRn) and reused (CIDR1 and CIDR2). The percentage of females in estrus, withdrawal time at estrus presentation, duration of estrus, gestation rate and percentage of retained devices were evaluated, likewise P4 concentrations on days -10 (input), -8, -6, -2 (withdrawal) and 0 (estrus day). Categorical variables were analyzed by

* Autor para correspondencia: carlos.luna@ujat.mx

Cita del artículo: Luna-Palomera C, Macías-Cruz U, Sánchez-Dávila F, Ojeda-Robertos NF, Peralta-Torres JA (2023). Los dispositivos reutilizados en protocolos cortos de sincronización tienen el mismo efecto sobre el desempeño reproductivo y perfiles de progesterona en ovejas Pelibuey. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 119(2): 149-157. <https://doi.org/10.12706/itea.2022.014>

Chi-square test, continuous variables by analysis of variance and P4 concentrations with repeated measures over time. There were no differences ($P > 0.05$) among ewes treated with CIDRn, CIDR1 and CIDR2 for any of the reproductive variables analyzed. It was concluded that the P4 release in reused devices is sufficient to achieve an adequate synchronization of estrus and pregnancy rate in Pelibuey breed ewes.

Keywords: Estrous behavior, reused device, progesterone, hair sheep.

Introducción

La sincronización del estro contribuye a mejorar la eficiencia reproductiva y mejora genética a través de la inseminación artificial (IA). El tratamiento hormonal más usado en protocolos de sincronización del estro en ovinos son los basados en el uso de progesterona natural (P4) y progestágenos (Abecia et al., 2011) administrados a través de dispositivos intravaginales (silicona o esponjas de poliuretano). La sincronización del estro con esponjas en ovejas es menos costoso, sin embargo, se reportan mayores casos de vaginitis y cambios en la flora vaginal (Manes et al., 2018; Ojeda-Hernández et al., 2019) lo cual puede afectar negativamente la atracción sexual de la oveja (Gatti y Ungerfeld, 2012).

La sincronización del estro con dispositivos de liberación controlada de fármacos (CIDR) se ha usado con eficiencia en varias especies animales: vacas (Bonacker et al., 2020), búfalas (Neglia et al., 2020), cabras (Skliarov et al., 2021) y ovejas (Gonzalez-Bulnes et al., 2020). Los CIDR para ovejas están impregnados con 0,3 g de progesterona natural (Wheaton et al., 1993), y generalmente son aplicados en protocolos largos de 12 a 14 días (Viñoles et al., 2001) y algunos estudios los han evaluado bajo protocolos de corta duración de 5-7 días (Menchaca y Rubianes, 2004; Martínez-Ros et al., 2019). En estos últimos se ha observado una mejor sincronización del estro y buena fertilidad con IA en ovejas comparado con protocolos largos (Cox et al., 2012; Dias et al., 2015; Santos-Neto et al., 2015; Martínez-Ros et al., 2020).

Los dispositivos liberadores de progesterona (CIDR), después de ser retirados contienen concentraciones residuales entre 50 % y 60 % de la P4 total, dependiendo del tiempo del tratamiento (Ungerfeld, 2009; Vilariño et al., 2011). Esto se debe a que la cantidad de P4 liberada de los dispositivos, depende de la etapa del ciclo estral en que la hembra se encuentre, siendo mayor las cantidades liberadas cuando las concentraciones endógenas son bajas (Vilariño et al., 2013). Los niveles de P4 residual en los dispositivos y las características de farmacocinética de liberación, hace posible reutilizar los dispositivos en programas cortos de sincronización del estro en ovejas (Vilariño et al., 2013) con ahorros de hasta un 60 % en comparación con los CIDR nuevos (Cox et al., 2012; Swelum et al., 2019).

Los niveles de progesterona residual son suficientes para inducir una conducta sexual y desempeño reproductivo normal (Pinna et al., 2012; Sousa-Fabjan et al., 2014). Sin embargo, otros autores reportan que la conducta estral y el desempeño reproductivo en ovejas tratadas con dispositivos de primero, segundo y/o tercer uso puede ser variables (Ungerfeld, 2009; Vilariño et al., 2011; Cox et al., 2012). Por lo anterior, persiste el interés en generar más evidencia al respecto, sobre todo en ovejas Pelibuey que se explotan en el trópico, donde los reportes sobre la efectividad y los niveles de P4 con CIDR reutilizados son escasos.

Por tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la conducta estral, tasa de gestación y concentraciones séricas de P4 en ovejas Pelibuey sincronizadas bajo un protocolo de corta duración con dispositivos CIDR nuevos y reutilizados.

Material y métodos

Ubicación del estudio

El estudio se realizó en rancho "El Rodeo" ubicado a 17° 84" N, 92° 81" W; 10 m s.n.m. y en la ranchería Víctor Fernández Manero, Jalapa, Tabasco, México.

Animales

Se utilizaron 60 ovejas Pelibuey con una condición corporal (CC) de $3,1 \pm 0,8$ en la escala de 1 a 5 (1 = emaciada y 5 = obesa; Russel et al., 1969), y peso vivo promedio de $41,0 \pm 1,5$ kg. Las ovejas permanecieron confinadas en corral alimentadas con un concentrado formulada a 12 % de proteína cruda y 1 kg de forraje hidropónico de maíz. Se realizó una evaluación del estado reproductivo por ultrasonido (ALOKA Hitachi®) para determinar ciclicidad y posibles gestaciones, eliminando del estudio aquellas ovejas gestantes y que no estaban ciclando.

Tratamientos

Las ovejas se asignaron aleatoriamente a uno de tres tratamientos; en el primero cada oveja recibió un dispositivo liberador de P4 nuevo (CIDRn; n = 20); el segundo recibió un dispositivo de primer re-uso (CIDR1; n = 20), y el tercero recibió un dispositivo de segundo re-uso (CIDR2; n = 20). Los dispositivos reutilizados provenían de protocolos de 7 días de duración, los cuales, después de ser retirados, se lavaron con agua corriente, desinfectaron con una solución de yodo al 2 % y secaron a temperatura ambiente. Antes de reinsertarlos, se esterilizaron en autoclave a 130 pSI durante 25 min (Souza et al., 2011). El protocolo de sincronización tuvo una duración de 7 días y cada oveja recibió 125 µg de D-cloprostenol y 150 UI de eCG el día del retiro (ver Figura 1). Cabe mencionar que antes de iniciar el protocolo, todas las ovejas se inyectaron intramuscularmente con 125 µg de D-cloprostenol. El estro fue detectado a partir de las 18 h posteriores al retiro del dispositivo con la ayuda

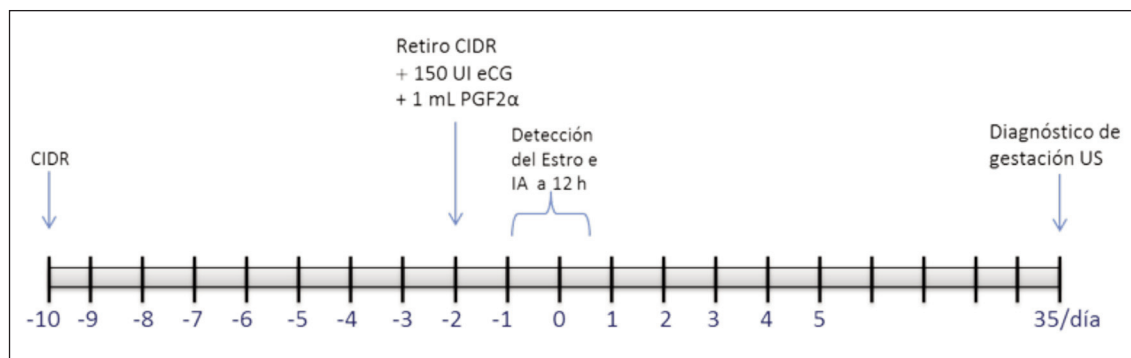


Figura 1. Esquema de sincronización del estro en ovejas con dispositivos CIDR nuevo y reusados.
Figure 1. Estrus synchronization scheme in sheep with new and reused CIDR devices.

de un carnero provisto de mandil. Las ovejas se inseminaron entre las 10 h y 12 h posteriores a la detección del estro usando la técnica de laparoscopia media ventral con se-

men fresco a 35 °C y dosis seminales de 25×10^6 espermatozoides. El diagnóstico de gestación se realizó por ultrasonido (ALOKA Hitachi®) a los 35 días post-inseminación.

Concentraciones de progesterona en sangre

De cada grupo experimental se tomaron muestras a 6 ovejas para evaluar las concentraciones de P4 los días -10 (inserción), -8, -6, -2 (retiro) y 0 (día del estro). Las muestras se trasladaron al Laboratorio de Reproducción de la DACA-UJAT donde se centrifugaron a 3200 RPM para almacenar los sueros en viales de 2 mL a -20 °C. Las concentraciones de P4 se determinaron usando un kit comercial (DRG, NJ, USA) a través de la técnica de ELISA. El coeficiente de variación intra e inter ensayo fue de 6,4 % y 6,6 %, respectivamente, con una sensibilidad de 0,140 ng/mL – 40,0 ng/mL.

Variables de respuesta

Las variables de respuestas para evaluar la conducta del estro inducido y desempeño reproductivo fueron:

- Tiempo de retiro del dispositivo a la presentación del estro (h).
- Duración del estro (h). Tiempo transcurrido desde la primera monta hasta que la oveja no aceptaba la monta.
- Tiempo de retiro a la IA (h). Tiempo transcurrido desde el retiro del dispositivo hasta que se realizó la inseminación artificial (IA).
- Tiempo del estro a la IA (h). Tiempo transcurrido desde la detección del estro hasta que se realizó la inseminación artificial (IA).
- Ovejas en estro (%). Porcentaje de ovejas detectas en estro a partir del número de ovejas en el tratamiento.
- Retención de dispositivos (%). Porcentaje de dispositivos que permanecieron *in situ* en la cavidad vaginal a partir del número total de dispositivos colocados.
- Ovejas gestantes (%). Porcentaje de ovejas diagnosticadas gestantes en relación al número de ovejas que presentaron estro y que fueron inseminadas.

- Concentraciones de P4 sérica. Expresado en ng/mL y determinada por ELISA en los días de muestreo.

Análisis estadístico

Debido a problemas de salud, dos ovejas que fueron inseminadas no fueron consideradas en el análisis estadístico para la variable % de ovejas gestantes en los tratamientos CIDR1 y CIDR2. Las variables numéricas se analizaron mediante un diseño completamente al azar considerando el efecto fijo de tratamiento (CIDRn, CIDR1 y CIDR2) y la CC de la oveja como covariable. Se realizó un análisis de varianza mediante el procedimiento PROC GLM de SAS (SAS, 2004), las diferencia entre medias se detectaron por diferencias de cuadrado mínimo. Las variables categóricas fueron analizadas a través de tablas de contingencia y prueba de Chi-cuadrada mediante el procedimiento PROC FREQ de SAS (2004).

Los niveles de P4 se analizaron bajo un diseño completamente al azar con mediciones repetidas en el tiempo considerando el efecto aleatorio de Oveja dentro de tratamiento y los efectos fijos de tratamiento (CIDRn, CIDR1 y CIDR2). Las medidas en el tiempo fueron los días -10 (inserción), -8, -6, -2 (retiro) y 0 (día del estro). Las diferencias entre medias se obtuvieron por diferencias de cuadrado mínimo con un nivel de error del 5 %. Los análisis se realizaron con el procedimiento PROC MIXED de SAS (2004).

Resultados y discusión

La tasa de retención de los CIDR no varió ($P > 0,05$) por ser nuevos o usados, no obstante, numéricamente, se observó que las ovejas que recibieron los CIDR1 y CIDR2 retuvieron los dispositivos en una proporción mayor a las que recibieron CIDRn (Tabla 1). Los resultados encontrados son comparativamente simila-

Tabla 1. Desempeño reproductivo en ovejas Pelibuey sincronizadas con dispositivos liberadores de progesterona (CIDRn) nuevos y reusados una (CIDR1) o dos (CIDR2) veces bajo un protocolo de corta duración. *Table 1. Reproductive performance in Pelibuey ewes synchronized with progesterone-releasing devices (CIDRn) new and reused once (CIDR1) or twice (CIDR2) under a short duration protocol.*

Variables estudiadas	Tratamientos				Valores de P
	CIDRn	CIDR1	CIDR2	EE	
Tiempo de retiro al estro (h)	30,90	28,76	26,40	1,8	0,21
Duración del estro (h)	20,56	21,16	22,73	1,4	0,52
Estro a la IA (h)	10,12	12,56	16,17	2,7	0,28
Retiro a la IA (h)	43,49	48,52	43,39	2,0	0,18
Ovejas en estro (%)	95,00 (19/20)	95,00 (19/20)	100,00 (20/20)	–	0,60
Dispositivos retenidos (%)	84,21	100,0	88,90	–	0,23
Ovejas gestantes (%)	79,00 (15/19)	50,00 (9/18)	61,10 (11/18)	–	0,61

IA = Inseminación artificial; EE = Error experimental.

res a los reportados por Cox *et al.* (2012) quienes reportan entre un 97,5 % y un 100 % de dispositivos retenidos en ovejas Suffolk. Este aspecto es importante debido a que la permanencia del dispositivo en la cavidad vaginal asegura una liberación continua de P4 y el efecto de retroalimentación negativa sobre los pulsos de LH necesarios para el desarrollo de una nueva onda de crecimiento y morfología folicular (Campbell *et al.*, 2007).

Los niveles de P4 cuantificados en sangre (Figura 2) indican que los dispositivos con más de un uso son capaces de liberar P4 en sangre en cantidades suficientes y similares a los de primer uso. ($P > 0,05$). Estos resultados concuerdan con los reportados por otros autores (Vilariño *et al.*, 2011; Pinna *et al.*, 2012; Souza *et al.*, 2012) en ovejas sincronizadas con dispositivos reusados. Los dispositivos CIDR1 y CIDR2 liberaron cantidades de P4 similares a los CIDRn y en concentración suficiente para bloquear la LH, mantener los niveles de este-

roides lo suficientemente altos como para asegurar el desarrollo de ovocitos saludables y fértiles (Harris *et al.*, 1999), y promover un desempeño reproductivo similar al de dispositivos nuevos.

Es de interés notar que la conducta estral (tiempo de manifestación del estro y proporción de ovejas en estro) fueron similares ($P > 0,05$) entre ovejas Pelibuey tratadas con CIDR1 (95,0 %) y CIDR2 (100 %) en comparación con las que recibieron CIDRn (95,0 %) (Tabla 1). Esto podría estar relacionado con la efectividad de los protocolos cortos de sincronización con CIDR para promover una reducción rápida en los niveles de LH y atresia de cualquier folículo pre-ovulatorio, lo cual a su vez promueve una nueva oleada folicular que en cinco días en promedio produce un folículo pre-ovulatorio con alta actividad estrogénica (Menchaca y Rubianes *et al.*, 2004; Martínez-Ros *et al.*, 2018; Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2020); situación que trae como consecuen-

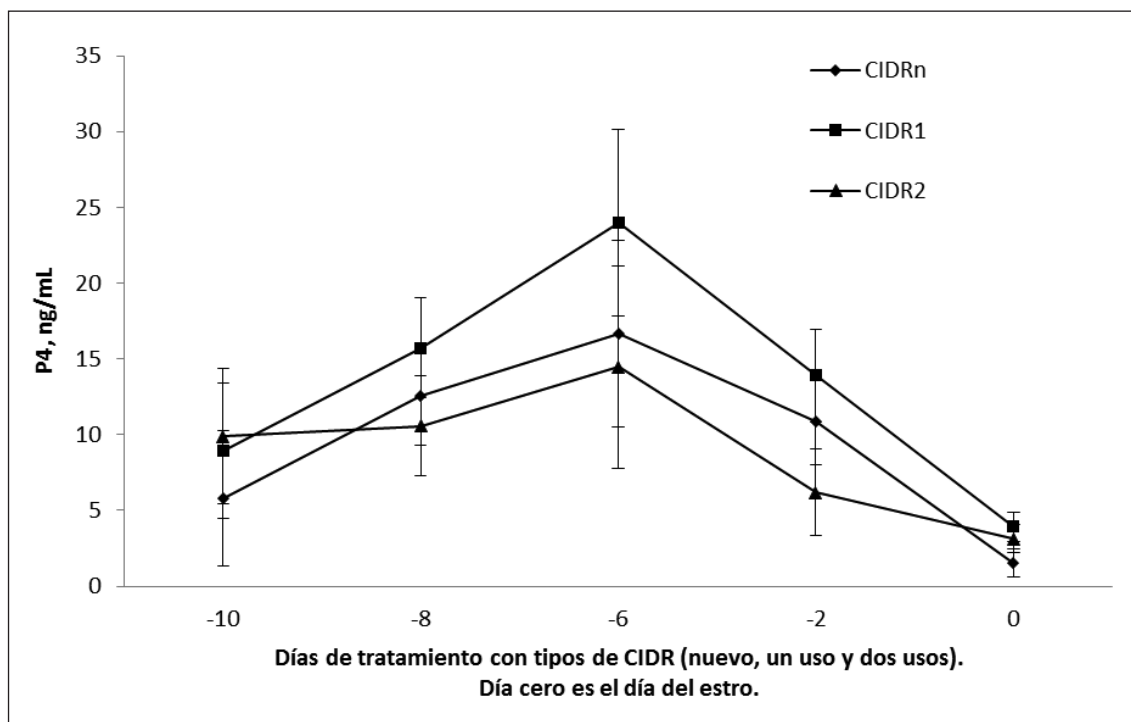


Figura 2. Niveles de progesterona en sangre de ovejas sincronizadas con CIDR nuevos (CIDRn) y reusados una (CIDR1) o dos (CIDR2) veces. Día -10 es el día de colocación, día -2 es el día del retiro y día 0 es el día del estro.

Figure 2. Progesterone levels in blood of sheep synchronized with new CIDR (CIDRn) and reused one (CIDR1) or two (CIDR2) times. Day -10 is the day of placement, day -2 is the day of withdrawal and day 0 is the day of estrus.

cia la presencia de signos de estros de forma más sincrónica. Sin embargo, los resultados encontrados contrastan con otros estudios en variables tales como el inicio y duración del estro los cuales fueron más largos en ovejas Corriedale (Vilariño et al., 2013) y Santa Inés (Pinna et al., 2012) con posibles efectos de raza.

A pesar de las diferencias numéricas en la tasa de gestación entre tratamientos (79 %, 50 % y 61 % para CIDRn, CIDR1 y CIDR2; respectivamente), la proporción de ovejas gestantes no fue diferente ($P > 0,05$) por reutilizar los CIDR en protocolos de sincronización cortos. Posiblemente, esto se deba a que el número de repeticiones por tratamiento fue

relativamente bajo, evitando que se observara estadísticamente una reducción en la tasa de gestación (~23 %) atribuida a la reutilización de los CIDR cuando se aplica IA por laparoscopia. Cabe mencionar que la tasa de preñez en las ovejas Pelibuey sincronizadas con el CIDR nuevo o reutilizado una vez estuvo dentro del rango normal reportado para ovejas inseminadas por la técnica de laparoscopia (60 % a 80 %; Sathe, 2018); sugiriendo que la reutilización del CIDR en más de una vez puede comprometer la tasa de concepción de la ovejas, y en consecuencia la productividad y rentabilidad del rebaño (García-Chávez et al., 2020), por lo que la reutilización de

CIDR debe ser considerado desde esta perspectiva. Los resultados obtenidos confirman la hipótesis de que es posible sincronizar el estro exitosamente con una fertilidad aceptable al usar CIDR reutilizables por una o dos veces. No obstante, se debe conducir otro experimento que incluya un número considerable de ovejas que permita validar los resultados obtenidos.

Conclusiones

Los protocolos cortos de sincronización del estro funcionan adecuadamente si se garantizan altas tasas de retención de los dispositivos, niveles adecuados de liberación de P4, presentación del estro y fertilidad posterior a la IA. Las concentraciones de progesterona provenientes de CIDR reutilizados una o dos veces son suficientes para sincronizar la conducta sexual y fertilidad en forma similar a cuando se usan CIDR nuevos en ovejas Pelibuey. Estos resultados aportan información relevante que permiten reciclar dispositivos CIDR reusados aplicados bajo protocolos de corta duración en ovejas Pelibuey bajo condiciones de trópico.

Agradecimientos

Este estudio fue posible gracias a las facilidades brindadas por el Dr. José Manuel Piña Gutiérrez propietario del rancho El Rodeo, así como la participación del MVZ Armando Mendoza González y de los estudiantes del PE de MVZ de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Referencias bibliográficas

- Abecia JA, Forcada F, González-Bulnes A (2011). Pharmaceutical control of reproduction in sheep and goats. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 27(1): 67-79. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.10.001>.
- Bonacker RC, Gray KR, Breiner CA, Anderson JM, Patterson DJ, Spinka CM, Thomas JM (2020). Comparison of the 7 & 7 Synch protocol and the 7-day CO-Synch + CIDR protocol among recipient beef cows in an embryo transfer program. *Theriogenology* 158: 490-496. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.09.033>.
- Campbell BK, Kendall NR, Baird DT (2007). The effect of the presence and pattern of Luteinizing Hormone stimulation on ovulatory follicle development in sheep. *Biology of Reproduction* 76: 719-727. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.106.053462>.
- Cox JF, Allende R, Lara E, Leiva A, Díaz T, Dorado J, Saravia F (2012). Follicular dynamics, interval to ovulation and fertility after ai in short term progesterone and PGF2 oestrous synchronization protocol in sheep. *Reproduction in Domestic Animals* 47(6): 946-951. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2012.01996.x>.
- Dias LMK, Paes de Barros MB, Viau P, de Sousa Sales JN, Valentim R, d Santos FF, da Cunha MC, Marino CT, de Oliveira CA (2015). Effect of a new device for sustained progesterone release on the progesterone concentration, ovarian follicular diameter, time of ovulation and pregnancy rate of ewes. *Animal Reproduction Science* 155: 56-63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2015.01.016>.
- Gatti M, Ungerfeld R (2012). Intravaginal sponges to synchronize estrus decrease sexual attractiveness in ewes. *Theriogenology* 78: 1796-1799. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.07.001>.
- García-Chávez CA, Luna-Palomera C, Macías-Cruz U, Segura-Correa JC, Ojeda-Robertos NF, Peralta-Torres JA, Chay-Canúl AJ (2020). Lamb growth and ewe productivity in Pelibuey sheep under tropical conditions. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 11(3): 884-893. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i3.5157>.

- Gonzalez-Bulnes A, Menchaca A, Martin GB, Martinez-Ros P (2020). Seventy years of progestagen treatments for management of the sheep oestrous cycle: where we are and where we should go. *Reproduction, Fertility and Development*. 32: 441-452. <https://doi.org/10.1071/RD18477>.
- Harris TG, Dye S, Robinson JE, Skinner DC, Evans NP (1999). Progesterone can block transmission of the estradiol-induced signal for luteinizing hormone surge generation during a specific period of time immediately after activation of the gonadotropin-releasing hormone surge-generating system. *Endocrinology* 140(2): 827-834. <https://doi.org/10.1210/endo.140.2.6490>.
- Manes J, Fiorentino MA, San Martino S, Ungerfeld R (2018). Changes in the vaginal microbiota in ewes after insertion of intravaginal sponges at different stages of the oestrous cycle. *Livestock Science* 208: 55-59. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.11.023>.
- Martinez-Ros P, Rios-Abellan A, Gonzalez-Bulnes A (2018) Influence of progesterone-treatment length and eCG administration on appearance of estrus behavior, ovulatory success and fertility in sheep. *Animals* 9(1): 9. <https://doi.org/10.3390/ani9010009>.
- Martinez-Ros P, Astiz S, Garcia-Rosello E, Rios-Abellan A, Gonzalez-Bulnes A (2019). Onset of estrus and preovulatory LH surge and ovulatory efficiency in sheep after short-term treatments with progestagen-sponges and progesterone-CIDRs. *Reproduction Domestic Animals* 54: 408-411. <https://doi.org/10.1111/rda.13317>.
- Menchaca A, Rubianes E (2004). New treatments associated with timed artificial insemination in small ruminants. *Reproduction, Fertility and Development* 16: 403-413. <https://doi.org/10.1071/RD04037>.
- Neglia G, de Nicola D, Esposito L, Salzano A, D'Occhio MJ, Fatone G (2020). Reproductive management in buffalo by artificial insemination. *Theriogenology* 150: 166-172. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.016>.
- Ojeda-Hernández F, del Moral-Ventura S, Capataz-Tafur J, Peña-Castro J, Abad-Zavaleta J, Chay-Canul A, Ramon-Ugalde J, Ungerfeld R, Meza-Villalvazo V (2019). Vaginal microbiota in Peli-buey sheep treated with antimicrobials at the removal of intravaginal sponges impregnated with flurogestone acetate. *Small Ruminant Research*. 170: 116-119. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.11.015>.
- Pinna AE, Brandão FZ, Cavalcanti AS, Borges AM, Souza JMG, Fonseca JF (2012). Reproductive parameters of Santa Inês ewes submitted to short-term treatment with re-used progesterone devices. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 64(2): 333-340. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000200012>.
- Russel AJF, Doney JM, Gunn RG (1969). Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal of Agricultural Science* 72: 451-454. <https://doi.org/10.1017/S0021859600024874>.
- Santos-Neto PCd, García-Pintos C, Pinczak A, Menchaca A (2015). Fertility obtained with different progestogen intravaginal devices using Short-term protocol for fixed-time artificial insemination (FTAI) in sheep. *Livestock Science* 182: 125-128. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.11.005>.
- Sathe SR (2018). Laparoscopic artificial insemination technique in small ruminants: a procedure review. *Frontiers in Veterinary Science* 5: 266. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00266>.
- SAS (2004). INSTITUTE, SAS/STAT. User's guide statistics released 9.1, 2nd Ed. SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.
- Skliarov P, Pérez C, Petrusha V, Fedorenko SI, Bilyi D (2021). Induction and synchronization of oestrus in sheep and goats. *Journal of Central European Agriculture* 22(1): 39-53. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.1.2939>.
- Souza JMG, Torres CAA, Maia ALRS, Brandão FZ, Bruschi JH, Viana JHM, Oba E, Fonseca JF (2011). Autoclaved, previously used intravaginal progesterone devices induces estrus and ovulation in anestrus Toggenburg goats. *Animal Reproduction Science* 129(1): 50-55. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.09.012>.
- Souza-Fabjan JMG, Torres CAA, Maia ALR, Brandão FZ, Oba E, Bertoldo MJ, Fonseca JF (2014). Re-used progesterone devices efficiently synchronise oestrus and ovulation after autoclave

- ving process in Toggenburg goats during the breeding season. *Animal Production Science*: 55: 818-822. <https://doi.org/10.1071/AN14056>.
- Swelum AAA, Saadekdin IM, Moumen AF, Ali M, Ba-Awadh H, Alowaimer AN (2019). Effects of long-term controlled internal drug release reuse on reproductive performance, hormone profiles, and economic profit of sheep. *Revista Brasileira de Zootecnia* 48: e20180085. <https://doi.org/10.1590/rbz4820180085>.
- Ungerfeld R (2009). The induction of oestrus in ewes during the non-breeding season using pre-used CIDRs and oestradiol-17 treatment. *Small Ruminant Research* 84(1): 129-131. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.06.011>.
- Viñoles C, Forsberg M, Banchemo G, Rubianes E (2001). Effect of long-term and short-term progestagen treatment on follicular development and pregnancy rate in cyclic ewes. *Theriogenology* 55: 993-1004. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(01\)00460-5](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(01)00460-5).
- Vilariño M, Rubianes E, Menchaca A (2011). Re-use of intravaginal progesterone devices associated with the Short-term Protocol for timed artificial insemination in goats. *Theriogenology* 75(7): 1195-1200. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.11.030>.
- Vilariño M, Rubianes E, Menchaca (2013). Ovarian responses and pregnancy rate with previously used intravaginal progesterone releasing devices for fixed-time artificial insemination in sheep. *Theriogenology* 79(1): 206-210. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.10.007>.
- 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: 127-141. [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(93\)90111-4](https://doi.org/10.1016/0378-4320(93)90111-4).

(Aceptado para publicación el 21 de julio de 2022)