



Sincronización de estros en ovejas multíparas con dispositivos intravaginales (CIDR) nuevos, primera, segunda y tercera reutilización

Susana López-García , María T. Sánchez-Torres Esqueda¹ ,
José L. Cordero-Mora , José L. Figueroa-Velasco ,
José A. Martínez-Aispuro , Teódulo Salinas Ríos² 

Colegio de Postgraduados, Programa de Ganadería, Campus Montecillo, Montecillo,
Texcoco, Estado de México. México.

Synchronization of estrus in multiparous ewes with new intravaginal devices (CIDRs), first, second and third reuse

Abstract. The objective of the study was to compare the effect of new and reused CIDRs in 6-day protocols on reproductive performance and blood serum progesterone concentrations in multiparous ewes. A total of 172 multiparous ewes with mean body weight of 59 ± 7 kg randomly distributed into four treatments were used: CIDR1 with new devices (control treatment) and reused CIDR2, CIDR3, CIDR4 (with 6, 12 and 18 days of previous use, respectively). The variables onset of estrus and prolificacy index were analyzed with the Kruskal Wallis test; the onset of estrus, on average occurred later in the treatment with new CIDR (40 ± 10 h) ($P \leq 0.05$) with respect to those of first reuse (31 ± 9 h), there was no difference with those of second and third reuse. The presence of estrus, gestation percentage, fertility percentage and calving type were evaluated by chi-square test and there were no differences ($P > 0.05$) between treatments. The presence of estrus ranged from 93 to 100%, the average gestation value was 80.8%, 80.2% for fertility percentage and 1.26 for prolificacy index. The percentage of single calvings (71, 72, 79, and 57% in CIDR1, CIDR2, CIDR3, and CIDR4, respectively) were higher ($P \leq 0.05$) than double calvings in all cases. It is concluded that the use of CIDR in 6-day protocols allows the devices to be used up to four times.

Key words: Reused CIDR, ewes, Intravaginal devices, progesterone, reproductive variables.

Resumen. El objetivo del estudio fue comparar el efecto de CIDRs nuevos y reutilizados en protocolos de 6 días sobre el desempeño reproductivo y en las concentraciones de progesterona en suero sanguíneo de ovejas multíparas. Se usó un total de 172 ovejas multíparas con peso corporal promedio de 59 ± 7 kg distribuidas aleatoriamente en cuatro tratamientos: CIDR1 con dispositivos nuevos (tratamiento testigo) y reutilizados CIDR2, CIDR3, CIDR4 (con 6, 12 y 18 días de uso previo, respectivamente). Las variables inicio de estro e índice de prolificidad se analizaron con la prueba de Kruskal Wallis; el inicio de estro, en promedio se presentó más tarde en el tratamiento con CIDR nuevos (40 ± 10 h) ($P \leq 0.05$) respecto a los de primera reutilización (31 ± 9 h), no hubo diferencia con los de segunda y tercera reutilización. La presencia de estro, porcentaje de gestación, porcentaje de fertilidad y tipo de parto se evaluaron por medio de la prueba de chi-cuadrada y no hubo diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos. La presencia de estro osciló entre 93 y 100%, el valor promedio de gestación fue 80.8%, 80.2% para el porcentaje de fertilidad y 1.26 para el índice de prolificidad. El porcentaje de partos sencillos (71, 72, 79, y 57% en CIDR1, CIDR2, CIDR3, y CIDR4, respectivamente) fueron mayores ($P \leq 0.05$) a los partos dobles en todos los casos. Se concluye que el uso de CIDR en protocolos de 6 días permite que los dispositivos sean utilizados hasta cuatro veces.

Palabras clave: CIDR reutilizados, dispositivos intravaginales, progesterona, variables reproductivas.

¹ Autor para la correspondencia: teresa@colpos.mx

² Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México.

Sincronización do estro em ovelhas múltiparas com novos dispositivos intravaginais (CIDRs), primeira, segunda e terceira reutilização

Resumo. O objetivo do estudo foi comparar o efeito de CIDRs novos e reutilizados em protocolos de 6 dias no desempenho reprodutivo e nas concentrações de progesterona no sangue de ovelhas múltiparas. Foram utilizadas 172 ovelhas múltiparas com peso corporal médio de 59 ± 7 kg, distribuídas aleatoriamente em quatro tratamentos: CIDR1 com novos dispositivos (tratamento controle) e CIDR2, CIDR3, CIDR4 reutilizados (com 6, 12 e 18 dias de uso, respectivamente). As variáveis início do estro e índice de prolificidade foram analisadas com o teste de Kruskal Wallis; o início do estro, em média, ocorreu mais tarde no tratamento com novos CIDRs (40 ± 10 h) ($P \leq 0,05$) em relação aos da primeira reutilização (31 ± 9 h), não houve diferença com os da segunda e terceira reuso. A presença de estro, porcentagem de gestação, porcentagem de fertilidade e tipo de parto foram avaliados por meio do teste qui-quadrado e não houve diferenças ($P > 0,05$) entre os tratamentos. A presença de estro oscilou entre 93 e 100%, o valor médio da gestação foi de 80,8%, 80,2% para a porcentagem de fertilidade e 1,26 para o índice de prolificidade. A porcentagem de nascimentos únicos (71, 72, 79 e 57% em CIDR1, CIDR2, CIDR3 e CIDR4, respectivamente) foi maior ($P \leq 0,05$) do que nascimentos duplos em todos os casos. Conclui-se que o uso do CIDR em protocolos de 6 dias permite que os dispositivos sejam usados até quatro vezes.

Palavras-chave: CIDR reutilizado, dispositivos intravaginais, progesterona, variáveis reprodutivas.

Introducción

Los protocolos de sincronización de estros en ovejas se basan tradicionalmente en la inserción de dispositivos intravaginales impregnados con progesterona natural (CIDR) y sus análogos (esponjas) (Abecia *et al.*, 2012), no obstante, el uso prolongado de esta hormona dificulta el transporte espermático (Swelum *et al.*, 2018) y perjudica la dinámica folicular (Arbués *et al.*, 2018). Una estrategia para reducir efectos negativos de la progesterona es usar protocolos cortos de sincronización (Abecia *et al.*, 2011) que inducen el control de la función lútea, el desarrollo folicular y la ovulación (Santos-Neto *et al.*, 2015)

Las características físicas del CIDR permiten su lavado y reutilización sin reducir las variables reproductivas (Pinna *et al.*, 2012). Los protocolos cortos de sincronización de 5 (Ungerfeld, 2009; Pinna *et al.*, 2012) y 7 días (Cox *et al.*, 2012; Bazzan *et al.*, 2013; Biehl *et al.*, 2019) en ovejas, demuestran que en el CIDR existe cantidad considerable de progesterona biológicamente activa después de su retiro (Vilariño *et al.*, 2013). En protocolos de 6 días, Silva *et al.* (2014) mencionan que al usar CIDR hasta por tercera vez se obtienen respuestas similares entre dispositivos nuevos y reutilizados, mientras que Swelum *et al.* (2018) utilizaron CIDR hasta por sexta ocasión, sin embargo, observaron disminución sobre el rendimiento reproductivo a partir del tercer uso.

Los protocolos cortos de sincronización permiten usar los CIDR por más de una ocasión, lo cual implica una disminución en costos de producción, reducir la exposición de las hembras a altos contenidos de progesterona (P_4) a la mitad del tiempo sugerido por el laboratorio que los produce, y permite utilizar los CIDR

con menor contenido hormonal sin afectar la respuesta reproductiva en ovejas. En protocolos de 12 días es posible usar los CIDR por segunda vez sin obtener diferencias entre tratamientos sobre las principales variables reproductivas, pues contienen P_4 suficiente para mantener una función luteotrópica que permita la sincronización de estros en ovejas (López-García *et al.*, 2021).

Los protocolos cortos de sincronización permiten usar los CIDR por más de una ocasión, lo cual implica una disminución en costos de producción, reducir la exposición de las hembras a altos contenidos de progesterona (P_4) a la mitad del tiempo sugerido por el laboratorio que los produce, y permite utilizar los CIDR con menor contenido hormonal sin afectar la respuesta reproductiva en ovejas. En protocolos de 12 días es posible usar los CIDR por segunda vez sin obtener diferencias entre tratamientos sobre las principales variables reproductivas, pues contienen P_4 suficiente para mantener una función luteotrópica que permita la sincronización de estros en ovejas (López-García *et al.*, 2021). Con el uso de dispositivos hasta cuatro veces en protocolos de 6 días se espera que las variables reproductivas (presencia de estro, porcentaje de gestación, porcentaje de fertilidad) se mantengan en valores iguales o similares a los de CIDR nuevos.

El objetivo de la presente investigación fue determinar la eficiencia de CIDR reutilizados en protocolos de sincronización de estros de 6 días con CIDR nuevos y reutilizados sobre el desempeño reproductivo y su efecto en la concentración de progesterona en ovejas múltiparas.

Materiales y Métodos

Las ovejas se manejaron con las especificaciones del reglamento para uso y cuidado de animales destinados a la investigación, de acuerdo con la Ley Federal de Sanidad Animal y la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999. El estudio se realizó en época reproductiva, de junio a diciembre del año 2020 en Montecillo, Municipio de Texcoco, Estado de México, México (19°27'18" N y 98°54'26" O), a una altitud de 2220 m; clima templado subhúmedo con lluvias en verano $C_{(w0)}$ (INEGI, 2014).

Se usaron 172 ovejas multíparas (Dorset × Katahdin), con peso promedio de 59 ± 7 kg y condición corporal 3 en escala 1 al 5, estabuladas, con dieta de heno de avena con grano, heno de alfalfa, 300 g de pellet con 14% de Proteína Cruda y acceso *ad libitum* al agua. Previo al estudio se aplicó el manejo profiláctico de los animales: aplicación de vitaminas, desparasitación y vacunación;

también se descartó gestación por medio de ultrasonografía.

Las ovejas se distribuyeron aleatoriamente en cuatro grupos experimentales ($n = 43$ ovejas/grupo) que consistieron en: CIDR1 (grupo control con dispositivos nuevos) y CIDR2, CIDR3, CIDR4 (segundo, tercer y cuarto uso, respectivamente). Los CIDR reutilizados se lavaron con agua purificada, y después de secarse, se mantuvieron en refrigeración hasta 24 horas previas a su reinsertación. Se consideró como día 0 (d0) el día de inicio de estros. Los dispositivos se insertaron el día -7 (d-7) del protocolo de sincronización y en el momento del retiro (d-1) se aplicaron inyecciones intramusculares con 200 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG) (NOVORMON 5000® de Virbac). y $125 \mu\text{g}$ de cloprostenol sódico (análogo de prostaglandina $F2\alpha$) a todos los tratamientos. (Figura 1).

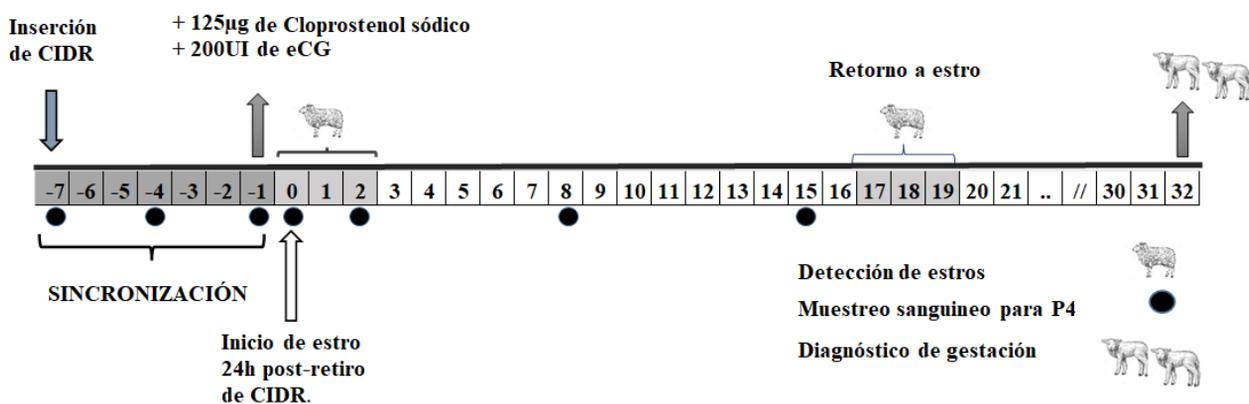


Figura 1. Protocolo de sincronización de estros y muestreos sanguíneos

La detección de estros inició 24 h después del retiro del CIDR. Se utilizaron 19 machos de fertilidad probada para monta natural (dos montas por oveja con intervalo de 12 h) asignados al azar a cada hembra que entró en estro.

El porcentaje de gestación (ovejas gestantes/total de ovejas $\times 100$) se determinó 30 días después de las montas por medio de ultrasonografía con equipo CHISON Eco 6® y transductor transrectal (multifrecuencia de 5 a 7 MHz) con una frecuencia de 7.5 MHz. Se calcularon los porcentajes de fertilidad (ovejas que parieron/total de ovejas $\times 100$), índice de prolificidad (total de corderos que nacieron/ovejas que parieron) y tipo de parto (sencillo o doble) a partir del registro de partos.

Las muestras de sangre para determinar las concentraciones de progesterona (P4) en suero, se obtuvieron por punción yugular a 20 hembras de cada grupo; se realizaron 7 muestreos por borrega (Figura 1). Las concentraciones de P4 se determinaron mediante Radioinmunoanálisis (RIA) con el kit comercial de Cisbio

Bioassays (Progest-RIA, Parc Marcel Boiteux- BP 84175-30200 Codolet/France)® con una sensibilidad de 0.05 ng/ml. Los coeficientes de variación intra e interanálisis fueron 5.8 y 7.5% respectivamente.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar. Los datos del inicio de estro e índice de prolificidad se analizaron mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y homogeneidad de varianza de Levene. Al no cumplir con normalidad y homogeneidad de varianza se aplicó la prueba de Kruskal Wallis. En las variables presencia de estro, así como porcentaje de gestación, porcentaje de fertilidad y tipo de parto se usó χ^2 . La concentración de P4 se analizó por medio de medidas repetidas a través del tiempo con un modelo mixto con estructuras de error autorregresivo de Orden 1 (AR1). Para todos los análisis se consideró como diferencia significativa a $\alpha=0.05$. Los datos se analizaron con el programa SAS (2010).

Resultados y Discusión

En el estudio se obtuvo un promedio general del 97% de presencia de estros, sin diferencia ($P>0.05$) entre tratamientos, lo cual, demuestra que los dispositivos usados hasta por cuarta ocasión en protocolos de 6 días, son tan efectivos como los dispositivos nuevos para sincronizar estros en época reproductiva (Pinna *et al.*, 2012; Vilariño *et al.*, 2013), Además, el alto porcentaje de presencia de estros se asemeja a los tratamientos convencionales de 12 días (López-García *et al.*, 2021). En promedio, las ovejas del tratamiento CIDR2 iniciaron

estro en menor tiempo y en un intervalo más corto ($P\leq 0.05$) que CIDR1, sin embargo, CIDR3 y CIDR4 no fueron diferentes ($P>0.05$) a los dos primeros (Cuadro 1). El promedio de inicio de estro en CIDR 1 se debió a que la mayor concentración de estros (37%) se presentó hasta las 48 h después del retiro de CIDR, mientras que en CIDR2, el 40% de las ovejas presentó estro 24h después del retiro de los dispositivos, lo cual indica que el alto contenido de P4 en CIDR nuevos retrasa la presentación de estros.

Cuadro 1. Variables reproductivas de ovejas multíparas en respuesta a la aplicación de CIDR nuevos y reutilizados.

Variable	Tratamientos				P-value
	CIDR1	CIDR2	CIDR3	CIDR4	
Presencia de estro (%)	95	100	93	98	0.3268
Inicio de estro (h)	40±10 ^b	31±9 ^a	37±13 ^{ab}	37±11 ^{ab}	0.0014
Gestación (%)	88	86	77	81	0.4849
Fertilidad (%)	88	81	77	81	0.5710
Tipo de parto					
Sencillo (%)	71	72	79	57	0.2648
Doble (%)	29	28	21	43	
Índice de prolificidad	1.3	1.3	1.2	1.4	0.0999

Diferente superíndice (^{a,b}) en la misma variable indica diferencia ($P\leq 0.05$) entre tratamientos. CIDR1: Dispositivos nuevos; CIDR2, CIDR3, CIDR4: Segundo, tercer y cuarto uso, respectivamente.

El tiempo de uso de los dispositivos no afectó los porcentajes de gestación y fertilidad pues no se observaron diferencias entre tratamientos ($P>0.05$). El promedio de gestación total fue 80.8% y 80.2% de fertilidad.

Silva *et al.* (2014) señala que el uso de CIDR con protocolos de 6 días asociado con 250 UI de eCG y 0.133 mg de cloprostenol sódico al retiro, obtuvieron un promedio general del 70.1% de ovejas gestantes, sin diferencia ($P\leq 0.05$) entre tratamientos (CIDR nuevos y reutilizados por primera y segunda vez), aunque usaron monta natural, el empadre fue de cinco días en un sistema extensivo, a diferencia del presente estudio, en el cual las ovejas permanecieron estabuladas y recibieron dos montas a intervalo de 12 h, lo cual permitió que los ovocitos tuvieran mayor oportunidad de fertilización.

En el índice de prolificidad y tipo de parto, tampoco hubo diferencias entre tratamientos ($P>0.05$). El índice de prolificidad promedio fue 1.26 (Cuadro 1), lo cual concuerda con valores de prolificidad mencionados por Wildeus (2012) en ovejas Dorset y Katahdin, por lo tanto, la dosis de 200 UI no favoreció el porcentaje de partos dobles ni el índice de prolificidad.

Las concentraciones séricas medias de progesterona (P4) previas a la inserción de los dispositivos (d-7) resultaron similares ($P>0.05$) para los cuatro tratamientos 2.12±0.72, 1.46±0.60, 1.54±0.49 y 2.78±0.52 ng/ml (CIDR nuevos, de primera, segunda, tercera y cuarta reutilización respectivamente), es decir, las ovejas se encontraban en época reproductiva. Durante la permanencia intravaginal de los CIDR, la mayor concentración de P₄ se observó tres días después de la inserción de los dispositivos (d-4), con diferencias ($P\leq 0.05$) entre los tratamientos con CIDR nuevos (6.78±1.23 ng/ml) respecto a los de segundo y tercer uso, con 4.90±1.36 y 4.97±1.37 ng/ml respectivamente, la concentración más baja de P₄ ($P<0.05$) fue de 2.78±1.56 ng/ml en CIDR de cuarto uso (Figura 2). Inmediatamente después del retiro de CIDR (d-1), las concentraciones de P₄ en los tratamientos CIDR nuevos, de segundo y tercer uso (4.39±0.98, 4.75±0.79 y 4.86±0.75ng/ml respectivamente), fueron mayores ($P\leq 0.05$) que en el tratamiento de cuarto uso (2.48±1.52 ng/ml). Sin embargo, 24 horas después (d0), la concentración de P₄ disminuyó en los cuatro tratamientos sin diferencia ($P>0.05$) entre ellos; 1.38±0.26, 1.07±0.39, 1.38±0.15, 0.74±0.23 (primer, segundo, tercer y cuarto

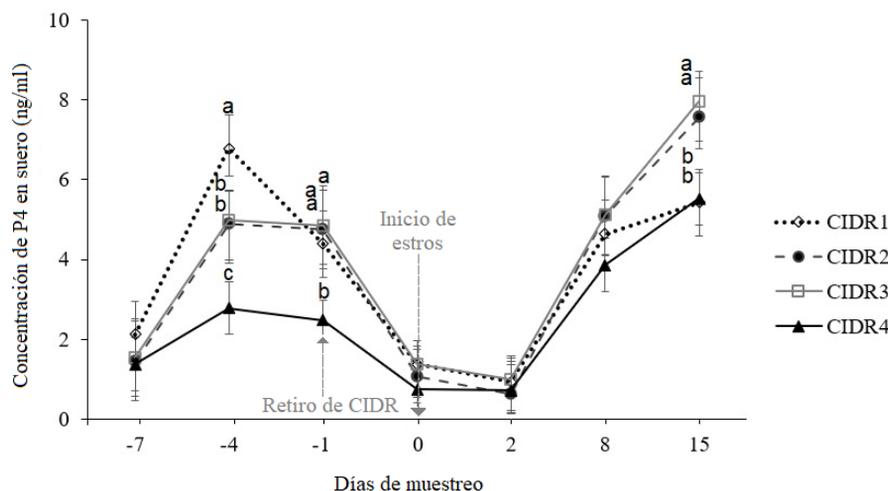


Figura 2. Concentración de P4 en ovejas sometidas a sincronización de estros con CIDR1: Dispositivos nuevos; CIDR2, CIDR3, CIDR4: Segundo, tercer y cuarto uso, respectivamente. Diferente superíndice (a,b) en el mismo muestreo indica diferencia ($P \leq 0.05$) entre tratamientos.

uso, respectivamente), lo cual estimuló la liberación de GnRH desde el hipotálamo, lo que dió lugar secreción de LH y FSH, al crecimiento folicular y posteriormente la ovulación (Atli *et al.*, 2022), esto se deduce por la disminución de P4 a 0.7 ng/ml 72 h después del retiro de CIDR.

El cuerpo lúteo (CL) aumenta la producción de P4 el día 3 de la gestación, de tal manera que las concentraciones en el plasma materno llegan hasta aproximadamente 4 ng/mL en el día 7 (Casida y Warwick, 1945), esta información corresponde a las concentraciones que se encontraron del d8 en los cuatro tratamientos de este estudio, el aumento de P4 en este periodo es importante, ya que el cuerpo lúteo de la oveja es sensible a la acción

luteolítica de la prostaglandina F2 α entre el 4° y el 14° día del ciclo estral (Bragança *et al.*, 2019), una disminución <1 ng/ml de P4 en esta etapa no mantendría la gestación. En el último muestreo (d15), se observaron diferencias entre tratamientos respecto a las concentraciones de P4, no obstante, el promedio más bajo fue de 5.43 ng/ml correspondiente al tratamiento con CIDR de primer uso. El aumento de progesterona se asocia con el mayor número y peso total de CL en las ovejas como resultado del trata-

miento hormonal (Silva *et al.*, 2020). Sin embargo, la diferencia en concentraciones de P4 en este muestreo no se relacionó con el porcentaje de gestación ni con el número de corderos al nacimiento.

El uso de CIDRs hasta por cuarta ocasión en protocolos de 6 días demostró resultados similares a los dispositivos de primer uso, al usar monta natural. Logrando así el objetivo de un programa de sincronización de estros en un período de tiempo relativamente corto, de igual manera, las concentraciones de P4 en suero sanguíneo fueron muy similares, en el primero, segundo y tercer uso de los dispositivos, sin embargo, en el cuarto uso se observó una reducción en las concentraciones séricas.

Conclusiones

Los CIDR reutilizados contenían cantidades suficientes de progesterona que permitieron bloquear la ovulación y sincronizar el estro en forma equivalente a un dispositivo nuevo, de esta manera se redujo el tiempo de exposición de hormona en las ovejas, sin reducir las variables reproductivas (porcentaje de estro, gestación, fertilidad y prolificidad), esto permite a su vez reutilizar los dispositivos por más de una ocasión. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que los dispositivos están

diseñados para liberar P4 de manera constante, y la efectividad de la sincronización de estros dependerá; del número de veces que se reutilicen, el peso corporal de las ovejas, época del año (anestro o época reproductiva), además la reutilización se debe hacer en el mismo rebaño con el fin de evitar contagios de enfermedades de transmisión sexual entre animales reproductores. partos dobles e índice de prolificidad no son afectados.

Agradecimientos

Los autores agradecen el soporte financiero provisto por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, México), al Biol. Mario Cárdenas León por

su invaluable colaboración y a la LGAC-CP "Innovación Tecnológica y Calidad Alimentaria en Ganadería".

Conflicto de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Literatura Citada

- Abecia, J. A., F. Forcada, and A. González-Bulnes. 2012. Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Animal Reproduction Science*, 130: 173-179. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.01.011>.
- Abecia, J.A., F. Forcada, and A. González-Bulnes. 2011. Pharmaceutical control of reproduction in sheep and goats. *Veterinary Clinics Food Animal*, 27: 67-79. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.10.001>.
- Arbués, R., F. Quintana C., E. Yáñez, M. Kornuta, y J. Fernández. 2018. Evaluación de diferentes dosis de gonadotropina coriónica equina en el protocolo de sincronización de celo en ovejas. *Revista Veterinaria*, 29: 104-108. <http://dx.doi.org/10.30972/vet.2923273>.
- Bazzan, A. P., D. Tedesco, A. L. Menestrina, S. A. Machado, R. X. da Rocha, e J. F.M. Bragança. 2013. Reutilização de um dispositivo intravaginal com progesterona na indução e sincronização do estro ovino. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 108: 143-146.
- Biehl, M. V., M. V. C. Ferraz Junior, J. P. R. Barroso, I. Susin, E. M. Ferreira, D. M. Polizel, and A. V. Pires. 2019. The reused progesterone device has the same effect on short or long estrus. *Tropical Animal Health and Production*, 51(6):1545-154. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01841-1>
- Bragança, J.F.M., D.R. Oliveira, M.S. Abreu, P.E. Bennemann, and R.X. Rocha. 2019. Efficacy of the re-utilization of an ear implant impregnated with progestogen in estrus synchronization response and pregnancy in sheep. *Tropical animal health and production*, 51:1763-1765. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01853-x>
- Casida, L.E. and E.J. Warwick. 1945. The necessity of the corpus luteum for maintenance of pregnancy in the ewe. *Journal of Animal Science*, 4:34-36. <https://doi.org/10.2527/jas1945.4134>
- Cox, J. F., R. Allende, E. Lara, A. Leiva, T. Díaz, J. Dorado, and F. Saravia. 2012. Follicular dynamics, interval to ovulation and fertility after AI in short-term progesterone and PGF_{2a} oestrous synchronization protocol in Sheep. *Reproduction in Domestic Animals*, 47: 946-951. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0531.2012.01996.x>.
- INEGI. 2014. Cuaderno estadístico y geográfico de la zona metropolitana del Valle de México 2014. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. 324 pp.
- López-García, S., M. T. Sánchez-Torres, J. L. Cordero-Mora, J. L. Figueroa-Velasco, J. A. Martínez-Aispuro, J. L. García-Cué, I. Martínez-Cruz, and M. Cárdenas-León. 2021. Estrous synchronization in sheep with reused progesterone devices and eCG. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 50: e20200176. <https://doi.org/10.37496/rbz5020200176>.
- Martínez-Ros, P., S. Astiz, E. Garcia-Rosello, A. Rios-Abellan, and A. González-Bulnes. 2019. Onset of estrus and preovulatory LH surge and ovulatory efficiency in sheep after short-term treatments with progesterone-sponges and progesterone-CIDRs. *Reproduction in domestic animals*, 54:408-411. <https://doi.org/10.1111/rda.13317>
- Pinna, A. E., F. Z. Brandão, A. S. Cavalcanti, A. M. Borges, J. M. G. Souza, and J. F. Fonseca. 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>
- Santos-Neto, P.C, C. García-Pintos, A. Pinczak, and A. Menchaca. 2015. Fertility obtained with different progesterone intravaginal devices using short-term protocol for fixed-time artificial insemination (FTAI) in sheep. *Livestock Science*, 182: 125-128. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2015.11.005>.
- SAS, 2010. Statistical Analysis System. SAS Institute Incorporation. Cary, NC, USA.
- Silva, L.H.N., M. C. A. Santos, K. F. Delgado, A. E. Pinna, V. C. O. Paula, N. L. A. Garcia, F. Z. Brandão, and M. F. A. Balara. 2020. Hormonal Protocols for the Synchronization and Induction of Synchronized Estrus in Dairy Ewes Kept under Tropical Conditions. *Acta Scientiae Veterinariae*, 48:1751. <https://doi.org/10.22456/1679-9216.102644>
- Silva, T. B., J. F. X. Rocha, S. A. Machado, R. X. Rocha, P. E. Bennemann, e J. F. M. Bragança. 2014. A reutilização de um dispositivo intravaginal (CIDR-G) nas manifestações de estro e prenhez da espécie ovina. *Enciclopédia Biosfera*, 10(18): 40-45.
- Swelum, A. A., I. M. Saadeldin, A. F. Moumen, M. A. Ali, H. Ba-Awadh, and A. N. Alowaimer. 2018. Efficacy of using previously used controlled internal drug release (CIDR) insert on the reproductive performance, hormone profiles and economic measures of sheep. *Reproduction in Domestic Animals*, 53: 1114-1122. <http://dx.doi.org/10.1111/rda.13212>.

- Biehl, M. V., M. V. C. F. Junior, J. P. R. Barroso, I. Susin, E. M. Ferreira, D. M. Polizel and A. V. Pires. 2019. The reused progesterone device has the same effect on short or long estrus synchronization protocols in tropical sheep. *Tropical Animal Health and Production*, 51: 1545-1549. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01841-1>.
- Ungerfeld, R. 2009. The induction of oestrus in ewes during the non-breeding season using pre-used CIDRs and oestradiol-17 β treatment. *Small Ruminant Research*, 84: 129-131. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.06.011>.
- 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: 206-310. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.10.007>.
- Wildeus, S. 2000. Current concepts in synchronization of estrus: sheep and goats. *Journal of Animal Science*, 77: 1-14. <https://doi.org/10.2527/jas2000.00218812007700ES0040x>