

Abanico Veterinario. Enero-Diciembre 2021; 11:1-10. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2021.34>
Artículo Original. Recibido: 09/05/2021. Aceptado: 14/08/2021. Publicado: 25/08/2021. Clave: e2021-37.

Protocolos cortos para la sincronización del estro en ovejas de pelo en Campeche, México

Short protocols for the synchronization of estrus in hair ewes in Campeche, Mexico

Daniel Balan-May¹ ID, Ricardo Chiquini-Medina² ID, Carolina Flota-Bañuelos³ ID, Antonio Hernández-Marín⁴ ID, Verónica Rosales-Martínez³ ID, Silvia Fraire-Cordero^{*3} ID

¹Colegio de Postgraduados, Campus Campeche. Carretera Haltunchén-Edzná, km. 17.5, Champotón, Campeche, México. CP. 24050. ²Instituto Tecnológico de Chiná, Calle 11 s/n Chiná, Campeche, México. CP. 24520. ³CONACYT-Colegio de Postgraduados, Campus Campeche. Carretera Haltunchén-Edzná, km. 17.5, Champotón, Campeche, México. CP. 24050. ⁴Departamento de Veterinaria y Zootecnia. Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, km 9. Carretera Irapuato-Silao, Exhacienda El Copal, Irapuato, Guanajuato. CP. 36824. *Autor de correspondencia y responsable de la investigación: Silvia Fraire-Cordero. CONACYT-Colegio de Postgraduados, Campus Campeche. Carretera Haltunchén-Edzná, km. 17.5, Champotón, Campeche, México. CP. 24050. E-mail: danymay1@outlook.com, ricardochiquini@yahoo.com.mx, cflota@colpos.mx, jahmarin@ugto.mx, vrosales@colpos.mx, frairec@colpos.mx.

RESUMEN

La sincronización de estros es una estrategia para mejorar la eficiencia reproductiva del rebaño. El objetivo fue comparar diferentes tiempos de permanencia de un progestágeno intravaginal (CIDR®) con una dosis de PGF2 α en la sincronización al estro de ovejas de pelo. Se utilizaron 30 hembras de pelo, asignadas al azar a uno de tres tratamientos. T1: Progestágeno intravaginal (PI) por 5 días (PI5; $n = 10$), T2: PI por 7 días (PI7; $n = 10$) y T3: PI por 9 días (PI9; $n = 10$). Se observó la incidencia e inicio al estro, parición y prolificidad. El análisis de datos se realizó mediante el método de tiempos de vida, modelos de regresión logística y binomial negativa. La incidencia al estro no fue diferente ($p > 0.05$) entre tratamientos (T1: 80.0, T2: 100.0 y T3: 100.0 %). El inicio al estro fue menor ($p \leq 0.0$) para T1 (29.8 ± 2.9 h) en comparación con el resto de los tratamientos. No se observaron diferencias ($p > 0.05$) para parición (T1: 70.0, T2: 90.0 y T3: 90.0 %) y prolificidad (T1: 1.4 ± 0.3 , T2: 1.4 ± 0.3 y T3: 1.5 ± 0.3). Es factible utilizar protocolos cortos de sincronización basados en progestágenos intravaginales (CIDR®) con una dosis de PGF2 α y mantener la eficiencia reproductiva del rebaño.

Palabras clave: CIDR, progesterona, dispositivos, fertilidad, ovejas.

ABSTRACT

Estrus synchronization is a strategy to improve the reproductive efficiency of the flock. The objective was to compare different dwells times of an intravaginal progestogen (CIDR®) with a dose of PGF2 α in the synchronization to estrus of hair ewes. Thirty hair ewes female were used, randomly assigned to one of three treatments. T1: intravaginal progestogen (PI) for 5 days (PI5; $n = 10$), T2: PI for 7 days (PI7; $n = 10$) and T3: PI for 9 days (PI9; $n = 10$). The incidence and onset of estrus, parturition and prolificacy were observed. Data analysis was performed using the life time method, logistic regression models and negative binomial models. The incidence at estrus was not different ($p > 0.05$) among treatments (T1: 80.0, T2: 100.0 and T3: 100.0%). Onset to estrus was lower ($p \leq 0.0$) for T1 (29.8 ± 2.9 h) compared to the rest of the treatments. No differences ($p > 0.05$) were observed for parturition (T1: 70.0, T2: 90.0 and T3: 90.0%) and

prolificacy (T1: 1.4 ± 0.3 , T2: 1.4 ± 0.3 and T3: 1.5 ± 0.3). It is feasible to use short synchronization protocols based on intravaginal progestogens (CIDR®) with a dose of PGF2 α and maintain the reproductive efficiency of the herd.

Keywords: CIDR, progesterone, devices, fertility, ewes.

INTRODUCCIÓN

En México la mayoría de las granjas ovinas se caracterizan por bajos índices reproductivos y por consiguiente productivos ([Hernández-Marín *et al.*, 2017](#)), siendo la reproducción un factor determinante de la rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo, lo que generó, la necesidad de desarrollar diferentes tratamientos hormonales encaminados a regular la actividad reproductiva, hacer un uso reducido de hormonas, contribuir a la seguridad ambiental y tener una aceptable eficiencia reproductiva.

En ese sentido la sincronización del estro con progestágenos por medio de esponjas o dispositivos intravaginales son los más usados en estos protocolos, los cuales asociados a esquemas de inseminación artificial o montas controladas, resultan ser una herramienta que mejora la eficiencia reproductiva y productiva de los rebaños ([Marques *et al.*, 2010](#)). Sin embargo, la mayoría de estos protocolos son aplicados tradicionalmente durante períodos de 12 a 14 días con el fin de imitar la fase lútea normal de una oveja ([Viñoles *et al.*, 2001](#); [Olivera-Muzante *et al.*, 2011](#); [Swelum *et al.*, 2015](#)). Se ha reportado que protocolos largos con progesterona y sus análogos sintéticos tienen varios efectos en los niveles circulantes de progesterona, lo que provoca una persistencia prolongada y envejecimiento de los folículos ovulatorios ([Menchaca y Rubianes, 2002](#)), debido a una baja concentración de progesterona (P₄) hacia el final del tratamiento que puede afectar negativamente la fertilidad. Debido al efecto supresor del tratamiento con progestágenos a largo plazo en la fertilidad posterior ([Viñoles *et al.*, 2001](#)), se buscan tratamientos que disminuyan el tiempo de uso de progestágenos y que logren la sincronización del estro sin disminuir la eficiencia reproductiva.

Ha sido reportado que protocolos a corto plazo con progesterona promueven el recambio folicular con la aparición de una nueva onda folicular en 3 o 4 días en la mayoría de ovejas ([Vilariño *et al.*, 2013](#)), reduciendo la exposición del folículo preovulatorio a concentraciones bajas de progesterona en suero durante períodos prolongados, lo cual propicia la ovulación de un folículo más joven y un ovocito de mejor calidad para ser fecundado.

Actualmente, existen variaciones de los fármacos utilizados y tiempo de exposición de progestágenos en tratamientos cortos, todos con el fin de mejorar las variables reproductivas y acortar el tiempo de manejo. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue comparar diferentes tiempos de permanencia de un progestágeno intravaginal (CIDR®) con una dosis de prostaglandina F2 alfa (PGF2 α) dos días antes del retiro, en la sincronización del estro de ovejas de pelo en el estado de Campeche, México.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó de acuerdo al reglamento para el uso y cuidado de animales destinados a la investigación en el Colegio de Postgraduados, México (COLPOS, 2016) y de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-024-ZOO-1995 (SAGARPA, 2015).

Localización

La investigación se realizó durante los meses de agosto de 2019 a enero de 2020. En el Rancho Agropecuario “La Unión” localizado en Xcampeu, municipio de San Francisco de Campeche, Campeche, México. El lugar de estudio se encuentra a una altitud de 8 msnm, entre las coordenadas geográficas 19° 47' 53" N y 90° 23' 49" O. El clima predominante es cálido subhúmedo con lluvias en verano, temperatura promedio de 28° C y precipitación pluvial de 1200 mm (García, 2004).

Animales y tratamientos

Se utilizaron 30 ovejas de pelo encaste de razas Pelibuey x Black Belly, vacías, con una edad promedio de 1 año, peso de 35 (\pm 2.4) kg y una condición corporal de 2 (\pm 0.2) unidades en la escala de Russel *et al.* (1969). Las ovejas fueron distribuidas de manera aleatoria a uno de los siguientes tratamientos: T1: Progestágeno intravaginal por 5 días (PI5; n = 10), T2: Progestágeno intravaginal por 7 días (PI7; n = 10) y T3. Progestágeno intravaginal por 9 días (PI9; n = 10), donde “ n ” indica el número de individuos en el tratamiento.

Alojamiento y alimentación

Las ovejas se alojaron en tres corrales con piso de tierra, con espacio 2 m² por animal. La alimentación fue en un sistema semi-estabulado con pastoreo diurno de 4 horas (6:00 a 10:00 h) dentro de potreros establecidos con pasto alambriillo invasor (*Dichanthium annulatum*). Después se suplementaron dos veces al día en corral con 300 g⁻¹ oveja⁻¹ de un alimento balanceado con base sorgo (Campi® borrego; con 15% de PC y 3 Mcal de EM kg de MS⁻¹). Además, como complemento se ofreció ensilado de pasto maralfafa (*Pennisetum purpureum*) con ración de 2 kg oveja⁻¹ de forraje verde. Las sales minerales (Campi® Sales) y el agua se ofrecieron a libre acceso.

Protocolo de sincronización

Las ovejas fueron sincronizadas al estro con un dispositivo intravaginal (CIDR®, Pfizer) con 0.3 g de progesterona, con permanencia según tratamiento, iniciando con las ovejas con un protocolo de 9 días y consecutivamente en orden descendente. Dos días antes del retiro del dispositivo se aplicó, vía intramuscular un mL de un análogo de PGF2 α (5 mg Dinoprost trometamina, Lutalyse® Zoetis). El retiro del dispositivo de progesterona fue el mismo día para todas las ovejas, iniciando la detección de estros con intervalos de

4 h por 25 min hasta las 80 h. Se consideró que una oveja no había respondido al tratamiento si no presentó estro durante este tiempo. Para la detección de estros, se utilizaron dos carneros de raza Black Belly con edad promedio de 2 años, provistos con mandil. Se consideró que una oveja presentó estro cuando permaneció inmóvil y permitió la monta del carnero. Posteriormente, 12 h después de detectado el estro, las hembras fueron cubiertas mediante monta controlada, utilizando para esta etapa dos carneros Black Belly con edad promedio de 3 años, los cuales fueron representados en todos los tratamientos y a los cuales previamente se les había verificado la calidad seminal mediante pruebas macroscópicas y microscópicas.

Variables y análisis estadístico

Las variables de respuesta en el estudio fueron: incidencia al estro, inicio al estro, parición y prolificidad. La incidencia al estro se calculó como el número de ovejas a las que se les observó manifestaciones externas de estro dividido entre el total de ovejas en el tratamiento. El inicio al estro se calculó como el tiempo transcurrido entre el retiro del CIDR® y el inicio del estro de las ovejas. La parición fue calculada como el número de ovejas que parieron, después del primer servicio, del total de ovejas en el tratamiento y la prolificidad fue medida con el número de corderos nacidos por oveja parida. El análisis de la variable inicio al estro se realizó mediante el método de tiempos de vida y se establecieron diferencias entre tratamientos con la prueba de Long-Rank. La determinación de la incidencia al estro y la parición fueron analizadas con el modelo de regresión logística. Para el análisis de prolificidad se utilizó regresión binomial negativa. Todos los análisis fueron realizados usando SAS/STAT ([SAS, 2002](#)) y con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observó diferencia ($p > 0.05$) para la variable incidencia al estro entre tratamientos (Cuadro 1). [Rubianes et al., \(1998\)](#) mencionan que la inserción de un dispositivo intravaginal conteniendo progesterona (CIDR®), provoca un aumento en las concentraciones séricas de progesterona (>5 ng/mL) por tres o cuatro días, lo cual es mayor que las concentraciones observadas fisiológicamente durante la mitad de la fase lútea, lo que desencadenan un efecto positivo en el crecimiento folicular, incrementando la cantidad de folículos grandes con mayor secreción de estradiol y con potencial para ovular. Lo que sugiere que en este estudio, las variaciones en la liberación de P_4 por el dispositivo fueron similares entre tratamientos y apoya la idea de que los protocolos basados en progestágenos a corto plazo (CIDR®, P_4) son efectivos para inducir el estro en ovejas. Estudios similares reportan 96 y 100 % de incidencia al estro, utilizando protocolos de 5 y 9 días respectivamente con una aplicación de $PGF_{2\alpha}$ en ovejas ([Fraire-Cordero et al., 2013](#); [Jackson et al., 2014](#)) y 100% con protocolos de 9 d y una aplicación de gonadotropina coriónica equina (eCG) ([Nakafeero et al., 2020](#)).

Cuadro 1. Variables reproductivas en ovejas de pelo sincronizadas con protocolos cortos a base de un progestágeno intravaginal (CIDR®) y prostaglandina

	T1:PI5	T2:PI7	T3:PI9
Total de animales	10	10	10
Incidencia del estro (%)	80.0 a	100.0 a	100.0 a
Inicio del estro (h)	29.8 ± 2.9 a	38.6 ± 3.1 b	39.9 ± 4.4 b
Parición (%)	70.0 a	90.0 a	90.0 a
Prolificidad (Media ± EE)	1.42 ± 0.3 a	1.44 ± 0.3 a	1.55 ± 0.3 a

^{a, b}. Letra diferente dentro de cada fila indica diferencia ($p \leq 0.05$). PI5: Progestágeno intravaginal por 5 días. PI7: Progestágeno intravaginal por 7 días. PI9: Progestágeno intravaginal por 9 días.

Las ovejas que no respondieron en T1 se sugiere puede estar relacionado con el hecho de que algunas ovejas se encuentren en la fase lútea inicial del ciclo estral en el momento de la inyección de la prostaglandina, por lo que los animales con desarrollo del cuerpo lúteo en esta etapa no responderían a las prostaglandinas (Fierro *et al.*, 2013) y continuarían teniendo un ciclo estral de duración normal después del retiro del dispositivo. Mientras que las ovejas con cuerpo lúteo en estado más avanzado responderían al tratamiento con prostaglandinas teniendo una fase folicular normal y, posteriormente el estro y la ovulación, lo que posiblemente ocurrió para T2 y T3.

El promedio de inicio del estro de las ovejas fue de 36.1 ± 3.5 h, las ovejas del T1 iniciaron el estro en un menor tiempo ($p \leq 0.05$) (Cuadro 1) y mejor sincronizado que el resto de los tratamientos como se observa en la Figura 1, por lo que pudiera influir en la elección de un protocolo deseable para la sincronización del estro, cuando el objetivo es utilizar inseminación a tiempo fijo. La sincronía podría estar relacionada a la dinámica del folículo preovulatorio. Autores como Viñoles *et al.* (2001) y Martínez-Ros *et al.* (2018) mencionan que folículos que no tienen tanto contacto con progesterona en tratamientos a corto plazo, se observa que el folículo recién reclutado tiene mayor tamaño, crecimiento lineal y mayor concentración de estradiol por lo que promueve un mejor comportamiento estral.

En estudios de Martínez-Ros *et al.* (2018) y López *et al.* (2021) utilizando protocolos de 6 y 7 días con esponja intravaginal y una dosis de PGF2 α al retiro, encontraron un inicio al estro de 58.3 ± 10.0 h y 48.0 ± 16.9 h, respectivamente, siendo mayores a los encontrados en este estudio. Así como a los 43.6 y 40.3 h reportados con protocolos similares con 9 d en ovejas Pelibuey (Fraire-Cordero *et al.*, 2013; Sosa-Pérez *et al.*, 2014) y difiriendo a lo reportado por Nakafeero *et al.* (2020) quienes reportan un intervalo más corto del estro en ovejas con CIDR por 14 d (24.9 ± 1.6 h) en comparación con CIDR a 9 días (30.8 ± 2.1 h) sugiriendo que en protocolos cortos el inicio del estro suele retardarse puesto que se cuenta con un folículo que está en crecimiento, por lo que todavía tiene que pasar un tiempo para que desencadene la ovulación después del retiro del

progestágeno, mientras que en protocolos largos los niveles de progesterona van bajando y cuando se retira el dispositivo, ovula y provoca los signos del estro con mayor rapidez. Sin embargo, las condiciones fueron diferentes a las de este estudio.

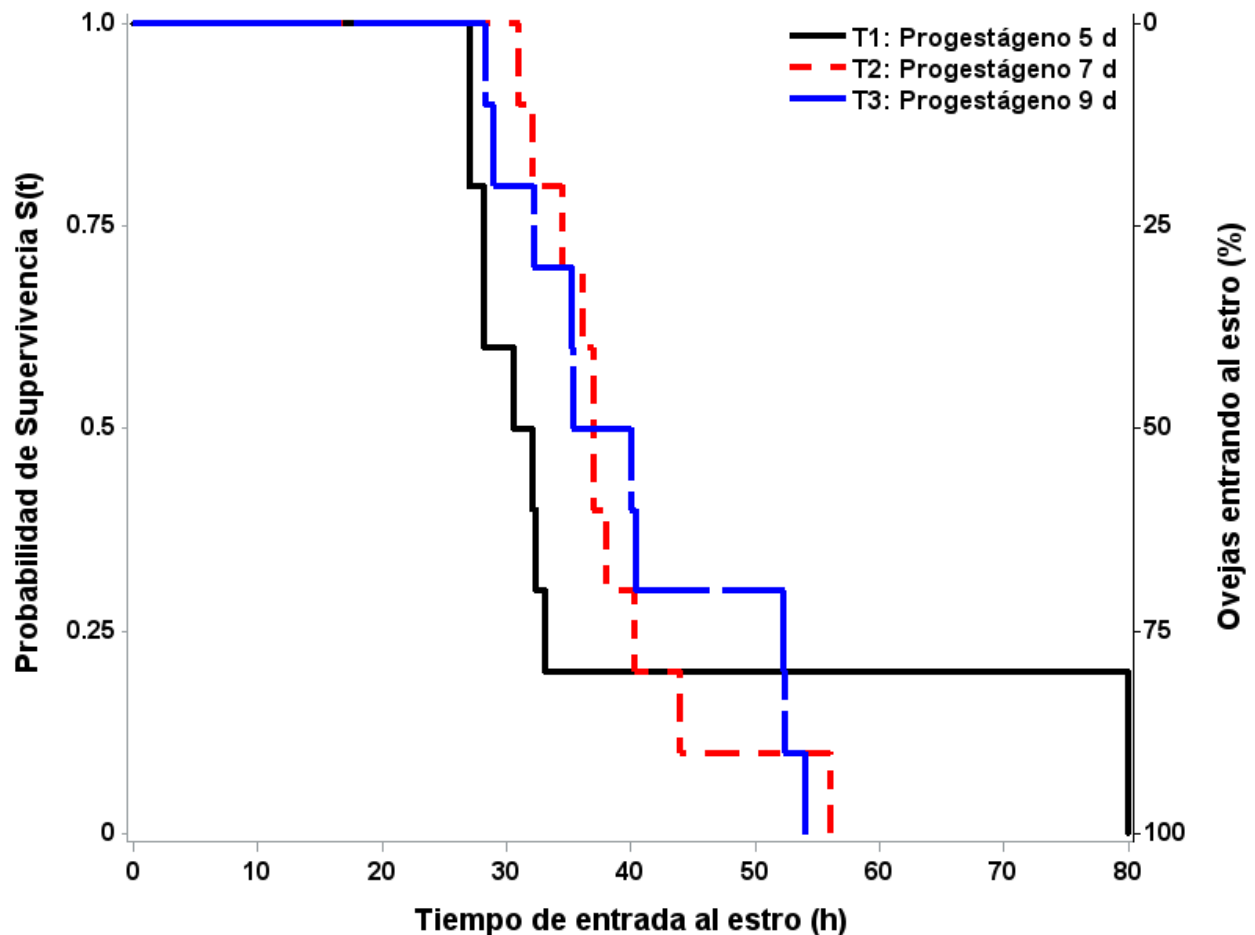


Figura 1. Curvas de supervivencia de tiempo al inicio del estro en ovejas de pelo sincronizadas con protocolos cortos a base de un progestágeno intravaginal (CIDR®) y prostaglandina

El promedio de la parición fue superior a 83%, siendo mayor a la reportada en ovejas con protocolos donde se utilizó P₄ en combinación con PGF_{2a} al retiro del dispositivo por cinco y siete días (83 y 16%) (Martínez-Ros *et al.*, 2019) y por nueve días con un protocolo similar en ovejas (50%) (Fraire-Cordero *et al.*, 2013). No se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos para el porcentaje de ovejas que parieron entre tratamientos (Cuadro 1), al parecer, los diferentes protocolos de sincronización de estros fueron capaces de generar cuerpos lúteos con la suficiente producción de P₄ que permitieron la implantación y desarrollo embrionario. Viñoles *et al.* (2001) mencionan que una mayor parición puede atribuirse a la ovulación de folículos jóvenes de alta calidad, donde los folículos que no han tenido mucho tiempo de contacto con la progesterona, se observa que el folículo más temprano del ciclo tiene un mayor tamaño, crece de una

forma más lineal, por lo que es un folículo que tiene altos niveles de estradiol y, en el momento en el que ovula y se realice inseminación o monta, tendrá más posibilidades de llevar adelante una gestación y llegar a término.

Para prolificidad no se encontraron diferencias entre tratamientos ($p > 0.05$) como se muestra en el Cuadro 1, los resultados eran esperados pues no se utilizó hormonales que estimularan la respuesta ovárica promoviendo partos múltiples como hormona folículo estimulante de origen porcino o eCG. El promedio de esta variable para el rebaño fue de 1.47 ± 0.2 , superiores a los 1.3 corderos oveja⁻¹ reportados con un protocolo corto con esponjas intravaginales y eCG (López *et al.*, 2021). Sin embargo, en este estudio no se detectaron diferencias en esta variable.

CONCLUSIÓN

En las condiciones del estudio, es factible mantener la eficiencia reproductiva del rebaño con el uso de protocolos cortos de sincronización basados en progestágenos intravaginales con CIDR® con permanencia de cinco, siete o nueve días asociados a una inyección de PGF2 α dos días antes del retiro.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto Cátedras CONACyT 2181 “Estrategias agroecológicas para la seguridad alimentaria en zonas rurales de Campeche” del Colegio de Postgraduados campus Campeche y a los propietarios de los ranchos, Agropecuario La Unión y La Perla, Campeche, México.

LITERATURA CITADA

COLPOS. 2016. Reglamento para el uso y cuidado de animales destinados a la investigación en el Colegio de Postgraduados. México. http://www.colpos.mx/wb_pdf/norma_interna/REG_USO_CUIDADODEANIMALES.pdf

FIERRO S, Gil J, Viñoles C, Olivera-Muzante J. 2013. The use of prostaglandins in controlling estrous cycle of the ewe: A review. *Theriogenology*. 79(1):399-408. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.10.022>

FRAIRE-CORDERO S, Pró-Martínez A, Ramírez-Valverde G, Sánchez-del Real C, Gallegos-Sánchez J. 2013. Selenio y vitamina E en la fertilidad de ovejas Pelibuey sincronizadas con progesterona. *Universidad y Ciencia*. 29(1): 33-44. ISSN: 0186-2979. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792013000100004

GARCÍA E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Quinta edición. Instituto de Geografía/UNAM. México. Pp. 90. ISBN: 970-32-1010-4. https://www.academia.edu/12911044/Modificaciones_al_sistema_de_clasificaci%C3%B3n_clim%C3%A1tica_de_K%C3%B6ppen_para_adaptarlo_a_las_condiciones_de_la_Rep%C3%BAblica_Mexicana_2004_Enriqueta_Garc%C3%ADa

HERNÁNDEZ-MARÍN JA, Valencia-Posadas M, Ruíz-Nieto JE, Mireles-Arriaga AI, Cortez-Romero C, Gallegos-Sánchez J. 2017. Contribución de la ovinocultura al sector pecuario en México. *Agroproductividad*. 10(3):87-93. ISSN: 2448-7546. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/975/833>

JACKSON CG, Neville TL, Mercadante VRG, Waters KM, Lamb GC, Dahlen CR, Redden R.R. 2014. Efficacy of various five-day estrous synchronization protocols in sheep. *Small Ruminant Research* 120 (1):100-107. ISSN: 0921-4488. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.04.004>

LÓPEZ J, Salinas D, Baracaldo-Martínez A, Gómez C, Herrera-Ibatá D, Atuesta-Bustos JE. 2021. Efecto de la dosis de gonadotropina coriónica equine (eCG) asociada a protocolos cortos de sincronización de celo sobre el desempeño reproductivo de ovejas de pelo. 2021. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 32(1). ISSN: 1609-9117. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i1.17775>

MARQUES SBD, Sartori R, Nascimento STAS, Máximo CDM, Lemos OMA, Pereira NJ. 2010. Estrus synchronization with prostaglandin f2 α compared to progestogen treatment associated with equine chorionic gonadotropin (eCG) in Santa Inês breed ewes reared in Federal District, Brazil. *Ciência Animal Brasileira*.11:417-424. ISSN: 1518-2797. <https://doi.org/10.526/cab.v11i2.4284>

MARTÍNEZ-ROS P, Astiz S, Garcia-Rosello E, Rios-Abellan A, Gonzalez-Bulnes A. 2018. Effects of short-term intravaginal progestagens on the onset and features of estrus, preovulatory LH surge and ovulation in sheep. *Animal Reproduction Science*. 197:317-323. ISSN: 0378-4320. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.08.046>

MARTÍNEZ-ROS P, Rios-Abellan A, Gonzalez-Bulnes A. 2019. Influence of progesterone-treatment length and eCG administration on appearance of estrous behavior ovulatory success and fertility in sheep. *Animal Reproduction*. 9(1):9. ISSN: 2076-2615. <https://doi.org/10.3390/ani9010009>

MENCHACA A, RUBIANES E. 2002. Relation between progesterone concentrations during the early luteal phase and follicular dynamics in goats. *Theriogenology*. 57(5):1411-1419. ISSN: 0093-691X. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(02\)00638-6](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(02)00638-6)

NAKAFFEERO A, Hassen A, Lehloenya KC. 2020. Investigation of ram effect and eCG usage in progesterone based oestrous synchronization protocols on fertility of ewes following fixed time artificial insemination. *Small Ruminant Research*. 183:106034. ISSN: 0921-4488. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.106034>

NORMA Oficial Mexicana. NOM-024-ZOO-1995. Especificaciones y características zoosanitarias para el transporte de animales, sus productos y subproductos, productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos. México. http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/202301/NOM-024-ZOO-1995_161095.pdf

OLIVERA-MUZANTE J, Fierro S, López V, Gil J. 2011. Comparison of prostaglandin-and progesterone-based protocols for timed artificial insemination in sheep. *Theriogenology*. 75(7):1232-1238. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.11.036>

RUBIANES E, De Castro T, Kmaid S. 1998. Estrous response after a short progesterone priming in seasonally anestrous goats. *Theriogenology*. 49(1):356. ISSN: 0093-691X. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(98\)90709-9](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(98)90709-9)

RUSSEL AJF, Doney JM, Gunn RG. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *The Journal of Agricultural Science*. 72(3):451-454. ISSN: 1469-5146. <https://doi.org/10.1017/S0021859600024874>

SAS Institute. 2012. Statistical Analysis Software SAS/STAT®, versión 9.0.2, Cary, North Carolina, USA: SAS Institute Inc., ISBN: 978-1-60764-599-3. http://www.sas.com/en_us/software/analytics/stat.html#

SOSA-PÉREZ G, Pérez-Hernández P, Vaquera-Huerta H, Salazar-Ortiz J, Sánchez-del-Real C, Cadena-Villegas S, Gallegos-Sánchez J. 2014. Somatotropina bovina recombinante en sincronización de estros y prolificidad de ovejas Pelibuey. *Archivos de Zootecnia*. 63(241):219-222. ISSN: 0004-0592. <https://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v63n241/nota6.pdf>

SWELUM AAA, Nasser AA, Ahmed AM. 2015. Use of fluorogestone acetate sponges or controlled internal drug release for estrus synchronization in ewes: Effects of hormonal profiles and reproductive performance. *Theriogenology*. 84(4):498-503. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.03.018>

VILARIÑO M, Rubianes E, Menchaca A. 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. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.10.007>

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(4): 993-1004. ISSN: 0093-691X. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(01\)00460-5](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(01)00460-5)