

Sincronización de estros en ovejas mediante protocolo de 6 días con CIDR de primera, segunda y tercera reutilización

Susana López-García ^a

María Teresa Sánchez-Torres Esqueda ^{a*}

José Luis Cordero-Mora ^a

José Luis Figueroa-Velasco ^a

José Alfredo Martínez-Aispuro ^a

Teódulo Salinas Ríos ^b

^a Colegio de Postgraduados. Programa de Ganadería, Campus Montecillo, Km 36.5 Carretera Federal México-Texcoco, Montecillo, 56230, Texcoco, Estado de México. México.

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

* Autor de correspondencia: teresa@colpos.mx

Resumen:

El objetivo del estudio fue comparar el efecto de dispositivos intravaginales liberadores de progesterona natural (CIDR) nuevos y reutilizados en protocolos de 6 días sobre el desempeño reproductivo y en las concentraciones de progesterona en suero sanguíneo de ovejas multíparas. Un total de 172 ovejas con peso corporal promedio de 59 kg se distribuyeron al azar en cuatro tratamientos: CIDR1 (grupo testigo con dispositivos nuevos) y CIDR2, CIDR3, CIDR4 (con 6, 12 y 18 días de uso, respectivamente). En cuanto al inicio de estro, hubo diferencia ($P \leq 0.05$) únicamente entre el tratamiento con CIDR nuevos (40 ± 10 h) y CIDR de segundo uso (31 ± 9 h). En las variables presencia de estro, porcentaje de gestación, porcentaje de fertilidad y tipo de parto no se obtuvieron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos. La presencia de estro osciló entre 93 y 100 %, el valor promedio

de gestación fue 80.8 %, 80.2 % para fertilidad y 1.26 para el índice de prolificidad. Los porcentajes de partos sencillos fueron mayores ($P \leq 0.05$) a los partos dobles en los cuatro tratamientos. Se concluye que el uso de CIDR en protocolos de 6 días permite que los dispositivos sean utilizados hasta por cuatro ocasiones con buenos resultados.

Palabras clave: CIDR reutilizados, Ovejas, Variables reproductivas.

Recibido: 01/09/2022

Aceptado: 12/01/2023

Introducción

Los protocolos de sincronización de estros aumentan la eficiencia reproductiva en ovejas mediante la administración de hormonas⁽¹⁾ con el objetivo de modificar el ciclo estral; de esta manera se obtienen lotes uniformes de corderos y se reduce el costo de manejo reproductivo. Los protocolos de sincronización de estros en ovejas se basan tradicionalmente en la inserción de dispositivos intravaginales liberadores de progesterona natural (CIDR) y sus análogos (esponjas)⁽²⁾ durante períodos de 12 a 14 días. No obstante, el uso prolongado de progestágenos dificulta el transporte espermático⁽³⁾ y modifica la dinámica folicular⁽⁴⁾.

Una estrategia para reducir los efectos negativos de los progestágenos, es usar protocolos cortos de sincronización⁽²⁾ mediante la aplicación de dispositivos CIDR durante 5 a 7 días, adicionando prostaglandina F2 alfa ($PGF_{2\alpha}$) que induce el control de la función lútea y gonadotropina coriónica equina (eCG), que estimula desarrollo folicular y la ovulación al aumentar tanto el número de folículos como la tasa de producción de estrógeno por los folículos estimulados⁽⁴⁾; de esta manera, se obtiene un folículo con mayor capacidad de ser fertilizado durante la época reproductiva y el anestro estacional⁽⁵⁾.

Las características físicas del CIDR permiten su lavado y reutilización sin reducir las variables reproductivas⁽⁶⁾. Los protocolos cortos de sincronización de 5^(6,7) y 7 días^(8, 9,10) en ovejas, demuestran que en el CIDR existe considerable cantidad de progesterona (P_4) biológicamente disponible después de su retiro^(3,11). Existe controversia sobre la reutilización de CIDR, dado que algunos autores reportan que los CIDR reutilizados reducen los porcentajes de sincronización de estros y gestación^(6,11), otros autores mencionan⁽³⁾ mayor porcentaje de fertilidad y fecundidad con CIDR nuevos que con los reutilizados por segunda y tercera ocasión. De igual forma, se sugiere que al insertar CIDR hasta por sexta ocasión hay una disminución en las variables reproductivas a partir de la segunda reutilización⁽³⁾.

En contraparte, otro estudio⁽¹¹⁾ no muestra diferencias en el porcentaje de sincronización de estros y en la respuesta ovulatoria al comparar CIDR de segundo o tercer uso contra dispositivos nuevos en tratamientos de 6 días; sin embargo, las concentraciones de progesterona en suero y los porcentajes de gestación son menores en las ovejas tratadas con CIDR reutilizados que en aquéllas con dispositivos nuevos. Así mismo se encontró que el uso de CIDR hasta por tres veces en protocolos de 6 días permite obtener porcentajes de gestación similares en ovejas tanto en dispositivos nuevos como reutilizados⁽¹²⁾.

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 (P₄) 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 P₄ suficiente para mantener una función luteotrópica que permita la sincronización de estros en ovejas⁽¹³⁾. 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 del presente ensayo fue determinar la eficiencia de protocolos de sincronización de estros de 6 días con CIDR nuevos y reutilizados por primera, segunda y tercera ocasión sobre el desempeño reproductivo y su efecto en las concentraciones de progesterona de ovejas multíparas.

Material y métodos

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 2,220 m; clima templado subhúmedo con lluvias en verano⁽¹⁴⁾.

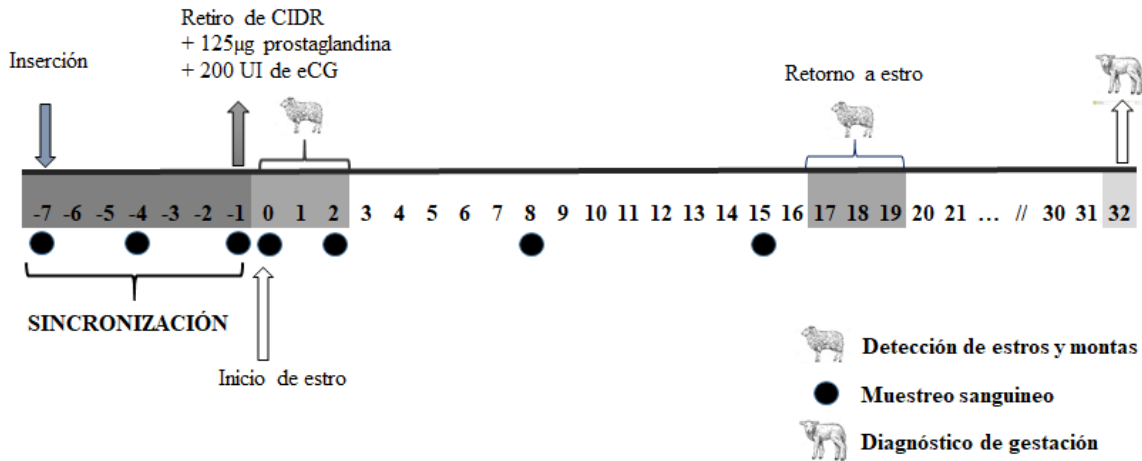
Animales, alimentación y tratamientos

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⁽¹⁵⁾ y la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999⁽¹⁶⁾. Se emplearon 172 hembras ovinas multíparas (Katahdin × Dorset), con peso promedio de 59 kg y condición corporal 3 en escala 1 al 5, que se mantuvieron en estabulación, con dieta de heno de avena con grano, heno de alfalfa, 300 g de alimento comercial (ovina reproductora PURINA[®]) con 14 % de PC y acceso *ad libitum* al agua. Previo al estudio se aplicó el manejo profiláctico: Suministro de Endovet[®]

polivitaminado (0.5 ml/ 50 kg P.V. vía intramuscular) y Bobact® 8 (2.5 ml vía subcutánea), también se descartó gestación por medio de ultrasonografía.

Las ovejas se distribuyeron aleatoriamente en cuatro grupos experimentales (n=43 ovejas/grupo) con tratamiento hormonal de progesterona mediante dispositivos intravaginales CIDR® (330 sheep & goat insert, ZOETIS), una inyección i.m. de 200 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG) (NOVORMON 5000® de Zoetis) y 125 µg de prostaglandina (celosil® de M.S.D). Los tratamientos consistieron en: CIDR1 (grupo testigo) con dispositivos nuevos y CIDR2, CIDR3, CIDR4 (segundo, tercer y cuarto uso, respectivamente). Los CIDR reutilizados se limpiaron exhaustivamente con agua purificada, y después de secarse, se mantuvieron en refrigeración hasta 24 h previas a su reinsertión. En el protocolo de sincronización de estros 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 intramuscularmente eCG y prostaglandina (Figura 1).

Figura 1: Protocolo de sincronización de estros y muestreos sanguíneos



Detección de estros y variables reproductivas

La detección de estros inició 24 h después del retiro del CIDR; se utilizó monta natural (tres montas por oveja con intervalo de 12 h) con 19 machos de fertilidad probada que se asignaron al azar a cada hembra que entró en estro.

El porcentaje de gestación (ovejas gestantes/total de ovejas × 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 × 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.

Concentración de progesterona

Las muestras de sangre para determinar el perfil de secreción de las concentraciones de progesterona (P_4) en suero, se obtuvieron por punción yugular a 20 hembras de cada grupo; se realizaron 7 muestreos por borrega (Figura 1). Las muestras se colectaron en tubos de polipropileno de 5 ml, los que se transportaron al laboratorio donde se separó el suero por medio de centrifugación a 1,500 xg durante 20 min a 4°C; el suero se almacenó en microtubos de 1.5 ml a -20 °C hasta su análisis. Las concentraciones de P_4 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.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar. Los datos del inicio de estro e índice de prolificidad se analizaron mediante el test 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 (presentó o no presentó), así como porcentaje de gestación, porcentaje de fertilidad y tipo de parto se usó la prueba de χ^2 . La concentración de P_4 se analizó con medidas repetidas a través del tiempo mediante un modelo mixto con estructuras de error autorregresivo de Orden 1 (AR1). También se calcularon medias de mínimos cuadrados mediante la prueba de Tukey-Kramer. Para todos los análisis se consideró como diferencia significativa a $\alpha=0.05$. Los datos se analizaron con el programa SAS⁽¹⁷⁾.

Resultados

En el estudio se obtuvo en promedio el 97 % de presencia de estros sin diferencia ($P>0.05$) entre tratamientos. El promedio de inicio de estros fue de 36 ± 11 h, 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).

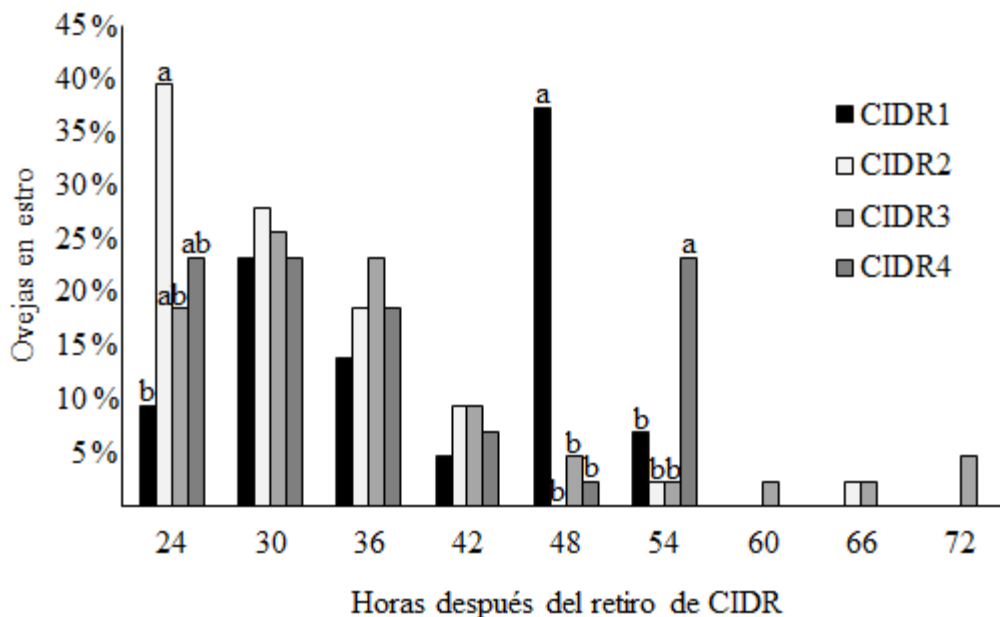
Cuadro 1: Variables reproductivas de ovejas multíparas en respuesta a la aplicación de CIDR de primero, segundo, tercero y cuarto uso

Variable	Tratamientos				P
	CIDR1	CIDR2	CIDR3	CIDR4	
Presencia de estro, %	95 (41/43)	100 (43/43)	93 (40/43)	98 (42/43)	0.3268
Inicio de estro, h*	40±10 ^b	31±9 ^a	37±13 ^{ab}	37±11 ^{ab}	0.0014
Gestación, %	88 (38/43)	86 (37/43)	77 (33/43)	81 (35/43)	0.4849
Fertilidad, %	88(38/43)	81(35/43)	77 (33/43)	81(35/43)	0.5710
Tipo de parto:					
Sencillo, %	71(27/38)	72 (25/35)	79 (26/33)	57 (23/35)	0.2648
Doble, %	29(11/38)	28 (10/35)	21 (7/33)	43 (12/35)	
Índice de prolificidad	1.3	1.3	1.2	1.4	0.0999

CIDR1= dispositivos nuevos; CIDR2, CIDR3, CIDR4: Segundo, tercer y cuarto uso, respectivamente. * ± Desviación estándar.

^{ab} Diferente superíndice en la misma variable indica diferencia ($P \leq 0.05$) entre tratamientos.

El 94 % de las ovejas presentaron estro durante las 54 h posteriores al retiro de CIDR, no obstante, en los tratamientos CIDR2 y CIDR3 el intervalo se alargó hasta las 66 y 72 h respectivamente (Figura 2).

Figura 2: Porcentajes de ovejas que presentaron estro

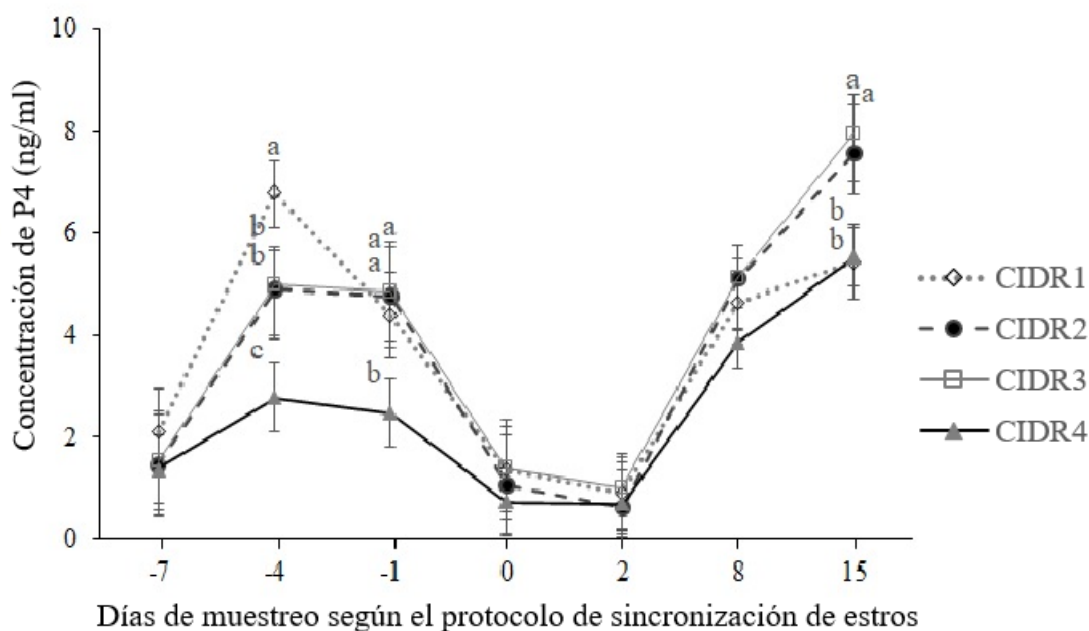
CIDR1= dispositivos nuevos; CIDR2, CIDR3, CIDR4: Segundo, tercer y cuarto uso, respectivamente.

^{ab} Diferente superíndice en la misma hora indica diferencia ($P \leq 0.05$) entre tratamientos.

No se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en porcentajes de gestación, fertilidad, partos sencillos y partos dobles (81, 80, 70 y 30 % respectivamente) (Cuadro 1).

Las concentraciones séricas medias de progesterona (P_4) el día de inserción de CIDR (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). Durante la permanencia intravaginal de los CIDR, la mayor concentración de P_4 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 P_4 ($P<0.05$) fue de 2.78 ± 1.56 ng/ml en CIDR de cuarto uso (Figura 3).

Figura 3: Concentración de P_4 en ovejas sometidas a sincronización de estros con CIDR1: dispositivos nuevos; CIDR2, CIDR3, CIDR4: Segundo, tercer y cuarto uso, respectivamente



^{ab} Diferente superíndice en el mismo muestreo indica diferencia ($P\leq 0.05$) entre tratamientos.

Inmediatamente después del retiro de CIDR (d-1), las concentraciones de P_4 en los tratamientos CIDR nuevos, de segundo y tercer uso (4.39 ± 0.98 , 4.75 ± 0.79 y 4.86 ± 0.75 ng/ml respectivamente), fueron mayores ($P\leq 0.05$) que en el tratamiento de cuarto uso (2.48 ± 1.52 ng/ml). Sin embargo, 24 h después (d0), la concentración de P_4 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 uso, respectivamente).

El d2 (72 h después del retiro de CIDR) el 97 % de las ovejas ya habían presentado estro, y el promedio de P_4 estuvo por debajo de <1 ng/ml, en los tratamientos de primer, segundo y cuarto uso (0.93 ± 0.04 , 0.62 ± 0.06 y 0.71 ± 0.6 ng/ml), aunque en el tratamiento de tercer uso, se observó 1.01 ± 0.14 ng/ml no hubo diferencia entre tratamientos ($P>0.05$).

El d8 la concentración de P₄ en los cuatro tratamientos fue >1 ng/ml, y no se observó diferencia entre ellos ($P>0.05$), las concentraciones de P₄ fueron: 4.64 ± 1.24 , 5.09 ± 1.05 , 5.11 ± 1.85 y 3.86 ± 1.11 ng/ml en los tratamientos CIDR1, CIDR2, CIDR3 y CIDR4, respectivamente. El d15, correspondiente al periodo de adhesión al endometrio (12 a 13 días de gestación) se obtuvo mayor concentración de P₄ en los grupos con CIDR de segundo y tercer uso (7.56 ± 0.85 y 7.95 ± 1.0 ng/ml), los cuales fueron diferentes ($P<0.05$) a CIDR nuevos (5.43 ± 0.97 ng/ml) y de cuarto uso (5.52 ± 1.04).

Discusión

En el presente estudio se obtuvo el 97 % de presencia de estros, resultados similares a los encontrados por otros autores⁽⁶⁾ en tratamientos de cinco días (93 % en el segundo y 100 % en el tercer uso de CIDR). Este porcentaje de presentación de estro demuestra que los dispositivos usados hasta por cuarta ocasión en protocolos de 6 días, son tan efectivos como los dispositivos nuevos para sincronizar estros y ovulación en época reproductiva^(6,11), Además, el alto porcentaje de presencia de estros se asemeja a los tratamientos convencionales de 12 días⁽¹³⁾.

El promedio de inicio de estro del presente estudio fue similar al obtenido con protocolos de siete días con CIDR nuevos asociados a 5 mg de dinoprost y 400 UI de eCG (33.8 ± 4.0 h)⁽²⁾, y a 7 d (11 días de uso previo), asociado a 300 UI de eCG y 6.7 mg de dinoprost con el cual, en un estudio⁽¹⁰⁾ obtuvieron un promedio de 35 ± 0.7 h, con mayor presencia de estro entre las 36 a 41.9 h. La presentación de estro después de las 54 h en los tratamientos de segundo y tercer uso (en al menos 3 y 9 % de ovejas respectivamente), probablemente se debió a que las ovejas se encontraban en una etapa temprana de desarrollo folicular al momento del retiro de los CIDR, ya que no se observó este comportamiento al usar los dispositivos por cuarta ocasión. Por otra parte, la presencia de estros se concentró en un intervalo de 24 a 54 h por el uso de dosis bajas de eCG (200 UI). Otros autores⁽²⁾ reportan que al aplicar 400 UI de eCG el inicio de estro se presenta en un periodo de 24 a 40 h, ya que al utilizar esta dosis en protocolos de sincronización de estros de corto o largo plazo; se reduce el intervalo a la ovulación, se acelera la presentación del estro⁽¹⁸⁾ y se estimula mayor producción de estradiol en los folículos.

Los resultados de otros investigadores⁽³⁾ respecto al porcentaje de gestación al usar el dispositivo hasta seis veces en protocolos de 6 días difieren de los obtenidos en la presente investigación, lo cual puede deberse a diferentes factores; a este respecto, se ha encontrado que los porcentajes de gestación y fertilidad en ovejas Awassi disminuyen a partir del tercer uso, lo cual puede atribuirse a los bajos porcentajes de presencia estro que reportan los autores, así como al uso de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).

En otro estudio⁽¹²⁾, 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 tres montas a intervalo de 12 h, lo cual permitió que los ovocitos tuvieran mayor oportunidad de fertilización. El índice de prolificidad promedio fue 1.26, lo cual concuerda con valores de prolificidad en ovejas Dorset y Katahdin⁽¹⁹⁾.

Las concentraciones séricas de P_4 previas a la inserción de los dispositivos indican que las ovejas se encontraban en época reproductiva, al insertar los CIDR elevaron la concentración por el suministro de P_4 exógena y se mantuvieron por encima de 1 ng/ml hasta el retiro de los dispositivos, lo cual estimuló la liberación de GnRH desde el hipotálamo. El aumento preovulatorio de LH y FSH que dio lugar al crecimiento folicular y posteriormente la ovulación⁽²⁰⁾, esto se deduce por la disminución de P_4 a 0.7 ng/ml 72 h después del retiro de CIDR, las concentraciones cercanas a 1 ng/ml no afectaron negativamente la sincronización de estros, pues como se ha mencionado, solo el 5 % de ovejas no presentó estro dentro de las 72 h posteriores al retiro de CIDR.

La progesterona (P_4) es una hormona fundamental mantener la gestación temprana y para establecer la implantación⁽²⁰⁾, por lo tanto, el monitoreo sobre las concentraciones de P_4 , puede ser útil para determinar si hay o no gestación en las ovejas. El cuerpo lúteo (CL) aumenta la producción de P_4 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⁽²¹⁾, esta información corresponde a las concentraciones que se encontraron del d8 en los cuatro tratamientos de este estudio; el aumento de P_4 en este periodo es importante, ya que el cuerpo lúteo de la oveja es sensible a la acción luteolítica de la prostaglandina $F2\alpha$ entre el 4° y el 14° día del ciclo estral⁽²²⁾, una disminución < 1 ng/ml de P_4 en esta etapa no mantendría la gestación. En el último muestreo (d15), se observaron diferencias entre tratamientos respecto a las concentraciones de P_4 , 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 tratamiento hormonal⁽²³⁾. Sin embargo, la diferencia en concentraciones de P_4 en este muestreo no se relacionó con el porcentaje de gestación ni con el número de corderos al nacimiento.

El uso de CIDR 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 P_4 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.

Los resultados del ensayo demuestran la ventaja de usar los CIDR en periodos cortos (6d) y de esta manera reducir 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.

Conclusiones e implicaciones

El uso de CIDR en protocolos de 6 días permite que los dispositivos sean usados hasta por cuatro ocasiones, ya que liberan cantidades suficientes de progesterona para bloquear la ovulación y sincronizar el estro en forma equivalente a un dispositivo nuevo. La presencia de estro, los porcentajes de gestación y de fertilidad no disminuyen. Así mismo, el intervalo de inicio a estro, porcentaje de 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:

1. Kuru M, Kuru BB, Kacar C, Can Demir MC, Cetin N. Effect of oestrus synchronization with different lengths of progesterone-impregnated sponges and equine chorionic gonadotropin on reproductive efficiency in Romanov ewes during the non-breeding season. *Acta Vet Brno* 2022;(91):243-250.
2. Martínez-Ros P, Astiz S, Garcia-Rosello E, Rios-Abellan A, Gonzalez-Bulnes A. Onset of estrus and preovulatory LH surge and ovulatory efficiency in sheep after short-term treatments with progestagen-sponges and progesterone-CIDRs. *Reprod Domest Anim* 2019;(54):408-411.

3. Swelum AA, Saadeldin IM, Moumen AF, Ali MA, Ba-Awadh H, Alowaimer AN. Efficacy of using previously used controlled internal drug release (CIDR) insert on the reproductive performance, hormone profiles and economic measures of sheep. *Reprod Domest Anim* 2018;(53):1114-1122.
4. Samartzi F, Theodosiadou EK, Vainas E, Saratsi A, Tsiligianni T, Rekkas CA. Plasminogen activator activity and plasminogen activator inhibition in the uterus of ewes after the induction of oestrus synchronization or superovulation, involving eCG. *Small Ruminant Res* 2022;(210):106672.
5. Skliarov P, Pérez C, Petrusha V, Fedorenko S, Bilyi D. Induction and synchronization of oestrus in sheep and goats. *J Cent Eur Agric* 2021;22(1):39-53.
6. Pinna AE, Brandão FZ, Cavalcanti AS, Borges AM, Souza JMG, Fonseca JF. Reproductive parameters of Santa Inês ewes submitted to short-term treatment with reused progesterone devices. *Arq Bras Med Vet Zootec* 2012;64(2):333-340.
7. Ungerfeld R. The induction of oestrus in ewes during the non-breeding season using pre-used CIDRs and oestradiol-17 β treatment. *Small Ruminant Res* 2009;(84):129-131.
8. Cox JF, Allende R, Lara E, Leiva A, Díaz T, Dorado J, Saravia F. Follicular dynamics, interval to ovulation and fertility after AI in short-term progesterone and PGF2 α oestrous synchronization protocol in Sheep. *Reprod Domest Anim* 2012;(47):946-951.
9. Bazzan AP, Tedesco D, Menestrina AL, Machado SA, da Rocha RX, Bragança JFM. Reutilização de um dispositivo intravaginal com progesterona na indução e sincronização do estro ovino. *RPCV* 2013;(108):143-146.
10. Biehl MV, Ferraz JMVC, Barroso JPR, Susin I, Ferreira EM, Polizel DM, Pires AV. The reused progesterone device has the same effect on short or long estrus synchronization protocols in tropical sheep. *Trop Anim Health Prod* 2019;(51):1545-1549.
11. Vilariño M, Rubianes E, Menchaca A. Ovarian responses and pregnancy rate with previously used intravaginal progesterone releasing devices for fixed-time artificial insemination in sheep. *Theriogenology* 2013;(79):206-310.
12. Silva T, Rocha JF, Machado S, Rocha R, Bennemann PE, Bragança JF. A reutilização de um dispositivo intravaginal (CIDR-G) nas manifestações de estro e prenhez da espécie ovina. *Encicl Biosf* 2014;10(18):40-45.
13. López-García S, Sánchez-Torres MT, Cordero-Mora JL, Figueroa-Velasco JL, Martínez-Aispuro JA, García-Cué JL, Martínez-Cruz I, *et al.* Estrous synchronization in sheep with reused progesterone devices and eCG. *Rev Bras Zoot* 2021;(50):e20200176.

14. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 5ª ed. Instituto de Geografía. UNAM. México; 2004.
15. Ley Federal de Sanidad Animal. Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de mayo de 2012.
16. Norma Oficial Mexicana. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. Ochoa MLI ed. Diario Oficial de la Federación, México (AS), México. NOM-062-ZOO-1999.
17. SAS. Statistical Analysis System. SAS Institute Incorporation. Cary, NC, USA. 2010.
18. Nakafeero A, Hassen A, Lehloenya KC. Investigation of ram effect and eCG usage in progesterone based oestrous synchronization protocols on fertility of ewes following fixed time artificial insemination. *Small Ruminant Res* 2020;(183):10603.
19. Wildeus S. Current concepts in synchronization of estrus: sheep and goats. *J Anim Sci* 2000;(77):1-14.
20. Atli MO, Akbalık ME, Kose M, Alak I, Atli Z, Hitit M. Expression pattern and cellular localization of two critical non-nuclear progesterone receptors in the ovine corpus luteum during the estrous cycle and early pregnancy. *Anim Reprod Sci* 2022;(243):107026.
21. Casida LE, Warwick EJ. The necessity of the corpus luteum for maintenance of pregnancy in the ewe. *J Anim Sci* 1945;(4):34-46.
22. Bragança JFM, Oliveira Drissen R, Abreu Machado S, Bennemann PE, Rocha RX. Efficacy of the re-utilization of an ear implant impregnated with progestogen in estrus synchronization response and pregnancy in sheep. *Trop Anim Health Prod* 2019;(51):1763-1765.
23. Silva Lombardo HN, Santos Monteiro CA, Delgado, KF, Pinna AE, Vasconcelos COP, Garcia-Nogueira LA, Brandão FZ, Balaro MFA. Hormonal protocols for the synchronization and induction of synchronized estrus in dairy ewes kept under tropical conditions. *Acta Scient Vet* 2020;(48):1751.