

La duración del tratamiento con esponjas intravaginales impregnadas con progestágeno influye en la eficiencia reproductiva de ovejas Corriedale y Merino

Raquel Pérez Clariget¹ ✉  Carlos López Mazz ✉ María Belén López Pérez² ✉  Álvaro López Pérez ✉

Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía,
Universidad de la República, Garzón 780, Montevideo, Uruguay

The length of treatment with progestagen impregnated intravaginal sponges influences the reproductive performance in Corriedale and Merino ewes

Abstract. The aim of this study was to compare during the breeding season the effect of 12 or 14 days of treatment with intravaginal sponges (IVS) containing Medroxyprogesterone Acetate (50 mg) on the reproductive performance of Corriedale and Australian Merino (Merino) ewes. Multiparous ewes were used under 2x2 factorial design. The IVS were removed at 12 days (Group IVS12d; n = 224; Corriedale: 110; Merino: 114), or 14 days (Group IVS14d; n = 187; Corriedale: 100; Merino: 87). Estrus was detected during 5 consecutive days (7:30 AM and 6:00 PM) after IVS withdrawal using 10 % of adult vasectomized rams with prior experience. The ewes were submitted to cervical insemination (AI) with fresh semen (approximately 150 million of spermatozoa in 0.05 mL) obtained from rams of the same breed, 12 and 24 h after estrus was detected. Pregnancy and number of fetuses were diagnosed with ultrasound 45 days after AI. The longer permanence of the IVS increased, independently of the breed, the percentage of estrus (IVS14d: 94.7 % vs. IVS12d: 82.6 %; P = 0.0003), decreased the interval IVS – estrus (IVS14d: 48.8 ± 1.3 h vs. IVS12d: 58.8 ± 1.3 h; P < 0.0001), and increased the global pregnancy rate (IVS14d: 72.7 % vs. IVS12d: 60.7 %, pregnant ewes/treated ewes; P = 0.01), without affecting the conception rate or the prolificacy. The fecundity was affected by the breed (Corriedale: 0.8 vs. Merino: 0.6, fetus/treated ewes; P = 0.04). We concluded that 14 days of treatment with IVS during the breeding season increased and concentrated the estrus presentation without affecting conception rate. As a result, as AI was used associated with estrus detection, the fertility improved. Corriedale ewes had greater fecundity than Merino ewes, independently of the length of hormonal treatment.

Key words: sheep, estrus synchronization, fertility, prolificacy

Resumen. El objetivo del presente estudio fue comparar durante la estación reproductiva el efecto de la aplicación durante 12 o 14 días de un tratamiento con esponjas intravaginales (EIV) impregnadas con Acetato de Medroxiprogesterona (50 mg) sobre la eficiencia reproductiva de la inseminación artificial (IA) en ovejas Corriedale y Merino Australiano (Merino). Se utilizaron ovejas multíparas de la raza Corriedale y Merino en un diseño factorial 2x2. Las EIV fueron retiradas a los 12 días (Grupo EIV12d; n = 224; Corriedale: 110; Merino: 114) o 14 días (Grupo EIV14d; n = 187; Corriedale: 100; Merino: 87). Se detectó celos durante 5 días seguidos (7:30 y 18:00) después del retiro de las EIV. Se utilizaron 10 % de carneros vasectomizados adultos y con experiencia previa. Las ovejas fueron inseminadas por vía cervical con semen fresco (aproximadamente 150 millones de espermatozoides en 0.05 mL) de carneros de la misma raza a las 12 y 24 h de ser identificadas en celo. Se diagnosticó la preñez y la carga fetal por ultrasonografía 45 días pos inseminación artificial (IA). La mayor permanencia de la EIV, independientemente de la raza, incrementó la presentación de celos (EIV14d: 94.7 % vs. EIV12d: 82.6 %; P = 0.0003), disminuyó el intervalo retiro de EIV – celo (EIV14d: 48.8 ± 1.3 h vs. EIV12d: 58.8 ± 1.3 h; P < 0.0001) y aumentó la tasa de preñez global (EIV14d: 72.7 % vs. EIV12d: 60.7 %, ovejas preñadas/ovejas tratadas; P = 0.01), sin afectar la tasa de concepción o la prolificidad. La fecundidad fue influida por la raza (Corriedale: 0.8 vs Merino: 0.6, fetos/ovejas tratadas; P = 0.04). Se concluye que 14 días de tratamiento con EIV durante la estación reproductiva mejoró y concentró la presentación de celos, sin afectar la tasa de concepción. Como resultado, al utilizar IA asociada a detección de celos, EIV14d aumentó la fertilidad. Las ovejas Corriedale presentaron mejor fecundidad que las ovejas Merino, independientemente del largo del tratamiento hormonal.

Palabras claves: ovinos, sincronización de celos, fertilidad, prolificidad

Recibido: 2020-11-12. Aceptado: 2021-02-01.

¹ Autor para la correspondencia: raquelperezclariget@gmail.com

² Departamento de Ciencias Sociales, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Alberto Lasplacas 1620, Montevideo, Uruguay.

Materials and Methods

La sincronización de celos en ovinos agrupa el periodo de servicio, por lo que disminuye la variabilidad de la edad de preñez del rebaño y concentra los partos. Ello permite una utilización más eficiente de los recursos humanos, físicos y forrajeros, además de facilitar el uso de la inseminación artificial (IA) y de suplementos nutricionales en momentos estratégicos como los descritos por Martin et al. (2004). La utilización de esponjas intravaginales (EIV) conteniendo acetato de medroxiprogesterona (MAP) es una estrategia reproductiva frecuentemente utilizada para sincronizar celos en ovinos (Yu et al., 2018; Gonzalez-Bulnes et al., 2020). Durante el anestro estacional o cuando se utiliza inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) se asocia a la gonadotropina coriónica equina (eCG), sin embargo, esta no es necesaria durante la estación reproductiva o cuando se realiza IA con detección de celos (Gonzalez-Bulnes et al., 2020, Menchaca et al., 2017). Se han desarrollado alternativas para disminuir el tiempo en que las EIV permanecen en la hembra (protocolos cortos; Menchaca et al., 2017) pero esto requiere de la asociación con otras hormonas como la eCG y la prostaglandina F₂ alfa. En los llamados tratamientos largos, las EIV permanecen durante 12 a 14 días simulando una fase luteal normal durante la cual se inhibe la manifestación del celo y la ovulación, pero no se interfiere con la luteólisis natural (Abecia et al., 2012). Cuando la EIV se retira, la concentración del progestágeno disminuye y el celo se produce entre 24 a 72 h posteriores en el 75 a 100 % de las ovejas tratadas (Oyediji et al., 1990; Simonetti et al., 2000). La literatura sobre sincronización de celos en ovinos es abundante, sin embargo, la información disponible en ovejas cíclicas utilizando EIV sin asociación con otras hormonas durante 12 [Romano et al., 2000 (60 mg de

MAP); Viñoles et al., 2001 (60 mg de MAP)] o 14 días [Deweese et al., 1970 (40 o 60 mg de MAP); Rhodes y Nathanielsz, 1988 (366 mg de progesterona); Oyediji et al., 1990 (60 mg de MAP); Simonetti et al., 2000 (40, 50 y 60 mg de MAP) es menos abundante, y la que compara resultados reproductivos entre tratamientos de 12 o 14 días es escasa o nula.

Por otra parte, entre los factores que influyen en los resultados de la sincronización de celos se menciona la raza (Wildevus, 1999). La literatura sobre el efecto de la raza en la respuesta a protocolos hormonales para la sincronización de celos es limitada y no concluyente. Se han reportado diferentes respuestas a la presentación de celos en ovejas de razas locales en Irán (Moeni et al., 2007), así como, diferentes intervalos retiro de EIV – celo en ovejas Awassi y Red Karaman (Emsen y Yaprak; 2006) y mejor eficiencia reproductiva en ovejas Romney que en Merino (Scales, 1967). Sin embargo, Romano et al. (2000) no observaron diferencias entre ovejas Suffolk, Hampshire y Polipay.

Por tanto, las hipótesis que se plantean en el presente estudio fueron a) La eficiencia reproductiva de ovejas con celo sincronizado durante la estación reproductiva difiere si se usa EIV durante 12 o 14 días. b) La eficiencia reproductiva de ovejas Corriedale y Merino a la sincronización de celos con EIV durante la estación reproductiva no difiere. El objetivo del presente trabajo fue comparar el efecto de la aplicación durante 12 o 14 días de un tratamiento con esponjas intravaginales con progestágeno sobre la eficiencia reproductiva de la inseminación artificial en ovejas Corriedale y Merino Australiano durante la estación reproductiva.

Materiales y Métodos

Localización, animales y diseño experimental

El trabajo se realizó en la Estación Experimental Bernardo Rosengurt (Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay; (32 °S, 54 °O); siguiendo la normativa de la Comisión Honoraria de Experimentación Animal (CHEA) de la Universidad de la República, Uruguay. Se utilizaron en total 411 ovejas multíparas, de las razas Corriedale (n = 210; peso: 42.4 ± 4.2 kg; media ± DE) y Merino (n = 201; peso: 38.6 ± 4.0 kg), siendo las principales razas ovinas de la región. Durante la estación reproductiva (abril, otoño en el hemisferio sur), sin conocer el día del ciclo en que se encontraban, las ovejas de cada raza fueron asignadas al azar a dos grupos experimentales que

fueron balanceados por el peso de las ovejas. Todas las ovejas fueron tratadas con esponjas intravaginales (EIV) conteniendo 50 mg de MAP (Sincrovin, Laboratorio Santa Elena, Montevideo, Uruguay), pero la duración del tratamiento fue diferente: a) Grupo EIV12d (n = 224; Corriedale: 110; Merino: 114); las EIV fueron retiradas 12 días después de su inserción; y b) Grupo EIV14d (n = 187; Corriedale: 100; Merino: 87); las EIV fueron retiradas 14 días después de la inserción. Las EIV fueron introducidas en la mañana (8:00 h), previo espolvoreo de las mismas con penicilina y dihidroestreptomomicina (Multicilina Retard Fuerte B, Laboratorio Dispert, Montevideo, Uruguay), con dos días de diferencia, de esa manera todas las EIV de ambos tratamientos se retiraron en la mañana

(8 AM) del mismo día. El celo se detectó dos veces por día a las 7:30 y 18:00 h durante los 5 días posteriores al retiro de las EIV utilizando 10 % de carneros vasectomizados de la raza Corriedale pintados en el pecho con pintura para lanas (Pintura Ecopaint, Agroventas, Uruguay), la pintura era controlada dos veces por día. Estos machos habían sido previamente evaluados y confirmada la ausencia de espermatozoides en el líquido seminal extraído utilizando vagina artificial.

Las ovejas marcadas se consideraron en celo y fueron inseminadas por vía cervical (López-Pérez y Pérez-Clariget, 2012) a las 12 y 24 h de haber sido identificadas. Se utilizó semen sin diluir, obtenido de carneros de su misma raza. Se utilizaron en total 12 carneros (6 Corriedale y 6 MA) que habían sido evaluados andrológicamente 50 días previos al comienzo de la IA. El semen fue obtenido utilizando vagina artificial y se evaluó el volumen, color y motilidad de masa de cada eyaculado. Se utilizaron solo eyaculados con 0.5 mL o más de volumen y 80 % de motilidad de masa. Cada oveja fue inseminada con aproximadamente 150 millones de espermatozoides y un volumen de 0.05mL. Por ultrasonografía transabdominal se diagnosticó la preñez y el número de fetos a los 45 días después de la IA.

Durante todo el experimento las ovejas pastorearon en condiciones extensivas sobre campo natural (las especies predominantes eran *Stipa*, *Paspalum*, *Bromus*, *Coelorachis*, *Piptochaetium*, *Cynodon*, *Cardus*, *Bothriochloa*, y *Andropogon*) como un solo grupo y con libre acceso al agua.

Medidas de comportamiento reproductivo

Para facilitar la interpretación de los resultados las variables de respuesta fueron clasificadas en: a) Respuesta a la sincronización: Se estimó el porcentaje

Respuesta a la sincronización

No se encontró interacción entre la duración del tratamiento de sincronización de celos y la raza para ninguna de las variables estudiadas.

La presentación de celos fue afectada por la duración del tratamiento con las EIV ($P = 0.0003$; Tabla 1), y se encontró una tendencia a que una mayor proporción de ovejas Corriedale presentaran celo, comparadas con las Merino [Corriedale: 91.9 % (193/210) vs Merino 84.1 % (169/201); $P = 0.069$]. También el intervalo

de presentación de celos (ovejas en celo/ovejas tratadas x 100), la distribución de celos (ovejas en celo por día y celos acumulados por día), el intervalo desde el retiro de la EIV al momento en que el celo fue detectado (intervalo EIV – celo) expresado en horas, y la prolificidad expresada como el número de fetos/ovejas preñadas. b) Respuesta a la IA: Se estimó el no retorno al celo (NRC) a los 21 días (ovejas inseminadas que no manifestaron celo hasta los 21 días pos-IA/ovejas inseminadas x 100), y la tasa de concepción (ovejas preñadas/ovejas inseminadas x 100). El porcentaje de pérdidas reproductivas fue definido como la diferencia entre los valores absolutos del NRC y la tasa de concepción ($\text{NRC} - \text{tasa de concepción} / \text{NRC} \times 100$) cita de la definición de pérdidas reproductivas. c) Respuesta reproductiva global al tratamiento: para tener indicadores que expresaran resultados globales del tratamiento se estimó la tasa de preñez global (ovejas preñadas/ovejas tratadas x 100) y la fecundidad (fetos obtenidos/ovejas tratadas).

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con el programa estadístico SAS como un diseño factorial 2 x 2 utilizando modelos generalizados (procedimiento GENMOD) especificando la distribución binomial y la transformación logit de los datos. El modelo incluyó la duración del tratamiento (12 días vs 14 días), la raza (Corriedale vs Merino) y la interacción entre ambos factores. El intervalo desde el retiro de la EIV a la identificación de la oveja en celo fue analizado utilizando el procedimiento MIXED con el tratamiento, la raza y la interacción entre ambas variables como efecto fijo y la oveja como efecto aleatorio. También se hicieron análisis utilizando el peso como covariable. Los efectos fueron considerados estadísticamente significativos cuando $P < 0.05$ y se consideró tendencia estadística cuando $0.05 < P < 0.1$.

Resultados

retiro de EIV – celo fue influido por la duración del tratamiento ($P < 0.0001$; Tabla 1), pero no se observó efecto de la raza ($P = 0.3$). La distribución en la presentación diaria de los celos y el porcentaje acumulado de celos diarios se presentan en las Figuras 1 y 2, respectivamente.

La prolificidad no fue afectada por la duración del tratamiento, pero las ovejas Corriedale tendieron a presentar mayor prolificidad que las Merino [Corriedale: 1.14 ± 0.03 (168/148) vs Merino: 1.07 ± 0.03 (133/124); $P = 0.08$].

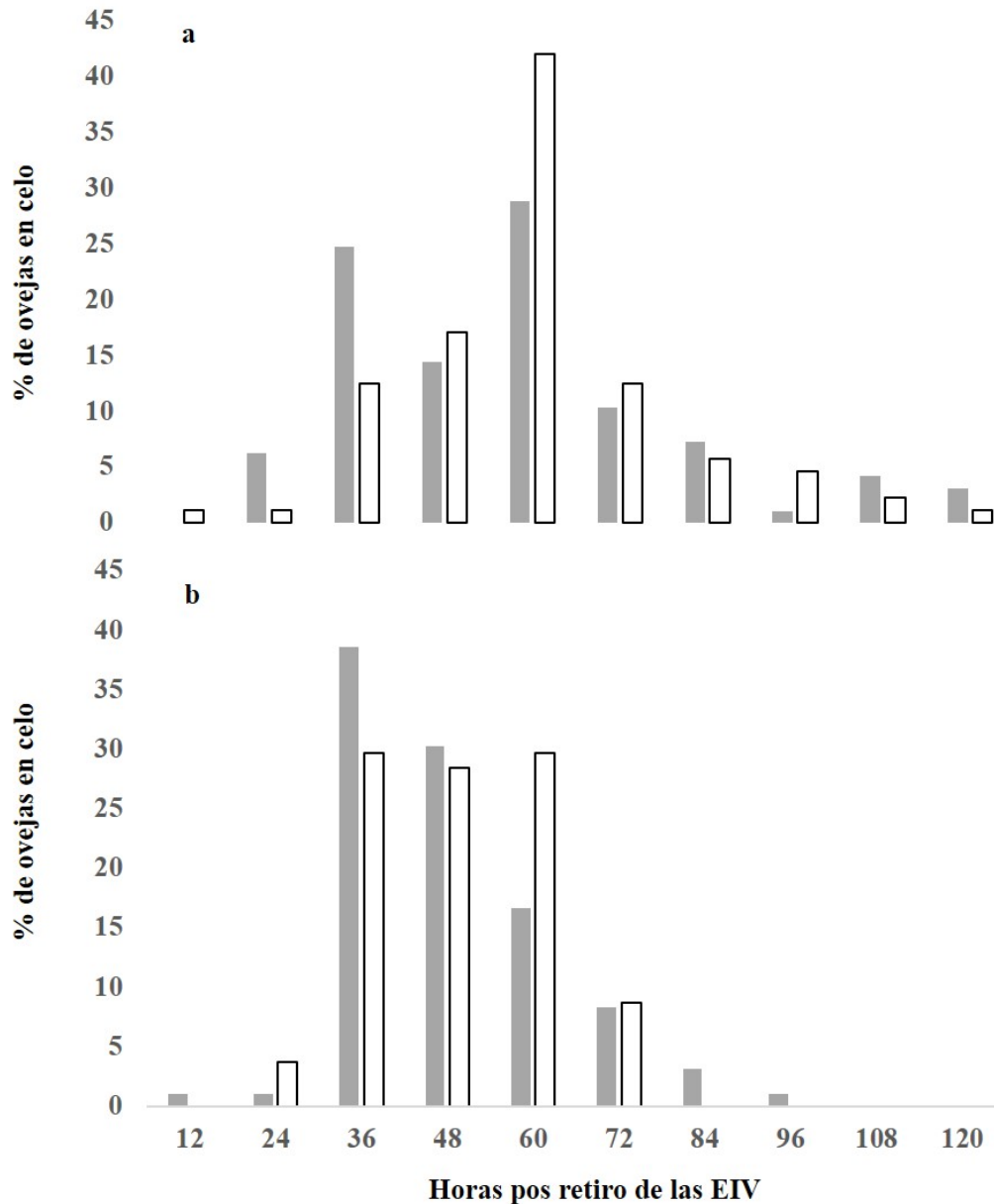


Figura 1. Distribución porcentual de la presentación de los celos en ovejas Corriedale (color gris) y Merino Australiano (color blanco) tratadas con esponjas intravaginales conteniendo 50 mg medroxiprogesterona durante 12 días (gráfica a) o 14 días (gráfica b).

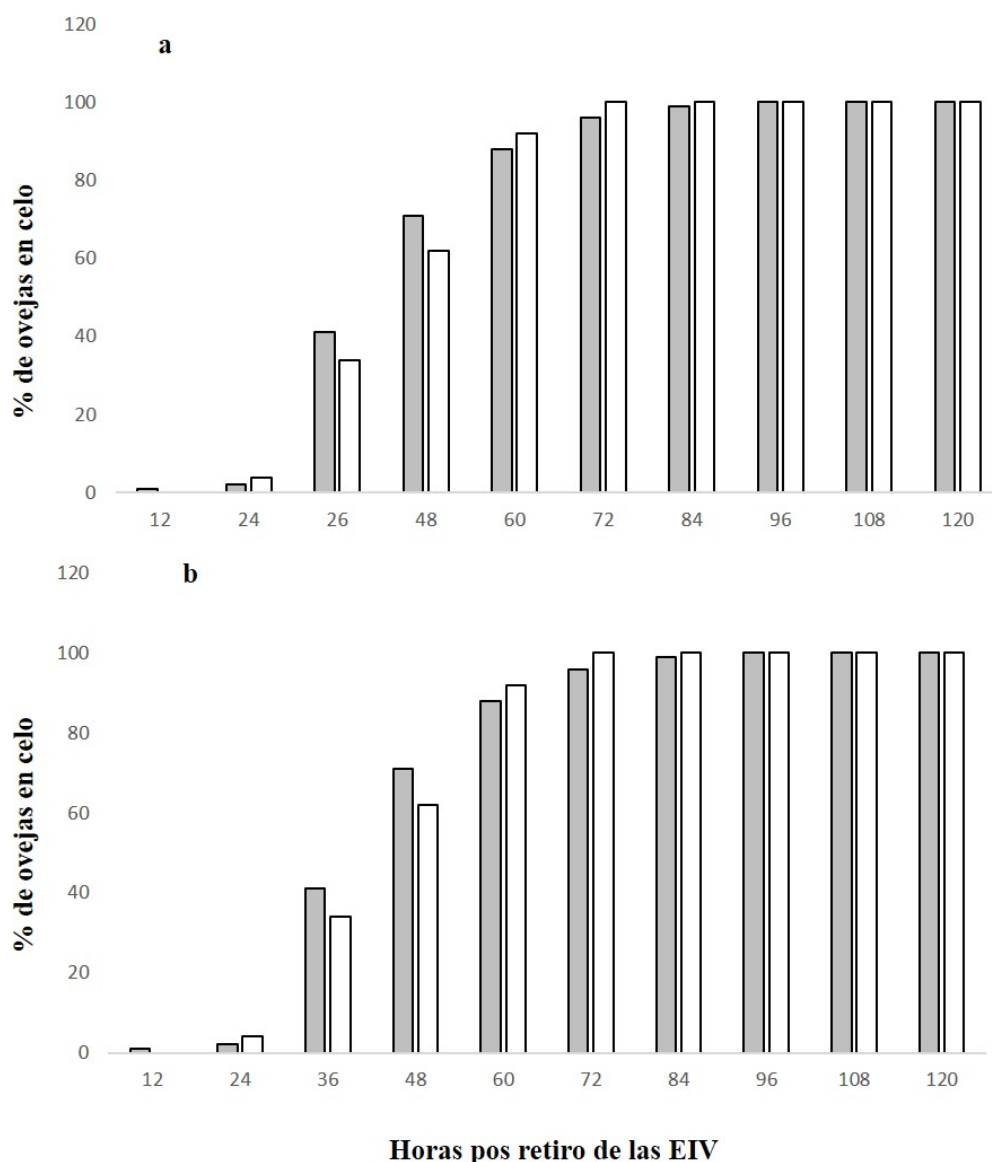
El NRC, la tasa de concepción y el porcentaje de pérdidas no fueron afectadas por los tratamientos hormonales (Tabla 1) o la raza. El retorno al celo en el grupo EIV12d ocurrió durante un periodo de 9 días, mientras que en el grupo EIV14d durante 5 días.

Respuesta reproductiva global

La fertilidad fue afectada por la duración del tratamiento hormonal ($P = 0.01$; Cuadro 1) y se encontró una tendencia a que más ovejas tratadas Corriedale que Merino quedaran preñadas [Corriedale: 70.5 % (148/210) vs Merino: 61.7 %

(124/201); $P = 0.07$]. La fecundidad tendió a ser afectada por la duración del tratamiento ($P = 0.059$; Cuadro 1), y las ovejas Corriedale tuvieron mayor cantidad de fetos por oveja tratada que las Merino [Corriedale: 0.8 corderos (168/210) vs Merino: 0.6 corderos (133/201); $P = 0.04$].

Por último, las ovejas Corriedale fueron más pesadas que las Merino ($P < 0.0001$), pero el peso no fue diferente entre los grupos EIV12d y EIV14d, y no se encontró interacción tratamiento y raza. Cuando se utilizó el peso como covariable esta no resultó significativa en ninguna de las variables estudiadas.



Horas pos retiro de las EIV

Figura 2. Distribución porcentual acumulada de la manifestación de celo en ovejas Corriedale (color gris) y Merino Australiano (color blanco) tratadas con esponjas intravaginales conteniendo 50 mg medroxiprogesterona durante 12 días (gráfica a) o 14 días (gráfica b)

Cuadro 1. Presentación de celos, intervalo retiro de EIV – celo (Intervalo), no retorno al celo (NRC), tasa de concepción (Concepción), pérdidas embrionarias (Pérdidas), tasa de preñez global (Preñez), prolificidad, fecundidad de ovejas Corriedale y Merino Australiano (Merino) durante 12 (EIV12d) o 14 (EIV14d) días con esponjas intravaginales conteniendo 50 mg de medroxiprogesterona durante la estación reproductiva.

	EIV12d			EIV14d			Valor P	
	Corriedale	Merino	Total	Corriedale	Merino	Total	Trat*	Raza
Nº ovejas	110	114	224	100	87	187		
Celo (%)	88.2 (97)	77.1 (88)	82.6 (185)	96.0 (96)	93.1 (81)	94.7 (177)	0.003	0.07
Intervalo (h)	57.3 ± 2.3	60.27 ± 2.0	58.8 ± 1.3	48.4 ± 1.5	49.2 ± 1.4	48.8 ± 1.3	< 0.0001	ns
NRC (%)	80.4 (78)	76.1 (67)	78.4 (145)	83.3 (80)	79.0 (64)	81.4 (144)	ns	ns
Concepción (%)	75.3 (73)	71.5 (63)	73.5 (136)	78.1 (75)	75.3 (61)	76.8 (136)	ns	ns
Pérdidas (%)	6.4 (5)	6.0 (4)	6.2 (9)	6.3 (5)	4.7 (3)	5.6 (8)	ns	ns
Preñez (%)	63.4 (73)	55.3 (63)	60.7 (136)	75.0 (75)	70.1 (61)	72.7 (136)	0.01	0.07
Prolificidad	1.16 ± 0.04	1.10 ± 0.04	1.13 ± 0.03	1.10 ± 0.04	1.05 ± 0.04	1.08 ± 0.03	ns	0.08
Fecundidad	0.77	0.61	0.69	0.83	0.74	0.77	0.059	0.04

Entre paréntesis el número de ovejas

*Trat = tratamiento

Efecto de la interacción tratamiento hormonal y raza: no significativo (P > 0.1) para todas las variables.



Discusión

El tratamiento con EIV durante 14 d no solo indujo mayor proporción de ovejas en celo sino también la ocurrencia más temprana y concentrada de celos con respecto a las tratadas durante 12 días. Como consecuencia, un porcentaje mayor de ovejas del grupo EIV14d que del EIV12d fueron inseminadas, y como la tasa de concepción no fue diferente entre grupos, la preñez global del grupo EIV14d fue mayor que la del grupo EIV12d.

Se ha reportado mayor proporción de ovejas en celo (Viñoles et al., 2001; Ustuner et al., 2007) y menor intervalo retiro de EIV – celo (Ustuner et al., 2007; Blaschi et al., 2014) cuando se utilizan tratamientos largos (12-14 días) que cortos (5-9 días). Es conocido que la regresión del cuerpo lúteo (CL) en la oveja se produce entre el día 13 y 15 pos ovulación; al retirar antes los dispositivos y cesar el aporte de progestina una proporción importante de ovejas presenta un CL funcional que retarda la aparición del celo (Viñoles et al., 2001). La búsqueda de literatura publicada sobre el tema no arrojó estudios que compararan la ocurrencia de celos utilizando 12 y 14 días de tratamientos con EIV. Considerando que las EIV fueron colocadas sin conocer la etapa del ciclo estral en que se encontraban las ovejas, es probable que al momento de hacerlo había hembras en fase luteal muy temprana y al retirar las EIV 12 días después aún no habrían completado la luteólisis aumentando el periodo de manifestación.

La tasa de concepción no fue afectada por el tratamiento, sugiriendo que el efecto del retiro anticipado de las EIV ocurrió sobre la presentación del celo y no sobre la fertilidad. Sin embargo, cuando se toma en cuenta las ovejas sometidas al tratamiento y no solo las inseminadas, una mayor proporción de ovejas del grupo EIV14d quedaron preñadas en comparación con las del grupo EIV12d. La diferencia entre el porcentaje de celos (EIV14d: 94 % vs EIV12d: 82.6 %) explicaría la diferencia entre el porcentaje de preñez global (EIV14d: 72.7 % vs EIV12d: 60.7 %), lo que remarca la importancia de la presentación de celos cuando la IA se realiza asociada a la detección del mismo.

Contrariamente a lo que se esperaba, la raza influyó los resultados. En efecto, la fecundidad fue mayor en las ovejas Corriedale que en las Merino. Este resultado

es explicado, al menos parcialmente, porque las ovejas Merino tendieron a presentar menor porcentaje de celos y prolificidad que las Corriedale. Existen reportes de diferente comportamiento a la sincronización de celos según la raza. Moeni et al. (2007) en Irán, compararon dispositivos intravaginales de acetato de fluorogestona (FGA) o progesterona durante 13 días y observaron mayor proporción de ovejas Lori en celo que Sanjabi. Sin embargo, ambas razas no fueron comparadas en las mismas condiciones; cada grupo racial correspondía a un establecimiento diferente. Emsen y Yaprak (2006) en Turquía, no reportaron diferencias en la presentación de celo entre ovejas Awassi y Red Karaman tratadas con EIV de FGA durante 14 días más 500 UI de eCG al momento de retirarlas, pero las primeras tuvieron un intervalo retiro de EIV – celo más largo que las segundas. No observaron diferencias en el porcentaje de parición, pero las ovejas Awassi tuvieron una mayor prolificidad que las Red Karaman. De acuerdo a los autores, las Awassi son más prolíficas y por ello respondieron mejor a la eCG que las Red Karaman. Por su parte, Romano et al. (2000) en EEUU no observaron diferencias cuando sincronizaron celo con EIV durante 12 días a ovejas Suffolk, Hampshire y Cara Blanca (Polypay y sus cruza). Mientras que, en Nueva Zelanda, Scales (1967) utilizó progesterona oleosa día por medio durante 16 días para sincronizar celos y reportó que ovejas Romney tuvieron mejor desempeño reproductivo que las ovejas Merino, mientras que las Corriedale presentaron valores intermedios y no diferentes a de las Merino. Sin embargo, el número de animales utilizados no fue muy grande (Romney, 18; Corriedale, 20; Merino, 25). En nuestro trabajo, las ovejas Corriedale eran más pesadas que las MA, sin embargo, cuando se incluyó el peso como covariable en los modelos esta no fue significativa y los resultados no se modificaron. Por lo que, difícilmente el peso pueda explicar la diferencia entre razas. Por otra parte, la prolificidad observada en el presente trabajo está dentro de la reportada por otros investigadores para ambas razas en similares condiciones (Corriedale: Romano et al., 1997; Viñoles et al., 2009; Merino: Gonzalez et al., 1997).

Conclusión

El uso de EIV para sincronizar celos en ovejas en la estación reproductiva durante 14 días en vez de 12 aumentó y concentró la presentación de celos, acortó el intervalo entre retiro de la EIV y el celo sin afectar la

tasa de concepción. Como resultado, al utilizar IA asociada a la detección de celos, EIV14d mejoró la preñez global. La raza Corriedale, independientemente del tratamiento hormonal,

presentó mayor fecundidad que las ovejas de la raza Merino.

Conflicto de intereses. Los/as autores/as declaran no tener conflicto de interés.

Agradecimientos y fuente de financiación

Los autores agradecen a la dirección y personal de la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt de la

Facultad de Agronomía, Udelar. La financiación fue aportada por CISC, Udelar.

Literatura Citada

- Abecia, J. A., F. Forcada, A. Gonzalez-Bulnes. 2012. Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Anim. Reprod. Sci.*, 230 (4-5): 173-179. doi: 10.1016/j.anireprosci.2012.01.011
- Blaschi, W., P. A. Lunardelli, L. S. R. Marinho, M. C. Max, G. M. S. Santos, K. C. Silva-Santos, F. A. Melo-Sterza, H. Baldassarre, T. R. Rigo, M. M. Seneda. 2014. Effects of progestagen exposure duration on estrus synchronization and conception rates of crossbreed ewes undergoing fixed time artificial insemination. *J. Vet. Sci.*, 15(3): 433-437. doi: 10.4142/jvs.2014.15.3.433
- Deweese, W. P., H. A. Glimp, R. H. Dutt. 1970. Comparison of Medroxyprogesterone Acetate Orally and in Vaginal Sponges for Synchronizing Estrus in Ewes. *J. Anim. Sci.*, 31(2): 394-397. doi: 10.2527/jas1970.312394x
- Emsen, E., M. Yaprak. 2006. Effect of controlled breeding on the fertility of Awassi and Red Karaman ewes and the performance of the offspring. *Small Rumin. Res.*, 66: 230-235. doi: /10.1016/j.smallrumres.2005.09.022
- Gonzalez, R., D. Labuonora, A. Russel. 1997. The effects of ewe live weight and body condition score around mating on production from four sheep breeds in extensive grazing systems in Uruguay. *Anim. Sci.*, 64(1): 139-145. doi: 10.1017/S1357729800015642
- Gonzalez-Bulnes, A., A. Menchaca, G. B. Martin, P. Martinez-Ros. 2020. Seventy years of progestagen treatments for management of the sheep oestrous cycle: where we are and where we should go. *Reprod. Fert. Dev.*, 32: 441-452. doi:10.1071/RD18477
- López-Pérez A., R. Pérez-Clariget. 2012. Ram seminal plasma improves pregnancy rates in ewes cervically inseminated with ram semen stored at 5 °C for 24 hours. *Theriogenology*, 77: 395-399. doi: 10.1016/j.theriogenology.2011.08.013.
- Martin G. B., J. T. B. Milton, R. H. Davidson, G. E. Bancharo Hunzicker, D. R. Lindsay, D. Blache. 2004. Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Anim. Reprod. Sci.*, 82-83: 231-246. doi: 10.1016/j.anireprosci.2004.05.014
- Menchaca, A., P. C. dos Santos Neto, F. Cuadro. 2017. Estrous synchronization treatments in sheep: Brief update. *Rev. Bras. Reprod. Anim.* 41: 340-344. [http://cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v41/n1/p340-344%20\(%20RB647\).pdf](http://cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v41/n1/p340-344%20(%20RB647).pdf)
- Moeni, M. M., A. A. Moghaddam, A. Bahirale, H. Hajarian. 2007. Effects of Breed and Progestin Source on Estrus Synchronization and Rates of Fertility and Fecundity in Iranian Sanjabi and Lori Ewes. *Pakistan J. Biol. Sci.*, 10 (21):3801-3807. doi: 10.3923/pjbs.2007.3801.3807
- Oyediji, G. O., M. O. Akusu, G. N. Egbunike. 1990. Comparative studies on the effectiveness of sill-estrus implants, Veramix sheep sponges and prostaglandin in synchronizing estrus in West African dwarf sheep. *Theriogenology* 34 (3): 613-618. doi: 10.1016/0093-691x(90)90016-m
- Rhodes, L., P. W. Nathanielsz. 1988. Comparison of a controlled internal drug release device containing progesterone with intravaginal medroxyprogesterone sponges for estrus synchronization in ewes. *Theriogenology* 30(4): 831-836. doi:10.1016/0093-691X(88)90317-2
- Romano, J. E., C. J. Christians, B. G. Crabo. 2000. Continuous presence of rams hastens the onset of estrus in ewes synchronized during the breeding season. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 66: 65-70. doi: 10.1016/S0168-1591(99)00076-3
- Romano, J. E., E. Rodas, A. Ferreira, I. Lago, A. Benech. 1997. Effects of progestagen, PMSG and artificial insemination times on fertility and prolificacy in Corriedale ewes. *Small Rumin. Res.*, 23: 157-162. doi:10.1016/S0921-4488(96)00904-2
- Scales, G. H. 1967. Fertility following synchronization of oestrus in Romney, Corriedale and Merino ewes. *N. Z. Vet. J.*, 15(10): 175-177. doi: 10.1080/00480169.1967.33720
- Simonetti, L., M. R. Blanco, J. C. Gardón. 2000. Estrus synchronization in ewes treated with sponges impregnated with different doses of medroxyprogesterone acetate. *Small Rumin. Res.*, 38: 243±247. doi: 10.1016/S0921-4488(00)00160-7

- Ustuner, B., U. Gunay, Z. Nur, H. Ustuner. 2007. Effects of Long and Short-Term Progestagen Treatments Combined with PMSG on Oestrus Synchronization and Fertility in Awassi Ewes during the Breeding Season. *Acta Vet. Brno*, 76: 391-397. doi: 10.2754/avb200776030391
- Viñoles, C., A. Meikle, G. B. Martin. 2009. Short-term nutritional treatments grazing legumes or feeding concentrates increase prolificacy in Corriedale ewes. *Anim. Reprod. Sci.*, 113(1-4): 82-92. doi: 10.1016/j.anireprosci.2008.05.079
- Viñoles, C., M. Forsberg, G. Banchemo, E. Rubianes. 2001. Effect of long-term and short-term progestagen treatment on follicular development and pregnancy rate in cyclic ewes. *Theiogenology*, 55: 993-1004. doi: 10.1016/s0093-691x(01)00460-5
- Wildevus, S. 1999. Current concepts in synchronization of estrus: sheep and goats. *J. Anim. Sci.*, 39(E-Suppl): 1-14. doi: 10.2527/jas2000.00218812007700ES0040x
- Yu, X. J., J. Wang, Y. Y. Bai. 2018. Estrous synchronization in ewes: The use of progestogens and prostaglandins. *Acta Agric. Scand. A. Anim. Sci.*, 68(4): 219-230. doi: 10.1080/09064702.2019.1674373