

## LA OFERTA FORRAJERA OTOÑAL MEJORA EL DESEMPEÑO REPRODUCTIVO EN OVEJAS

*Autumn forage allowance improves reproductive performance in sheep*

**Pérez-Clariget, R.<sup>1</sup>, Abud, M.J. y López-Pérez, A.**

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

### RESUMEN

La oferta de forraje (OF) otoñal del campo natural podría influir el desempeño reproductivo de ovejas sometidas a diferentes protocolos hormonales para sincronizar el celo, sin embargo, la información disponible es escasa. Con el objetivo de comparar el efecto de dos OF de campo natural (tratamiento nutricional) en ovejas con celos sincronizado con diferentes protocolos (tratamiento hormonal) sobre el desempeño reproductivo, se utilizaron 335 ovejas Corriedale, multíparas, en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Las OF comparadas fueron: alta (AOF): 10 kg MS/100 kg peso vivo (PV)/día, o baja (BOF): 5 kg MS/100 kg PV/día, desde 23 días antes de la inseminación artificial (IA). Los tratamientos hormonales comparados fueron: esponjas intravaginales impregnadas con acetato de medroxiprogesterona + 500 UI de gonadotropina coriónica equina (EIV+eCG), y dos dosis de prostaglandinas (PG) separadas por 8 días (PG8) o por 10 (PG10). El peso y la condición corporal a la IA fueron significativamente mayores en el grupo AOF que en BOF (51,0±0,1 kg y 2,87±0,01 vs 49,5±0,1 kg y 2,79±0,01). La OF influyó significativamente el porcentaje de gestaciones múltiples [AOF: 33,3% (27/81) vs BOF: 22,1% (15/68)]. La tasa de concepción y de preñez [EIV+eCG: 71,1% (54/76) y 63,5% (54/84); PG8: 36,8% (56/152) y 33,3% (56/168); PG10: 48,7% (38/780) y 46,9% (38/81), respectivamente] fueron significativamente mayores en EIV+500 que en PG8, los valores de PG10 fueron intermedios. El porcentaje de gestaciones múltiples fue significativamente mayor en EIV+eCG que en PG8 y PG10, sin diferencias entre estos últimos [EIV+eCG: 50,9% (28/55) vs PG8: 16,1% (9/56) y PG10: 13,2% (5/38)]. La interacción OF y tratamiento hormonal no afectó las variables estudiadas. Se concluyó que, independientemente del tratamiento hormonal utilizado, una mayor OF de campo natural en otoño aumenta sensiblemente el porcentaje de gestaciones múltiples sin afectar la tasa de concepción o de preñez.

**Palabras clave.** ovinos, campo natural, acetato de medroxiprogesterona, prostaglandina, gestaciones multiples.

### SUMMARY

Autumn forage allowance (FA) of natural grassland could influence reproductive performance of ewes submitted to different hormonal protocols for estrus synchronization, but there is few information. In order to compare the effect of two FA of natural grassland (nutritional treatment) in ewes submitted to three different protocols for estrus synchronization (hormonal treatment) on reproductive performance, 335 Corriedale multiparous ewes were used in a randomized block design with three repetitions. The FA compared were: high (HFA): 10 kg dry matter (DM)/100 kg live weight (LW)/day or low (LFA): 5 kg DM/100 kg LW/day, since 23 days before artificial insemination (AI). The hormonal treatments compared were: intravaginal sponges containing medroxyprogesterone acetate + 500 IU equine chorionic gonadotropin (EIV+eCG), and two doses of prostaglandins (PG) separated by 8 (PG8) or 10 days (PG10). Live weight and body condition score at AI were significantly higher in HFA group than LFA (51.0±0.1 kg and 2.87±0.01 vs. 49.5±0.1 kg and 2.79±0.01; P<0.05 for both variables). The FA significantly influenced the percentage of multiple pregnancies [HFA: 33.3% (27/81) vs. LFA: 22.1% (15/68)]. The conception and pregnancy rate [IVS+eCG: 71.1% (54/76) and 63.5% (54/84); PG8: 36.8% (56/152) and 33.3% (56/168); PG10: 48.7% (38/780) and 46.9% (38/81), respectively] were significantly higher in IVS+eCG than in PG8; the PG10 values were intermediate. The percentage of multiple pregnancies was significantly higher in IVS+eCG than in PG8 and PG10, with no differences between the latter [IVS+eCG: 50.9% (28/55); PG8: 16.1% (9/56) and PG10: 13.2% (5/38)]. The interaction between FA and hormonal protocol did not affect the variables studied. It was concluded that, regardless of the hormonal protocol used, a higher FA of natural grassland in autumn significantly increases the percentage of multiple pregnancies without affecting the conception or pregnancy rate.

**Key words.** sheep, natural grassland, medroxyprogesterone acetate, prostaglandin, multiple gestations.

Recibido: julio 2019

Aceptado: diciembre 2020

<sup>1</sup>Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Garzón 780, Montevideo, Uruguay. E-mail: raquelperezclariget@gmail.com

## Introducción

El nivel de alimentación puede influir en el porcentaje de ovejas que ovulan (Lozano et al, 2003), en la calidad del oocito (Abecia et al, 2006), en la tasa ovulatoria (TO) (Martin et al, 2004) y de fertilización (Fernández Abella y Formoso, 2007) y en las pérdidas reproductivas tempranas (Gunn y Doney, 1975). La TO aumenta a medida que se incrementa el nivel de proteína y energía de la dieta previo al servicio (efecto dinámico; Smith, 1988; Scaramuzzi et al., 2006). Si bien en la región hay información disponible del uso de suplementos (Banchemo y Quintans, 2005; Aguilar et al, 2009; Errandonea et al, 2018), de mejoramientos de campo natural (Viñoles et al, 2009) y de soluciones orales neoglucogénicas (Rodríguez Iglesias et al, 1996) para aumentar la TO y la prolificidad, la información disponible sobre el efecto de la oferta de forraje (OF: relación entre la disponibilidad de la pastura y la carga animal) de campo natural sobre la prolificidad es escasa. Sin embargo, es posible pensar que a mayor oferta de forraje la oveja pueda expresar mejor la selectividad característica de la especie, logrando una dieta mejor en términos de proteína y energía. Este incremento en los nutrientes obtenidos, permitiría aumentar la TO y la prolificidad, así como tener efectos benéficos sobre la tasa de concepción, ya sea aumentando la tasa de fertilización o disminuyendo las pérdidas embrionarias.

Por otra parte, la sincronización de celos facilita los programas de inseminación artificial (IA) y el uso más eficiente de los recursos forrajeros y de suplementaciones estratégicas. Los protocolos más frecuentemente utilizados en estación reproductiva se basan en la aplicación intravaginal de progestinas o doble dosis de prostaglandinas (Gonzalez Bulnes et al, 2020). Los resultados reproductivos son mejores cuando se usan tratamientos a base de progestina que cuando se utilizan dos dosis de PG separadas por un intervalo de 14 o menos días, (Olivera-Muzzante et al, 2011; Fierro y Olivera-Muzzante, 2017). Sin embargo, es creciente la preocupación, por el posible impacto ambiental y el efecto sobre el bienestar animal, que puede tener la utilización de dispositivos vaginales impregnados de progestinas (Gonzalez Bulnes et al, 2020). La utilización de dos dosis de PG es una alternativa de menor impacto ambiental y más cuidadosa del bienestar animal, pero cuando se utilizan intervalos cortos entre dosis, los resultados son menores a los que se obtienen con tratamientos a base de progestina (Olivera-Muzzante et al, 2011). El intervalo entre dosis de PG afecta el comportamiento reproductivo (Fierro y Olivera Muzzante, 2017).

Considerando los efectos benéficos de la nutrición sobre la reproducción, es posible pensar que un aumento de forraje de campo natural antes del servicio podría mejorar el desempeño de las ovejas con celo sincronizado, en forma especial cuando se utilizan dos prostaglandinas separadas por cortos intervalos. Las hipótesis desafiadas fueron que a) una mayor OF de campo natural ofrecida a ovejas con celo sincronizado mejora la tasa de concepción, de preñez y el porcentaje de gestaciones múltiples y b) El mayor beneficio del aumento de la OF de campo natural antes del servicio se

observa cuando se utiliza tratamientos a base de dos PG separadas por intervalos cortos.

El objetivo del trabajo fue comparar los efectos de dos OF de campo natural en ovejas con celo sincronizado con protocolos a base de progestina y de gonadotropina coriónica equina o de PG, sobre el porcentaje de ovejas en celo (ovejas en celo/ovejas tratadas), intervalo fin de tratamiento – presentación del celo, tasa de concepción (ovejas preñadas/ovejas inseminadas), tasa de preñez (ovejas preñadas/ovejas tratadas), y proporción de gestaciones múltiples (ovejas preñadas con más de un feto/ovejas preñadas).

## Materiales y Métodos

Todos los procedimientos utilizados en el presente trabajo fueron aprobados por la Comisión de Experimentación Animal (CEUA), Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay (expediente No: 021130-005891-12, resolución: Res. 477)

### *Localización y animales*

El trabajo se llevó a cabo en marzo (otoño temprano) en la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt, Facultad de Agronomía (32° S; 54° O). Se utilizaron 335 ovejas Corriedale, multíparas, de 3 a 6 años de edad, destetadas dos meses antes, con un peso de  $48,9 \pm 0,3$  kg de y  $2,74 \pm 0,02$  de condición corporal (CC; 1 = emaciada, 5 = obesa; Jefferies, 1961).

### *Tratamientos y diseño experimental*

Los tratamientos aplicados fueron dos, de distinta naturaleza: nutricionales y hormonales.

**Tratamientos nutricionales:** Desde 23 días antes de la IA hasta 30 días después, las ovejas pastorearon sobre campo natural a dos ofertas de forraje: i) Alta OF (AOF, n = 178): las ovejas pastorearon con una asignación de forraje de 10 kg de materia seca (MS)/100 kg peso vivo (PV)/día; ii) Baja OF (BOF, n = 157): las ovejas pastorearon con una asignación de forraje de 5 kg de MS/100 kg PV/día. Para aplicar los tratamientos se utilizaron 32 ha de campo natural pertenecientes a la unidad Fraile Muerto (tipo de suelos dominantes: Brunosol Eutrítico Típico; Asociados: Subeutrítico Típico), que fueron divididos por topografía en tres bloques, los que a su vez fueron subdivididos en dos para que cada tratamiento estuviera representado en cada bloque. Las especies predominantes pertenecían a los géneros *Stipa*, *Paspalum*, *Bromus*, *Coelorachis*, *Piptochaetium*, *Cynodon*, *Cardus*, *Bothriochloa* y *Andropogon*. Para lograr las dos OF que se compararon se estimó la disponibilidad de forraje (kg MS/ha) por el método de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975) utilizando una escala de 5 puntos estimada por apreciación visual y tomando en cuenta la topografía y la heterogeneidad de la pastura con tres repeticiones por punto de la escala al inicio del trabajo y se ajustó la carga animal. El pastoreo fue continuo y los animales tuvieron libre acceso al agua.

**Tratamientos hormonales:** Los tratamientos comparados fueron: a) prostaglandina 8 días (PG8; n = 168, AOF: 84, BOF: 84): a estas ovejas se les aplicó dos dosis de un análogo de PG

(10 mg, Dinoprost tromethamine, Lutalyse, Pfizer, Kalamazoo, MI, EUA) vía intramuscular (im) con un intervalo de 8 días; b) prostaglandina 10 días (PG10; n = 81, AOF: 43, BOF: 38): a estas ovejas se les aplicó la misma dosis de la misma PG vía im, pero las inyecciones tuvieron un intervalo de 10 días, c) EIV más eCG (EIV+eCG; n = 86, AOF: 51, BOF: 35): estas ovejas recibieron EIV conteniendo 60 mg de acetato de MAP (Progespon, Laboratorio Sintex, Montevideo, Uruguay) durante 12 días y 500 UI de eCG (Novormon 5000, Laboratorio Syntex, Montevideo, Uruguay) por vía im al momento de la remoción de la EIV.

**Diseño experimental:** El diseño experimental fue de bloques (por topografía) al azar con tres repeticiones. Las ovejas fueron asignadas teniendo en cuenta su peso y CC a cada oferta de forraje y repetición; y posteriormente dentro de cada repetición, asignadas al azar a uno de los tratamientos hormonales.

**Registros y estimaciones**

Se estimó el balance energético y proteico para los grupos AOF y BOF. Para ello el consumo por oveja y por día fue estimado como la diferencia entre la disponibilidad de forraje y el remanente (disponible al final del trabajo) al que se le sumó la tasa de crecimiento, por lo que la disponibilidad también se estimó al finalizar el experimento. En ambas ocasiones se tomaron muestras representativas y se analizó la composición química de la pastura. Se determinó el porcentaje de MS, de cenizas, proteína cruda (PC; AOAC, 2007), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) de la materia orgánica utilizando la tecnología ANKOM (Van Soest et al, 1991). La composición química de la pastura ofrecida a las ovejas al inicio y al final del experimento fue MS: 92,5% y 90,6%, cenizas: 7,9% y 6,5%, PC: 9,8% y 8,3%, FDN: 73,9 y 70,2% y FDA: 35,3% y 34,0%, respectivamente. El contenido de energía del forraje pastoreado fue estimado de la siguiente manera: energía metabolizable (EM/MJ/kg MS) = [3,2534 – (0,0308 x FDA)] x 4,184, (NRC, 2007). Los requerimientos de proteína y energía fueron calculados de acuerdo a los Cuadros de NRC de 1985 y 2007, respectivamente. Los resultados se presentan en el Cuadro 1.

Se registró la precipitación pluvial en marzo y abril, los valores obtenidos fueron 34 mm y 123 mm, respectivamente.

**Variables de respuestas**

**Peso y CC:** Todas las ovejas fueron pesadas y su CC estimada en la mañana temprano por el mismo operador y usando la misma balanza al inicio de los tratamientos nutricionales (Día -23), al momento de la IA (Día 0) y de la ultrasonografía (Día 30).

**Porcentaje de celos:** (No ovejas en celo/No ovejas tratadas \* 100): para conocer cuántas ovejas presentaron celo, éste fue detectado dos veces al día desde el fin de los tratamientos hasta 72 h después, utilizando 10% de machos vasectomizados provistos de arnés y previamente evaluados para constatar la ausencia de espermatozoides en el plasma seminal. Las ovejas fueron consideradas en celo cuando una marca de pintura en la grupa era evidente.

**No retorno al celo:** Fue registrado diariamente, a partir del día 14 del inicio de la IA hasta el día 21, siguiendo el procedimiento ya descrito.

**Intervalo fin de tratamiento – presentación del celo:** Se calculó teniendo en cuenta el momento en que la oveja era detectada en celo por primera vez.

**Tasa de concepción** (No ovejas preñadas/No ovejas inseminadas \* 100), **tasa de preñez** (No ovejas preñadas/No ovejas tratadas \* 100) y **porcentaje de gestaciones múltiples** (No ovejas preñadas con más de un feto/No ovejas preñadas \* 100): para estimar estas variables, las ovejas detectadas en celo fueron separadas del resto e inseminadas por vía cervical (López-Pérez y Pérez-Clariget, 2012) 12 h después de identificadas en celo con semen fresco sin diluir (150 millones de espermatozoides). Para la colecta de semen se utilizaron tres carneros Corriedale adultos, evaluados andrológicamente (pautas de la Society for Theriogenology para el examen de carneros), 50 días antes, cuya fertilidad era conocida de la IA anterior (> 70% ovejas preñadas en el primer servicio). Cada eyaculado de cada carnero fue distribuido al azar dentro de cada repetición y tratamiento hormonal. Se realizó diagnóstico de gestación y carga fetal un mes después de la IA utilizando ultrasonografía por vía rectal (Aloka ProSound 2, Aloka Co., Ltd., Tokio Japón, con sonda de 7,5 Mhz).

**Cuadro 1.** Forraje ofrecido y altura (media de los tres bloques/tratamiento) correspondiente a los grupos de alta (AOF, 10 kg MS/100 kg PV/día) o baja (BOF, 5 kg MS/100 kg PV/día) oferta de forraje de campo natural y el balance energético y proteico estimado.

**Table 1.** Forage offered and height (mean of the three blocks/treatment) corresponding to the groups of high (AOF, 10 kg DM/100 kg LW/day) or low (BOF, 5 kg DM/100 kg LW/day) forage allowance of natural grassland and the estimated energy and protein balance.

|               | Forraje ofrecido (kg MS/ha) |      | Altura del forraje (cm) |      | Balance (%)             |     |                       |     |
|---------------|-----------------------------|------|-------------------------|------|-------------------------|-----|-----------------------|-----|
|               | AOF                         | BOF  | AOF                     | BOF  | Energético <sup>1</sup> |     | Proteico <sup>2</sup> |     |
|               | AOF                         | BOF  | AOF                     | BOF  | AOF                     | BOF | AOF                   | BOF |
| -23 - 0 días* | 1599                        | 1599 | 10.0                    | 10.0 | 136                     | 106 | 108                   | 102 |
| 1 - 30 días   | 1753                        | 1233 | 15.5                    | 11.6 | 126                     | 99  | 83                    | 70  |

\*Día 0 fue el día de la IA

<sup>1</sup> Requerimientos energéticos obtenidos de las tablas de NRC (2007).

<sup>2</sup> Requerimientos proteicos obtenidos de las tablas de NRC (1985).

**Análisis estadísticos**

Los datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SAS (SAS 9.0V; SAS Institute, Cary, NC, EUA). Los datos de peso y CC fueron analizados utilizando medidas repetidas (procedimiento MIXED) con el día del registro como factor de repetición. El modelo mixto incluyó la oferta de forraje (AOF vs BOF), el tratamiento hormonal (PG8, vs. PG10 vs. EIV+eCG), el día del registro, y sus respectivas interacciones como efectos fijos, y el bloque como efecto aleatorio. Los valores iniciales fueron utilizados como covariables en los respectivos modelos. Los datos del intervalo fin de tratamiento–celo, y del peso y la CC de las ovejas que repitieron o que no repitieron celo, fueron analizados utilizando modelos mixtos (procedimiento MIXED), incluyendo en el modelo los efectos de la oferta de forraje, tratamiento hormonal y su interacción como efectos fijos y el bloque como efecto aleatorio. La separación de medias se realizó utilizando el test de Tukey-Kramer cuando el/los factores principales fueron significativos.

Los datos de porcentaje de celo, no retorno al celo, preñez y preñeces múltiples fueron analizados utilizando modelos lineales generalizados (procedimiento GENMOD) especificando la distribución binomial con transformación logit de los datos. El modelo incluyó los efectos de la oferta de forraje, tratamiento nutricional y su interacción. Los datos de tasa de concepción fueron analizados incluyendo en el modelo el carnero como efecto fijo utilizando el procedimiento GENMOD o como efecto aleatorio utilizando el procedimiento GLIMMIX.

Los datos se expresan como medias ajustadas y error estándar de la media (media ± eem) o como porcentaje. Un efecto se consideró significativo cuando  $p \leq 0,05$ .

**Resultados**

**Peso y condición corporal**

Las ovejas del grupo AOF fueron más pesadas que las de BOF (AOF:  $49,7 \pm 0,2$  kg vs BOF:  $48,7 \pm 0,2$  kg;  $p=0,001$ ), y se encontró una interacción entre la oferta de forraje y el día del registro ( $p < 0,0001$ ). La oferta de forraje no afectó la CC (AOF:  $2,79 \pm 0,02$ ; BOF:  $2,75 \pm 0,02$ ), pero se encontró una interacción entre oferta de forraje y día del registro ( $p=0,02$ ). Los datos se presentan en el Cuadro 2. Ningún otro factor estudiado fue significativo.

**Cuadro 2.** Peso (kg) y condición corporal (media ± eem) de ovejas que pastorearon a 10 kg (AOF) o 5 kg (BOF) MS/100 kg PV/día de campo natural desde 23 días antes de la IA hasta 30 días después.

**Table 2.** Live weight (kg) and body condition score (mean ± sem) of ewes grazing at 10 kg (AOF) or 5 kg (BOF) DM/100 kg LW/day of natural grassland from 23 days before IA until 30 days later.

| Día    | Peso             |                  | Condición corporal |                      |
|--------|------------------|------------------|--------------------|----------------------|
|        | AOF              | BOF              | AOF                | BOF                  |
| -23    | $48,9^d \pm 0,3$ | $48,9^d \pm 0,3$ | $2,73^c \pm 0,01$  | $2,73^c \pm 0,01$    |
| 0 (IA) | $51,0^b \pm 0,1$ | $49,5^c \pm 0,1$ | $2,87^a \pm 0,01$  | $2,79^b \pm 0,01$    |
| 30     | $52,6^a \pm 0,2$ | $50,1^c \pm 0,2$ | $2,84^a \pm 0,03$  | $2,75^{bc} \pm 0,03$ |

Literales diferentes dentro de cada variable indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

**Variables reproductivas**

Una oveja del grupo AOF perdió la EIV y fue eliminada del experimento. El porcentaje de celos (Cuadro 3) y el intervalo entre el fin de tratamiento y celo (AOF:  $26,4 \pm 0,9$  h; BOF:  $25,7 \pm 0,9$  h; PG8:  $25,8 \pm 0,9$  h; PG10:  $27,0 \pm 1,2$  h; EIV+eCG:  $26,7 \pm 1,2$  h) no fueron afectados por ninguno de los factores estudiados.

La tasa de concepción y de preñez no fueron afectadas por la OF de campo natural, pero los tratamientos hormonales influyeron ambas variables ( $p \leq 0,04$ ; Cuadros 3 y 4). El porcentaje de gestaciones múltiples fue afectado tanto por la OF ( $p=0,0007$ ) como por el tratamiento hormonal ( $p < 0,0001$ ; Cuadro 4). Independientemente del tratamiento hormonal, una mayor OF de campo natural desde 23 días antes de la IA aumentó el porcentaje de ovejas gestantes que tenían más de un feto. El efecto del carnero no fue significativo y no se encontró interacción OF y tratamiento hormonal. No se encontró efecto de la OF sobre el no retorno al celo [AOF: 53% (83/157); BOF: 55% (82/149)]. Sin embargo, una mayor proporción de ovejas BOF que no repitieron celos a los 21 días, estaban vacías a los 30 días [AOF: 6,0% (5/83) vs BOF: 18,0% (15/82);  $p=0,01$ ]. El tratamiento hormonal afectó el porcentaje de ovejas que repitió celo ( $p < 0,0001$ ), pero no la proporción de ovejas que no retornaron al celo y no fueron diagnosticadas gestantes. No se encontró interacción OF y tratamiento hormonal (no se presentan los resultados). Los pesos o CC de las ovejas que repitieron celo ( $46,8 \pm 0,5$  kg y  $2,75 \pm 0,03$ , respectivamente) y las que no ( $46,2 \pm 0,4$  kg y  $2,74 \pm 0,02$ , respectivamente) no fueron diferentes. Tampoco los pesos y CC fueron diferentes entre las ovejas que no manifestaron celo y estaban preñadas a la ecografía de las que no lo estaban ( $46,43 \pm 0,5$  kg y  $2,73 \pm 0,03$  y  $45,9 \pm 0,8$  y  $2,80 \pm 0,03$ , respectivamente).

**Discusión**

El mejor balance energético mostrado por el grupo AOF asociado a requerimientos proteicos de mantenimiento cubiertos, pudo haber estimulado la TO, lo que se reflejó en el mayor porcentaje de gestaciones múltiples. Es ampliamente conocido que en ovejas, tanto un mayor peso (González et al, 1997) como el aumento del mismo tienen impacto positivo sobre la TO y la prolificidad (Smith, 1988; Lindsay et al, 1993;). En nuestro trabajo, el grupo de AOF

**Cuadro 3.** Porcentaje de celo después de 72 h de terminado el tratamiento hormonal y tasa de concepción (%) en ovejas que pastorearon 10 kg (AOF) o 5 kg (BOF) MS/100 kg PV/día de campo natural desde 23 días antes de la IA hasta 30 días después y tratadas con dos dosis de un análogo sintético de prostaglandina separadas por un intervalo de 8 (PG8) o 10 (PG10) días o esponjas intravaginales de acetato de medroxiprogesterona + 500 UI de gonadotropina coriónica equina (EIV+eCG).

**Table 3.** Percentage of estrus after 72 h of finished hormonal treatment and conception rate (%) in ewes that grazed on 10 kg (AOF) or 5 k G (BOF) DM/100 kg LW/day of natural grassland from 23 days before IA until 30 days after and treated with two doses of a synthetic prostaglandin analogue 8 (PG8) or 10 (PG10) days apart or intravaginal sponges of medroxyprogesterone acetate 500 IU of equine chorionic gonadotropin (EIV+eCG).

| Tratamiento    | Celo                            |                                 |                                 | Concepción                     |                                |  |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|
|                | AOF                             | BOF                             | TOTAL                           | AOF                            | BOF                            | TOTAL                                      |
| <b>PG8</b>     | 86,9<br>(73/84)                 | 94,0<br>(79/84)                 | <b>90,5</b><br><b>(152/168)</b> | 43,8<br>(32/73)                | 30,4<br>(24/79)                | <b>36,8<sup>b</sup></b><br><b>(56/152)</b> |
| <b>PG10</b>    | 93,0<br>(40/43)                 | 100<br>(38/38)                  | <b>96,3</b><br><b>(78/81)</b>   | 47,5<br>(19/40)                | 50,0<br>(19/38)                | <b>48,7<sup>ab</sup></b><br><b>(38/78)</b> |
| <b>EIV+eCG</b> | 88,0<br>(44/50)                 | 91,4<br>(32/35)                 | <b>89,4</b><br><b>(77/85)</b>   | 65,9<br>(29/44)                | 78,1<br>(25/32)                | <b>71,1<sup>a</sup></b><br><b>(54/76)</b>  |
| <b>TOTAL</b>   | <b>88,7</b><br><b>(157/177)</b> | <b>94,9</b><br><b>(149/157)</b> | <b>91,6</b><br><b>(306/334)</b> | <b>51,3</b><br><b>(81/158)</b> | <b>45,6</b><br><b>(68/149)</b> | <b>48,4</b><br><b>(148/306)</b>            |

Entre paréntesis el número de ovejas

Diferentes literales entre tratamientos indican diferencias estadísticamente significativas (p>0,05)

**Cuadro 4.** Tasa de preñez (%) y porcentaje de gestaciones múltiples en ovejas que pastorearon 10 kg (AOF) o 5 kg (BOF) MS/100 kg PV/día de campo natural desde 23 días antes de la IA hasta 30 días después y tratadas con dos dosis de un análogo sintético de prostaglandina separadas por 8 (PG8) o por 10 días (PG10) o esponjas intravaginales de acetato de medroxiprogesterona + 500 UI de gonadotropina coriónica equina (EIV+eCG).

**Table 4.** Pregnancy rate (%) and percentage of multiple gestations in ewes that grazed on 10 kg (AOF) or 5 k G (BOF) DM/100 kg LW/day of natural grassland from 23 days before IA until 30 days after treated with two doses of a synthetic prostaglandin analogue 8 (PG8) or 10 days apart (PG10) or intravaginal sponges of medroxyprogesterone acetate + 500 IU of equine chorionic gonadotropin (EIV+eCG).

| Tratamiento    | Tasa de preñez                 |                                |  | Preñez múltiple                           |   |   |
|----------------|--------------------------------|--------------------------------|--|---|---|---|
|                | AOF                            | BOF                            | TOTAL                                      | AOF                                       | BOF                                       | TOTAL                                     |
| <b>PG8</b>     | 38,1<br>(32/84)                | 44,1<br>(24/84)                | <b>33,3<sup>b</sup></b><br><b>(56/168)</b> | 21,9<br>(7/32)                            | 8,3<br>(2/24)                             | <b>16,1<sup>b</sup></b><br><b>(9/56)</b>  |
| <b>PG10</b>    | 44,2<br>(19/43)                | 50,0<br>(19/38)                | <b>46,9<sup>ab</sup></b><br><b>(38/81)</b> | 21,1<br>(4/19)                            | 5,3<br>(1/19)                             | <b>13,2<sup>b</sup></b><br><b>(5/38)</b>  |
| <b>EIV+eCG</b> | 58,0<br>(29/50)                | 71,4<br>(25/35)                | <b>63,5<sup>a</sup></b><br><b>(54/84)</b>  | 53,3<br>(16/30)                           | 48,0<br>(12/25)                           | <b>50,9<sup>a</sup></b><br><b>(28/55)</b> |
| <b>TOTAL</b>   | <b>45,2</b><br><b>(80/177)</b> | <b>43,3</b><br><b>(68/157)</b> | <b>44,3</b><br><b>(148/334)</b>            | <b>33,8<sup>a</sup></b><br><b>(27/80)</b> | <b>22,1<sup>b</sup></b><br><b>(15/68)</b> | <b>28,4</b><br><b>(42/148)</b>            |

Entre paréntesis número de ovejas.

Diferentes literales entre tratamientos indican diferencias estadísticamente significativas (p>0,05)

aumentó más el peso y la CC durante los 23 días previos a la IA y las ovejas llegaron al servicio siendo más pesadas y con mejor CC que las de BOF. Sin embargo, también las ovejas de BOF llegaron a la IA con un peso que, para esta raza, no parece ser limitante para su desempeño reproductivo (Azzarini, 1985). La TO aumenta a medida que aumentan los kg de MS disponible para el pastoreo (Rattray et al, 1980), pero la calidad de la pastura también influye en la respuesta ovárica. En este sentido, Azzarini (1985) observó que el aumento de la TO era mayor en las ovejas Corriedale que pastorearon sobre una pradera convencional que sobre campo natural, a pesar de que el peso era mayor en las de campo natural. Es posible,

que la mayor OF permitiera que el grupo AOF expresara con mayor intensidad su selectividad y estas ovejas conformaran una dieta de mejor calidad que lo que reflejan los balances estimados. Por otra parte, la relación entre el cambio de peso y el aumento del porcentaje de gestaciones múltiples observadas en este trabajo (2,5% más de ovejas con gestaciones múltiples por cada kg de aumento antes de la IA) son similares a los reportados en ovejas Corriedale por otros investigadores (Morley et al, 1978; 2%; Ganzábal et al, 2003; 1,9%). Estos resultados permiten pensar con optimismo que manejar la OF de campo natural previo a la encarnada puede ser otra alternativa para aumentar el número de corderos

producidos en aquellos predios que no cuenten con superficie mejorada disponible o haya limitaciones para la suplementación.

Como era esperable, el grupo EIV+eCG también aumentó el porcentaje de gestaciones múltiples. La eCG se usa frecuentemente asociada a tratamientos en base a progestágenos y estimula el reclutamiento de mayor cantidad de folículos pequeños (Noël et al, 1994), folículos en desarrollo (Pearce y Robinson, 1985) y finalmente aumenta la TO (Noël et al, 1994; Quintero-Elisea et al, 2011). Sin embargo, la utilización reiterada de la eCG para aumentar moderadamente la TO tiene limitaciones ya que suelen aparecer partos triples y aún cuádruples indeseables en condiciones de sistemas extensivos, además su uso puede generar anticuerpos que comprometen la fertilidad posterior (Roy et al, 1999) y encarecen los tratamientos. Por otra parte, se debe tener en cuenta que los tratamientos a base de PG no son apropiados para inducir el celo en ovejas en anestro (Fierro et al, 2013). En esa situación, son utilizados los tratamientos a base de progestinas asociadas a eCG (Langford et al, 1983).

La mayor OF no mejoró la tasa de concepción o de preñez en ninguno de los tratamientos hormonales utilizados, por lo que la posibilidad de utilizar esta herramienta para mejorar los resultados de tratamientos de sincronización de celos de baja tasa de concepción debe estudiarse con más profundidad. La fertilidad de las ovejas (ovejas preñadas/ovejas expuestas al carnero) es influida por el peso y la CC al inicio del servicio (Kleeman y Walker, 2005). Aún más, independientemente de la raza, las ovejas que quedan preñadas son más pesadas y presentan mejor CC que las que no quedan (González et al, 1997). En nuestro trabajo una mejor OF de campo natural incrementó tanto el peso como la CC, logrando diferencias entre grupos al momento de la IA, pero estas no tuvieron impacto en la tasa de concepción. Cabe pensar que las OF comparadas no fueron suficientemente contrastantes o que la calidad de la pastura ofrecida pudo limitar los fenómenos reproductivos involucrados en el logro de una gestación.

El tratamiento PG8 presentó menores tasas de concepción y preñez que el tratamiento EIV+eCG, lo que coincide con la literatura cuando se utilizan intervalos cortos entre dosis de PG (Olivera-Muzante et al, 2011; Fierro y Olivera-Muzante, 2017). Por su parte, con el tratamiento PG10 se lograron valores intermedios de tasa de concepción y preñez, confirmando que a medida que se alarga el intervalo entre dosis del agente luteolítico, mejora la tasa de concepción (Fierro et al, 2017).

La OF incidió en el porcentaje de ovejas que no retornaron al celo y no fueron diagnosticadas gestantes a los 30 días. La no repetición de celos se utiliza en ovejas en estación reproductiva como un estimador de la preñez, aunque suele haber discrepancias del orden del 3 al 8% entre el no retorno al celo y el porcentaje real de preñez (Olivera Muzante et al, 2011; Fierro et al, 2017; Fierro y Olivera Muzante, 2017). Los valores de esta discrepancia en las ovejas AOF coinciden con la literatura, pero las ovejas BOF presentaron un valor sensiblemente mayor. Es posible, que esta diferencia refleje pérdidas reproductivas en los primeros 30 días de gestación

que no parecen ser explicadas por diferencias en peso o CC. Sin embargo, como consecuencia de la pérdida de la calidad de la pastura después de la IA, las ovejas de ambos grupos presentaron un balance proteico negativo. Aunque la restricción proteica en el grupo BOF (30%) fue casi el doble que el estimado en las ovejas de AOF (17%), en éste grupo, las ovejas tuvieron mayor posibilidad de manifestar su selectividad, con lo cual la restricción proteica podría haber sido incluso menor. Para obtener una máxima sobrevivencia embrionaria se recomienda que las ovejas sean alimentadas durante el primer mes de gestación con una dieta que cubra sus requerimientos de mantenimiento (Robinson, 1986). Fernández Abella y Formoso (2007) reportaron que las pérdidas embrionarias son mayores en ovejas pastoreando una menor OF o cuando la disponibilidad de la pastura es restrictiva y limita la selectividad.

Los datos obtenidos permiten concluir que un aumento de la OF de campo natural tres semanas antes de la IA en otoño temprano, aumenta la proporción de ovejas con preñez múltiple independientemente del tratamiento de sincronización de celos utilizado, sin modificar la tasa de concepción o de preñez. Por otra parte, se requiere más información sobre la incidencia de la OF de campo natural sobre las pérdidas embrionarias y que rol juega la disminución del contenido proteico del mismo durante el otoño tardío.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a los Drs. Carlos López Mazz por la realización de las ecografías y María Belén López Pérez por su colaboración durante la inseminación artificial y al Sr. Carlos García y Téc Pec. Ignacio Sosa por su apoyo en el manejo de los animales. También agradecen al Dr. Fernando Baldi por su asesoramiento en el análisis estadístico de los datos y al Prof. Rodolfo Ungerfeld por la revisión crítica del manuscrito.

### Bibliografía

- ABECIA, J.A., SOSA, C., FORCADA, F. and MEIKLE, A. 2006. The effect of undernutrition on the establishment of pregnancy in the ewe. *Reprod Nutr Dev* 46(4):367–378.
- AOAC. 2007. Official methods of analysis, 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- AGUILAR, D.E., FRANZ, N.O., ROBSON, R.C., YNSAURRALDE, E., CELSER, R.R. y GÓMEZ, M. 2009. Efecto de la suplementación proteica en ovejas previo y durante el servicio para incrementar la producción de mellizos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 29 (Supl. 1), 29-55.
- AZZARINI, M. 1985. Vías no genéticas para modificar la prolificidad ovina. En *II Seminario Técnico de Producción Ovina*. SUL. Salto, Uruguay. pp 111-132.
- BANCHERO, G. y QUINTANS, G. 2005. Alternativas nutricionales y de manejo para aumentar la señalada en la majada en sistemas ganaderos extensivos. En: *Seminario de Actualización Técnica, Reproducción Ovina: Recientes avances realizados por el INIA*. pp 17-32.
- ERRANDONEA, N., FIERRO, S., VIÑOLES, C., GIL, J., BANCHERO, G. and OLIVERA-MUZANTE, J. 2018. Short term protein supplementation during a long interval prostaglandin-

- based protocol for timed AI in sheep. *Theriogenology* 114:34-39.
- FERNÁNDEZ ABELLA, D. y FORMOSO, D. 2007. Estudio de la mortalidad embrionaria y fetal en ovinos. II. Efecto de la condición corporal y de la dotación sobre las pérdidas embrionarias y fetales. *Producción Ovina* 19:5-13.
- FIERRO, S., GIL, J., VIÑOLES, C. and OLIVERA-MUZANTE, J. 2013. The use of prostaglandins in controlling estrous cycle of the ewe: A review. *Theriogenology* 79(3): 399-408.
- FIERRO, S. and OLIVERA-MUZANTE, J. 2017. Long interval prostaglandin as an alternative to progesterone-eCG based protocols for timed AI in sheep. *Anim Reprod Sci* 180:78-84.
- FIERRO, S., VIÑOLES, C. and OLIVERA-MUZANTE, J. 2017. Long term prostaglandin-based protocols improve the reproductive performance after time artificial insemination in sheep. *Theriogenology* 90:109-113.
- GANZÁBAL, A., RUGGIA, A. y MIQUELERENA, J. 2003. Producción de corderos en sistemas intensivos. Serie de Actividades de Difusión del INIA 342:1-7.
- GONZALEZ-BULNES, A., MENCHACA, A., MARTIN, G.B., MARTINEZ-ROS, P., GONZÁLEZ, R.E., LABUONORA, D. and RUSSEL, A.J.F. 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.
- GUNN, R.G. and DONEY, J.M. 1975. The interaction of nutrition and body condition at mating on ovulation rate and early embryo mortality in Scottish Blackface ewes. *J agric Sci Camb* 85(3):465-470.
- HAYDOCK, K.P. and SHAW, N.H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pastures. *Australian J Exp Agric Anim Husband* 5:663-670.
- JEFFERIES, B.C. 1961. Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian J Agric* 32:19-21.
- KLEEMANN, D.O. and WALKER, S.K. 2005. Fertility in South Australian commercial Merino flocks: relationships between reproductive traits and environmental cues. *Theriogenology* 63(9): 2416-2433.
- LANGFORD, G.A. and BATRA, T.R. 1983. Seasonal effects of PMSG and number of inseminations on fertility of progesterone-treated sheep. *J Anim Sci* 57(2): 307-312.
- LINDSAY, D.R., MARTIN, G.B. and WILLIAMNS, I.H. 1993. Nutrition and Reproduction. *In: Reproduction in Domesticated Animals, World Animal Science Series*, Ed.: G.J. King, Chapter 17, pp. 459-49, Elsevier Science Publishers.
- LÓPEZ-PÉREZ, A. and PÉREZ-CLARIGET, R. 2012. Ram seminal plasma improves pregnancy rates in ewes cervically inseminated with ram semen stored at 5 °C for 24 hours. *Theriogenology* 77(2):395-399.
- LOZANO, J.L., LONERGAN, P., BOLAND, M.P. and O'CALLAGHAN, D. 2003. Influence of nutrition on the effectiveness of superovulation programmes in ewes: effect on oocyte quality and post-fertilization development. *Reproduction* 125(4):543-553.
- MARTIN, G.B., MILTON, J.T.B., DAVIDSON, G.E., BANCHERO-HUNZICKER, G.E., LINDSAY, D.R. and BLACHE, D. 2004. Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Anim Reprod Sci*, 82-83:231-245.
- MORLEY, F.H.W., WHITE, D.H., KENNEY, P.A. and DAVIS, I.F. 1978. Predicting ovulation rate from liveweight in ewes. *Agricultural Systems* 3(1):27-45.
- NÖEL, B., BISTER, J.L., PIERQUIN, B. and PAQUAY, R. 1994. Effects of FGA and PMSG on follicular growth and LH secretion in Suffolk ewes. *Theriogenology* 41(3):719-727.
- OLIVERA-MUZANTE, J., FIERRO, S., LÓPEZ, V. and GIL, J. 2011. Comparison of prostaglandin and progesterone-based protocols for time artificial insemination in sheep. *Theriogenology* 75(7):1232-1238.
- PEARCE, D.T. and ROBINSON, T.J. 1985. Plasma progesterone concentrations, ovarian and endocrinological response and sperm transport in ewes with synchronized oestrus. *J Reprod Fert*, 75(1):49-62.
- QUINTERO-ELISEA J.A., MACÍAS-CRUZ, U., ÁLVAREZ-VALENZUELA, F.D., CORREA-CALDERÓN, A., GONZÁLEZ-REYNA, A., LUCERO-MAGAÑA, F.A., SOTO-NAVARRO, S.A. and AVENDAÑO-REYES, L. 2011. The effects of time and dose of pregnant mare serum gonadotropin (PMSG) on reproductive efficiency in hair sheep ewes. *Trop Anim Health Prod* 43(8):1567-1573.
- RATTRAY, P.V., JAGUSCH, K.T., SMITH, J.F., WINN, G.W. and MACLEAN, K.S. 1980. Getting an extra 20% lambing from flushing ewes. *Proceedings of the Ruakura farmers conference* 32:105-118.
- ROBINSON, J.J. 1986. Nutrition and Embryo Loss in Farm Animals. *In: Sreenan J.M., Diskin M.G. (eds) Embryonic Mortality in Farm Animals. Current Topics in Veterinary Medicine and Animal Science*, vol 34. Springer, Dordrecht.
- RODRÍGUEZ-IGLESIAS, R.M., CICCIOLO, N., IRAZOQUI, H. and GIGLIOLI, C. 1996. Ovulation rate in ewes after single oral glucogenia dosage during a ram-induced follicular phase. *Anim Reprod Sci* 44(4):211-221.
- ROY, F., MAUREL, M.C., COMBES, B., VAIMAN, D., CRIBIU, E.P., LANTIER, L., POBE, L.T., DELÉTANG, F., COMBARNOUS, Y. and GUILLOU, F. 1999. The negative effect of repeated equine chorionic gonadotropin treatment on subsequent fertility in alpine goats is due to a humoral immune response involving the major histocompatibility complex. *Biol Reprod* 60(4):805-813.
- SCARAMUZZI, R.J., CAMPBELL, B.K., DOWNING, J.A., KENDALL, N.R., KHALID, M., MUÑOZ-GUTIERREZ, M. and SOMCHIT, A. 2006. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reprod. Nutr. Dev.* 46:339-354.
- SMITH, J.F. 1988. Influence of nutrition on ovulation rate in the ewe. *Australian J Biol Sci* 41(1):27-36.
- Van SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B. and LEWIS, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Symposium, Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *J Dairy Sci* 74:3583-3597.

VIÑOLES, C., MEIKLE, A. and MARTIN, G.B. 2009. Short-term nutritional treatments grazing legumes or feeding

concentrates increase prolificacy in Corriedale ewes. Anim Reprod Sci 113(1-4):82-92.