

REALIMENTAR LAS OVEJAS *AD LIBITUM* LUEGO DE UNA RESTRICCIÓN ENERGÉTICA DURANTE LA MITAD DE LA GESTACIÓN NO AFECTÓ EL DESEMPEÑO ANIMAL, EL INICIO DE PUBERTAD NI LA TASA OVULATORIA DE LAS CORDERAS

G. Banchemo¹, F. Baldi², D. González¹, S. Luzardo³, S. Fierro⁴, G. Quintans⁵

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la restricción de energía en ovejas desde el día 48 al 106 de gestación y posterior realimentación *ad libitum*, en el desempeño pre y postdestete, inicio de la pubertad y tasa ovulatoria de sus corderas en su primer otoño de vida. Las ovejas que gestaron corderos únicos o mellizos fueron asignadas a dos tratamientos nutricionales desde el día 48 hasta el día 106 de gestación: restringido (R; $n = 60$) al 60% de sus requerimientos de energía metabolizable (EM), o no restringido (NR; $n = 54$) al 100% de sus requerimientos de ME. Luego del período de restricción, las ovejas pastorearon todas juntas *ad libitum* hasta el destete. Se determinó el peso corporal de las ovejas durante el período experimental y al destete. Se registraron la carga fetal y el sexo de los corderos. Todos los corderos fueron evaluados conjuntamente desde el nacimiento al destete y a partir de un mes luego del destete, las hembras fueron evaluadas durante su primera estación reproductiva donde se registró ganancia de peso, espesor de grasa (EG), área de ojo de bife (AOB), inicio de la pubertad y tasa ovulatoria (número de cuerpos lúteos/ total de corderas con cuerpo lúteo). Las ovejas NR pesaron 7,5 kg más que las ovejas R ($P < 0,05$) al final del período de restricción. El peso al nacer del cordero (PN) no se vio afectado ($P > 0,05$) por el tratamiento dietario de sus madres, aunque los corderos machos y únicos presentaron un

PN mayor ($P < 0,05$) que las hembras y los mellizos, respectivamente. No se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) en el peso al destete (PD) entre los tratamientos nutricionales de las ovejas o el sexo del cordero. Durante el período experimental, las corderas nacidas únicas siempre fueron más pesadas ($P < 0,05$), tuvieron mayor AOB y EG ($P < 0,05$) que las corderas nacidas mellizas, pero no hubo diferencia ($P > 0,05$) en estas variables entre corderas nacidas de ovejas R y NR. No hubo diferencia ($P > 0,05$) en ciclicidad o tasa ovulatoria para corderas nacidas únicas o mellizas y tampoco para corderas nacidas de ovejas R o NR. Las ovejas restringidas al 60% de sus requerimientos de EM en la mitad de la gestación, parecen tener la capacidad de compensar cualquier efecto negativo sobre el crecimiento y desarrollo, así como el potencial reproductivo de la cordera, siempre y cuando existan condiciones adecuadas de realimentación en la gestación tardía, lactancia y pos-destete.

Palabras clave: programación fetal, cordera, restricción nutricional, crecimiento, pubertad, ciclicidad, tasa ovulatoria.

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate maternal energy restriction in ewes from day 48 to 106 of gestation on pre- and post-weaning lambs' performance, onset of female lambs' puberty and ovulation rate when their dams

¹ Programa Nacional de Investigación en Producción de Carne y Lana, INIA La Estanzuela, Uruguay.

² Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinaria, Jaboticabal, Brasil.

³ Programa Nacional de Investigación en Producción de Carne y Lana, INIA Tacuarembó, Uruguay.

⁴ Secretariado Uruguayo de la Lana.

⁵ Programa Nacional de Investigación en Producción de Carne y Lana, INIA Treinta y Tres, Uruguay.

were fed *ad libitum* after the restriction period. Ewes bearing single or twin lambs were assigned to two dietary treatments from day 48 to day 106 of gestation: restricted (R; $n = 60$) at 60% of their metabolizable energy (ME) requirements, or non-restricted (NR; $n = 54$) at 100% of their ME requirements. After the restriction period ewes grazed all together *ad libitum* until weaning. Ewes body weight was recorded during nutritional treatment application and at weaning. Litter size and lamb sex were recorded. All lambs were evaluated together from birth until weaning. One month after weaning, female lambs were further evaluated during their first breeding season where it was recorded their liveweight gain, fat depth, rib eye area, onset of puberty, ovulation rate (number of corpus luteum/total female lambs with corpus luteum). Non-restricted ewes weighed 7.5 kg more than R ewes ($P < 0.05$) at the end of the restriction period. Lamb birth weight (BW) was not affected ($P > 0.05$) by dams' treatment although male and single lambs had a greater ($P < 0.05$) BW than females and twins, respectively. No significant differences ($P > 0.05$) were detected on the weaning weight between ewes' feeding treatments or lamb sex. During the experimental period, single born female lambs always were heavier ($P < 0.05$), had higher fat depth and rib eye area than twin female lambs but there was no difference ($P > 0.05$) in these traits for female lambs born to R or NR ewes. There was no difference in the percentage of ewes cycling or their ovulation rate during the first breeding season of female lambs born single or twin neither of female lambs born to R or NR ewes. Ewes restricted at 60% of their ME requirements in mid-gestation seems to have the capacity to compensate any detrimental effects on lamb growth and development as well as the reproductive potential of female lambs if adequate refeeding conditions are provided in late gestation, throughout lactation and postweaning.

Keywords: fetal programming, female lamb, nutritional restriction, puberty, cyclicity, ovulation rate.

INTRODUCCIÓN

En nuestra región, la mayoría de las majadas de cría se alimentan de pasturas nativas y la restricción nutricional durante el invierno es frecuente debido a una reducción en la disponibilidad de forraje (Boggiano *et al.*, 2005). Este periodo generalmente se corresponde con el tercio medio de la gestación de la oveja y puede afectar negativamente el desempeño productivo de su progenie (Wu *et al.* 2006).

La subnutrición durante gestación, o en el periodo posnatal puede además afectar el desempeño reproductivo a través de efectos en el desarrollo de las gónadas (Rae *et al.* 2001; Murdoch *et al.*, 2003; Rhind, 2004; Da Silva *et al.*, 2002, 2003) o útero (Sosa *et al.*, 2009). En efecto, la restricción nutricional durante la gestación redujo la fertilidad (Long *et al.*, 2010) y la tasa ovulatoria de la progenie cuando estas fueron adultas (Rae *et al.*, 2002) mientras que, en las progenies jóvenes, la subnutrición de las madres durante la gestación disminuyó la fertilidad en corderas (Gunn y Doney, 1973; Gunn *et al.*, 1995) y retardó el inicio de la pubertad en ratas (Leonhardt *et al.*, 2002).

Un trabajo realizado por Piaggio *et al.* (2014) muestra que en nuestras condiciones productivas el crecimiento luego del destete y el peso al inicio del servicio son los dos parámetros más importantes en determinar el inicio de pubertad y éxito de preñez en corderas. No obstante, existe evidencia que el efecto de la subnutrición pos-destete sobre el inicio de la pubertad puede estar potenciado por una subnutrición durante la gestación y afectar la eficiencia reproductiva en general (Gunn *et al.*, 1995; Rhind *et al.*, 1998) y el inicio de la pubertad de las corderas en particular (Sepúlveda *et al.*, 2001). Sin embargo, la información que existe sobre el efecto aislado de la subnutrición durante gestación en el inicio de pubertad en ovinos es escasa. A pesar de que otros modelos de crecimiento prenatal restringido como la esquila preparto (Lopez

Mazz *et al.*, 2019) o sobrealimentación durante gestación (Da Silva *et al.*, 2001) no mostraron tener efecto en el inicio de la pubertad, amerita una investigación más profunda del estudio de la subnutrición per se y en niveles de restricción acorde a nuestras condiciones pastoriles extensivas.

Con el objetivo de estudiar el efecto de una restricción energética moderada en gestación media el presente trabajo evaluó el desempeño de las corderas durante la lactancia y su primera estación de cría, midiendo el desarrollo, inicio de pubertad y tasa ovulatoria. La hipótesis del estudio fue que las corderas nacidas de ovejas sometidas a una restricción nutricional energética moderada desde el día 48 al 106 de gestación, no presentarían efectos negativos en el desempeño animal pre y postdestete, inicio de pubertad y tasa ovulatoria en su primera estación de cría, cuando sus madres fueron realimentadas *ad libitum* luego del período de restricción.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado en la Unidad Ovinos de la Estación Experimental INIA La Estanzuela (34° 20' 23.72" S – 57° 41' 39.48" O). Los procedimientos experimentales fueron aprobados por el Comité de Ética Animal del INIA (número 2016.48).

Procedimiento experimental

Ovejas Ideal adultas (4 años de edad y multíparas) fueron sincronizadas utilizando una doble dosis de 160 mg de d-Cloprostenol (Veteglan Laboratorio Calier, Barcelona, España) y apareadas colectivamente en el segundo celo luego de la sincronización con 6 carneros/100 ovejas de la raza Finnish. Ciento catorce ovejas ($44,2 \pm 4,9$ kg PV) gestando corderos únicos ($n = 75$) o mellizos ($n = 39$) fueron asignadas a 2 tratamientos nutricionales desde el 48 al 106 de gestación: a) restringidas (R), ovejas a las cuales se les ofreció una ración totalmen-

te mezclada (RTM) (871,6 g MS/kg; 145,7 g PC/kg MS; 212,0 g FDA/kg MS, 344,8 g FDN/kg MS y 11,09 MJ EM/kg MS) que suministraba el 60% de sus requerimientos de energía metabolizable (EM) y b) no restringidas (NR), ovejas a las que se les ofreció la misma RTM pero que cubría el 100% de sus requerimientos de EM (Graz Feed™, 2010). Durante la aplicación de los tratamientos experimentales, las ovejas fueron alimentadas grupalmente en corrales, con un área de 30 m²/oveja. Desde el día 107 de gestación hasta 10 días antes de la fecha esperada de parto, las ovejas pastorearon avena (1800 kg MS/ha; 158,6 g PC/kg MS, 354,0 g FDA/kg MS y 531,5 g FDN/kg MS y 9.92 MJ EM/kg MS) *ad libitum* (> 12 kg MS/100 kg PV), siendo suplementadas los últimos 10 días de gestación con 0,2 kg MS de grano de cebada por oveja (895,7 g MS/kg; 117,5 g PC/kg MS; 91,3 g FDA/kg MS; 27,8 g FDN/kg MS y 13,05 MJ EM/kg MS). Durante la lactancia, todas las ovejas pastorearon conjuntamente en pasturas mejoradas, y los corderos fueron destetados a una edad promedio de 96 días. Las ovejas se pesaron cada 14 días desde el inicio de los tratamientos experimentales hasta el parto.

Determinaciones y manejo de los corderos

Al nacimiento los corderos fueron identificados con una caravana, registrándose el peso y sexo de éstos. Posteriormente, los corderos fueron pesados cada 14 días hasta su sacrificio y las corderas hasta los 8,5 meses de edad. Luego del destete, solo se utilizaron las corderas para la fase de recría y evaluación del inicio de pubertad y tasa ovulatoria. Setenta corderas (37 corderas de ovejas R y 33 de ovejas NR; 33 corderos únicos y 37 mellizos) se manejaron en conjunto pastoreando praderas artificiales con una asignación mínima de 6kg de MS/100 kg de peso vivo desde los 131 (17 de enero) a los 250 días de edad (26 de mayo).

Determinaciones de desarrollo muscular y engrasamiento

El área de ojo de bife y espesor de grasa de las corderas a inicio, mitad y final de la fase experimental o de recría se midieron mediante ultrasonografía con un equipo ecógrafo y una sonda de 12 MHz especial para ovinos (Aloka 500, Aloka Co. Ltd., Tokio, Japón). El área del ojo de bife (área del músculo *Longissimus thoracis*) fue medido entre la 12ª y 13ª costilla y el espesor de grasa en la 12ª costilla a 11 cm de la espina dorsal.

Determinaciones en inicio de pubertad y tasa ovulatoria

Inmediatamente luego del destete, dos capones androgenizados fueron utilizados para detectar celo, medida indirecta para medir el inicio de pubertad en las corderas. A cada capón se le suministró una dosis de 5 ml de testosterona (500 mg de Ciclopentilpropionato de Testosterona (CT); Testosterona Ultra Lenta® Dispert Montevideo, Uruguay) al comienzo del experimento, la cual fue reforzada cada 30 días con 1 ml de testosterona (100 mg de CT) de manera que estos mantuvieran actividad sexual durante el período de evaluación. Los capones fueron pintados en el pecho con tierra de color y se recorría la majada todos los días para registrar aquellas hembras que se encontraban marcadas en el anca, evidenciando haber aceptado el macho y por ende haber manifestado celo. También se confirmó el inicio de la pubertad por presencia de cuerpo lúteo. Para ello se realizaron ecografías de ovarios de todas las corderas para detectar la presencia y cantidad de cuerpos lúteos. La ecografía se realizó de forma transrectal con un ecógrafo Aloka 500 (Tokio, Japón) y una sonda rígida de 7.5 MHz. Para establecer la fecha de la primera ecografía y el período por el cual hacer el monitoreo de la actividad ovárica se tuvo en cuenta la detección de celos con capones. Se hicieron 4 ecografías, separadas por intervalos de 20 días. Finalmente se calculó la tasa ovulatoria como la cantidad de cuerpos lúteos sobre el total de ovejas con cuerpo lúteo.

Análisis estadístico

Las variables respuesta hasta el destete fueron analizadas como un diseño factorial 2 x 2 x 2, considerando como efectos fijos el tratamiento nutricional (R o NR) de las ovejas, sexo (macho o hembra) del cordero, y carga fetal (único o mellizos) mientras que el animal fue considerado como efecto aleatorio. El análisis estadístico se llevó adelante utilizando un modelo lineal mediante el procedimiento PROC MIXED del paquete estadístico SAS (SAS Institute, Cary, NC, versión 9.4). El peso de las corderas posdestete se analizó aplicando un análisis de varianza utilizando un modelo lineal incluyendo los efectos fijos de tratamiento nutricional de la oveja y carga fetal y sus respectivas interacciones. Las características de la carcasa (AOB y EG) se analizaron como medidas repetidas en el tiempo, siendo las estructuras de covarianza no estructuradas (UN) y autorregresivas (AR [1]) las que mejor se ajustaron a los datos, respectivamente, basados en el criterio de información de Akaike (AIC). Para ciclicidad y tasa ovulatoria fue utilizado un modelo lineal generalizado con medidas repetidas asumiendo una distribución para el error binomial y Poisson para ciclicidad y tasa ovulatoria, respectivamente, utilizando el procedimiento PROC GENMOD. En los análisis de medidas repetidas los modelos incluyeron los efectos fijos de tratamiento nutricional de la oveja, carga fetal y día, y sus respectivas interacciones. Luego del análisis de varianza (ANOVA), se calcularon las medias de mínimos cuadrados para las comparaciones entre tratamientos con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$, utilizando la opción PDIFF (test de T) del LSMEANS, cuando las pruebas F fueron significativas ($P < 0,05$).

RESULTADOS

Respecto al desempeño de las ovejas, no se observaron diferencias ($P > 0,05$) en el peso vivo al comienzo del período de restricción energética, pero las ovejas NR pesaron 7,5 kg más ($P < 0,05$) que las R al final de dicho período (Cuadro 1). Como era de esperar, las ovejas que gestaron mellizos presentaron

un mayor peso vivo ($P < 0,05$) al comienzo y al final del período de restricción nutricional que aquellas que gestaron corderos únicos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Peso vivo de las ovejas al inicio y fin del período de restricción y al momento del destete, según tratamiento nutricional, carga fetal y su interacción.

	Tratamiento (Trt) ¹		Carga fetal (CF)		P valor		
	R (n = 60)	NR (n = 54)	Únicos (n = 75)	Mellizos (n = 39)	Trt	CF	Trt x CF
PV inicial ovejas (kg)	44,8±0,9	44,7±0,9	42,5 ^b ±0,8	47,0 ^a ±0,9	0,9921	0,0009	0,0354
PV final ovejas (kg)	49,3 ^b ±0,9	56,8 ^a ±0,9	49,9 ^b ±1,0	56,3 ^a ±1,1	0,0017	0,0002	0,0846
PV destete ovejas (kg)	48,7±0,9	49,7±0,9	48,2±0,8	50,3±1,0	0,4383	0,1093	0,0881

¹ Tratamiento: R: RTM suministrando 60% de los requerimientos de energía metabolizable (EM) desde el día 48 al 106 de gestación; NR: RTM suministrando 100% de los requerimientos de EM desde el día 48 al 106 de gestación.

^{a,b} Medias de Mínimos Cuadrados con diferentes letras en la misma fila difieren significativamente ($P < 0,05$).

El plano nutricional al cual fueron sometidas las ovejas durante la gestación media no afectó ($P > 0,05$) el peso al nacer (PN) de los corderos; no obstante, los corderos machos y los únicos pesaron significativamente más ($P < 0,05$) que las hembras y los mellizos, respectivamente (Cuadro 2). No se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) en el peso al destete (PD) ni la ganancia media diaria (GMD) pre-destete de los corderos entre los tratamientos nutricionales de las ovejas o el sexo de los corderos. Sin embargo, el PD de los corderos únicos fue 22% mayor ($P < 0,05$) que el de los mellizos con una GMD pre-destete superior ($P < 0,05$) a la

de éstos en casi 55 g/a/d (Cuadro 2). Luego del destete y hasta el final del experimento las corderas nacidas únicas siempre fueron más pesadas ($P < 0,05$), tuvieron mayor AOB y EG ($P < 0,05$) que las corderas nacidas mellizas, pero no hubo diferencia ($P > 0,05$) en estas variables entre corderas nacidas de ovejas R y NR (Cuadro 3). No hubo diferencia ($P > 0,05$) en ciclicidad o tasa ovulatoria para corderas nacidas únicas o mellizas y tampoco para corderas nacidas de ovejas R o NR. Más de 80% de todas las corderas ciclaron en la estación de cría evaluada mientras que la tasa ovulatoria fue de 1,40 a 1,50 (Cuadro 4).

Cuadro 2. Desempeño de los corderos desde su nacimiento hasta el destete, según tratamiento nutricional de las ovejas, carga fetal, sexo del cordero y sus interacciones.

	Tratamiento (Trt) ¹				Sexo			Carga fetal (CG)			P valor			
	R (n = 32)	NR (n = 32)	Macho (n = 24)	Hembra (n = 40)	Únicos (n = 24)	Mellizos (n = 40)	Trt	Sexo	CG	Trt x Sexo	Trt x CF	Trt x Sexo x CF		
Peso nacer (kg)	4,15±0,11	4,30±0,10	4,38 ^a ±0,12	4,07 ^b ±0,09	4,75 ^a ±0,12	3,70 ^b ±0,09	0,3247	0,0385	<0,0001	0,7472	0,8303	0,1598		
Peso destete (kg)	23,09±0,35	23,54±0,33	23,76±0,39	22,87±0,30	25,30 ^a ±0,44	21,33 ^b ±0,33	0,9997	0,8600	<0,0001	0,6381	0,0412	0,2546		
GMD ² destete (g/d)	201,7±5,72	207,0±5,22	211,1±6,09	197,6±4,78	231,7 ^a ±6,01	177,0 ^b ±4,89	0,4911	0,0865	<0,0001	0,0692	0,6855	0,4464		

¹ Tratamiento: R: RTM suministrando 60% de los requerimientos de energía metabolizable (EM) desde el día 48 al 106 de gestación; NR: RTM suministrando 100% de los requerimientos de EM desde el día 48 al 106 de gestación.

² Ganancia media diaria promedio de los corderos desde el nacimiento hasta el destete.

^{a,b} Medias de Mínimos Cuadrados con diferentes letras en la misma fila difieren significativamente (P<0,05).

Cuadro 3. Desempeño de las corderas hembras durante la primera estación reproductiva, según tratamiento nutricional de las ovejas, carga fetal y su interacción.

	Tratamiento (Trt) ¹		Carga fetal (CF)		P valor		
	R (n = 24)	NR (n = 31)	Únicas (n = 28)	Mellizas (n = 27)	Trt	CF	Trt x CF
PV inicial ² (kg)	27,3±0,57	28,7±0,60	30,8a±0,7	25,1b±0,6	0,093	<0,0001	0,1548
PV final ³ (kg)	42,3±0,7	42,2±0,7	44,7a±0,7	39,9b±0,7	0,905	<0,0001	0,1778
AOB ⁴ (cm ²)	7,10±0,10	7,32±0,10	7,8 a ±0,10	6,6b ±0,10	0,132	<0,0001	0,642
EG ⁵ (mm)	1,73±0,035	1,75±0,036	1,8a ±0,04	1,7b ±0,04	0,758	0,0041	0,549

¹ Tratamiento: R: RTM suministrando 60% de los requerimientos de energía metabolizable (EM) desde el día 48 al 106 de gestación; NR: RTM suministrando 100% de los requerimientos de EM desde el día 48 al 106 de gestación.

² Peso vivo de las corderas al inicio del experimento.

³ Peso vivo de las corderas al final del experimento.

⁴ Área de ojo de bife de las corderas durante la fase experimental.

⁵ Espesor de grasa de las corderas durante la fase experimental.

^{a,b} Medias de Mínimos Cuadrados con diferentes letras en la misma fila difieren significativamente (P<0,05).

Cuadro 4. Número de animales ciclando y tasa ovulatoria de las corderas en su primera estación reproductivas, según tratamiento nutricional de las ovejas, carga fetal y su interacción.

	Tratamiento (Trt) ¹		Carga fetal (CF)		P valor		
	R (n = 24)	NR (n = 31)	Únicas (n = 28)	Mellizas (n = 27)	Trt	CF	Trt x CF
Ciclicidad ²	0,89±0,06	0,85±0,06	0,83±0,07	0,90±0,05	0,6867	0,369	0,0923
Tasa Ovulatoria ³	1,44±0,07	1,46±0,09	1,51±0,09	1,40±0,07	0,9494	0,7206	0,0725

¹ Tratamiento: R: RTM suministrando 60% de los requerimientos de energía metabolizable (EM) desde el día 48 al 106 de gestación; NR: RTM suministrando 100% de los requerimientos de EM desde el día 48 al 106 de gestación.

² Ciclicidad o probabilidad de las corderas de entrar en pubertad.

³ Tasa ovulatoria o cantidad de cuerpos lúteos sobre el total de corderas con cuerpo lúteo.

^{a,b} Medias de Mínimos Cuadrados con diferentes letras en la misma fila difieren significativamente (P<0,05).

DISCUSIÓN

El presente trabajo evaluó el efecto de la restricción nutricional energética en ovejas durante el segundo tercio de gestación (día 48 al 106 de gestación), seguida de una fase de realimentación *ad libitum* durante la gestación tardía y la lactancia, en el desempeño pre y postdestete, inicio de la pubertad y tasa ovulatoria de sus corderas en su primer otoño de vida.

El plano nutricional de las ovejas durante el segundo tercio de gestación no afectó el PN de los corderos, lo cual coincide con lo reportado por Piaggio *et al.* (2018), en donde las ovejas tuvieron el mismo nivel y periodo de restricción energética que las de nuestro

experimento. La restricción nutricional de la oveja en etapas tempranas y media de gestación parece no tener efecto significativo en el peso vivo al nacimiento de los corderos que sí lo tiene en el último tercio de gestación (Roca Fraga *et al.*, 2018). En nuestro experimento los corderos machos presentaron un PN mayor que las hembras, sin embargo, no se registraron diferencias en el PD entre ambos sexos lo cual coincide con los resultados reportados por Piaggio *et al.* (2018). En nuestro trabajo, no se encontraron diferencias en el PN y la GMD durante la lactancia en los corderos nacidos de ovejas R y NR lo que seguramente se deba a similar peso al nacimiento y a una similar producción de leche de las madres (Luzardo *et al.*; 2019) ya que existe una correlación positiva entre

el PN y la GMD durante la lactancia (Villette y Theriez, 1981; Kenyon *et al.*, 2004). Luego del destete, la evolución de peso, el AOB y el espesor de grasa de las corderas nacidos de ovejas R y NR fueron similares. En el mismo sentido, Piaggio y colaboradores trabajando con corderos machos no encontraron diferencia para estas mismas variables luego del destete (Piaggio *et al.*, 2018). Taplin y Everitt (1964) observaron que el retraso en el desarrollo placentario y el crecimiento fetal antes del día 90 de gestación, debido a una restricción nutricional materna, puede ser parcialmente compensado por un alto plano alimenticio desde el día 90 de gestación hasta el parto. Seguramente esto fue lo que sucedió a los corderos en nuestro experimento ya que sus madres fueron realimentadas *ad libitum* a partir del día 106 de gestación, fecha no muy distante de la propuesta por Taplin y Everitt como límite para generar una compensación.

El plano nutricional de las madres en gestación no afectó el porcentaje de corderas que empezaron a ciclar durante su primera estación de cría. Las corderas generalmente entran en pubertad cuando logran 50 a 70% del peso adulto (Hafez, 1952; Dýrmundsson, 1973) por lo que los factores ambientales que influyen el crecimiento pre y pos-deste de las corderas son importantes en determinar el momento del inicio de pubertad (Foster *et al.*, 1985). En nuestro experimento, la restricción nutricional aplicada a las ovejas en gestación no tuvo efecto ni el peso al nacimiento, ni en la ganancia pre o pos-destete por lo

que seguramente tampoco influyó en el inicio de la pubertad. Tampoco parece haber habido un efecto directo de la subnutrición sobre el desarrollo de las gónadas fetales a pesar de que en el momento que se impuso la restricción nutricional, se estaba produciendo la proliferación de las oogonias y se estaban estableciendo los primeros folículos primordiales y primarios del feto ovino (Zambrano *et al.*, 2014). Mas del 80% de las corderas entraron en pubertad lo que se condice con otro estudio realizado con razas precoces o sus cruza (Banchero *et al.*, 2014), pero no con razas menos precoces como Corriedale donde se obtuvo rangos de pubertad de 0 a 47% (Banchero *et al.*, 2014; Piaggio *et al.*, 2014). La tasa ovulatoria de las corderas en su primera estación reproductiva fue alta y similar a la reportada para corderas de otros cruzamientos con Finnish Landrace (Banchero *et al.*, 2014).

CONCLUSIONES

En conclusión, los resultados del presente trabajo muestran que, si bien las ovejas estuvieron restringidas al 60% de sus requerimientos de EM durante 58 días de gestación (del día 48 al 106), habrían compensado posteriormente cualquier efecto negativo sobre el desempeño de los corderos predestete o de las corderas pre y posdestete. Dicha compensación sería posible siempre y cuando existan condiciones adecuadas de realimentación en la gestación tardía y durante toda la lactancia.

BIBLIOGRAFÍA

- Banchero G., Vázquez A., Quintans G., Ciappesoni G.** 2014. Estudio preliminar del crecimiento, desarrollo e indicadores reproductivos de hembras de seis biotipos ovinos en Uruguay. *Agrociencia Uruguay*, 18 (1), 117-127
- Boggiano P.; Zanoniani R. and Millot J.C.** 2005. Respuestas del campo natural a manejos crecientes de intervención. En Seminario de Actualización Técnica en manejo de campo natural (Serie Técnica 151), (eds. R Gómez Miller and MM Albicette), pp. 105–114. INIA, Montevideo, Uruguay.
- Da Silva, P.; Aitken, R.P.; Rhind, S.M., Racey, P.A. and Wallace, J.M.,** 2001. Influence of placentally mediated fetal growth restriction on the onset of puberty in male and female lambs. *Reproduction* 122, 375–383.
- Da Silva, P.; Aitken, R.P.; Rhind, S.M.; Racey, P.A. and Wallace, J.M.** 2002. Impact of maternal nutrition during pregnancy on pituitary gonadotrophin gene expression and ovarian development in growth-restricted and normally grown late gestation fetuses. *Reproduction* 123, 769–777.
- Da Silva, P.; Aitken, R.P.; Rhind, S.M.; Racey, P.A. and Wallace, J.M.,** 2003. Effect of maternal overnutrition during pregnancy on pituitary gonadotrophin gene expression and gonadal morphology in female and male foetal sheep at day 103 of gestation. *Placenta* 24, 248–257.
- Dýrmundsson Ó.R.** 1973: Puberty and early reproductive performance in sheep. I. Ewe lambs. *Animal Breeding Abstracts* 41, 273–289.
- Foster D.L.; Yellon S.M. and Olster D.H.,** 1985: Internal and external determinants of the timing of puberty in the female. *J Reprod Fertil* .75, 327– 344.
- Gunn, R.G. and Doney, J.M.,** 1973. The effects of nutrition and rainfall at the time of mating on the reproductive performance of ewes. *J Reprod Fertil* . Supplement 19, 253–258.
- Gunn, R.G.; Sima, D.A. and Hunter, E.A.;** 1995. Effects of nutrition *in utero* and in early life on the subsequent lifetime reproductive performance of Scottish Blackface ewes in two management systems. *Anim Sci* 60, 223–230.
- Hafez E.S.E.** 1959. Studies on the breeding season and *Reproduction* of the ewe. Part I. The breeding season in different environments. Part II. The breeding season in one locality *J Agr Sci* 42, 189-231
- Kenyon, P.R. and Blair, H.T.** 2014. Foetal programming in sheep – Effects on production. *Small Rumin. Res.*, 118, 16-30. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.12.021>.
- Leonhardt, M.; Lesage, J.; Dufourny, L.; Dickes-Coopman, A.; Montel, V. and Dupouy, J.P.,** 2002. Perinatal maternal food restriction induces alterations in hypothalamo–pituitary–adrenal axis activity and in plasma corticosterone binding globulin capacity of weaning rat pups. *Neuroendocrinology* 75, 45–54.
- Long, N. M.; Nijland, M. J.; Nathanielsz, P. W.; Ford, S. P.** 2010. The effect of early to mid-gestational nutrient restriction on female offspring fertility and hypothalamic-pituitary-adrenal axis response to stress. *J An Sci*, 88(6), 2029-2037
- López-Mazz, C. Baldi F., Quintans G., Kenyon P.R., Correa O., Regueiro M., Álvarez-Oxiley A. and Banchero G.E.** 2019. Effect of early shearing during gestation on the productive and reproductive behavior of female sheep offspring in their first 18 months of age. *Animal* (in press).

Murdoch, W.J.; Van Kirk, E.A.; Vonnahme, K.A.; Ford, S.P.; 2003. Ovarian responses to undernutrition in pregnant ewes, USA. *Reprod. Biol. Endocrinol.* 1, 6.

Piaggio, L.; Deschenaux H.; Baldi F.; Fierro S.; Quintans, G. and Banchemo, G. 2014. Plane of nutrition of Corriedale ewe lambs from foetal life to the onset of breeding affects weight at service and reproductive outcome. *Anim. Prod. Sci.* 55(8), 1011-1017

Piaggio, L.; Quintans, G.; San Julián, R.; Ferreira, G.; Ithurralde, J.; Fierro, S.; Pereira, A.S.C.; Baldi, F. and Banchemo, G.E. 2018. Growth, meat and efficiency traits of lambs born to ewes submitted to energy restriction during mid-gestation. *Animal*, 12, 256-264.
<https://doi.org/10.1017/S1751731117001550>

Rae, M.T.; Palassio, S.; Kyle, C.E.; Brooks, A.N.; Lea, R.G.; Miller, D.W. and Rhind, S.M. 2001. Effect of maternal undernutrition during pregnancy on early ovarian development and subsequent follicular development in sheep fetuses. *Reproduction* 122, 915-922

Rae, M.T.; Rhind, S.M.; Fowler, P.A.; Miller, D.W.; Kyle, C.E. and Brooks, A.N. 2002. Effect of maternal undernutrition on fetal testicular steroidogenesis during the CNS androgen-responsive period in male sheep fetuses. *Reproduction* 124, 33-39.

Rhind S.M.; Elston D.A.; Jones J.R.; Rees J.R.; McMillen S.R. and Gunn R.G. 1998. Effects of restriction of growth and development of Brecon Cheviot ewe lambs on subsequent lifetime reproductive performance. *Small Rumin Res*, 30, 121-6.

Rhind, S.M.; Rae, M.T. and Brooks, A.N. 2001. Effects of nutrition and environmental factors on the fetal programming of the reproductive axis. *Reproduction* 122, 205-214.

Rhind, S.M. 2004 Effects of maternal nutrition on fetal and neonatal reproductive development and function. *Animal Reproduction Science* 82-83 169-181.

Roca Fraga, F.J.; Lagisz, M.; Nakagawa, S.; Lopez-Villalobos, N.; Blair, H.T. and Kenyon, P.R. 2018. Meta-analysis of Lamb birth weight as influenced by pregnancy nutrition of multiparous ewes. *J. Anim. Sci.*, 96, 1962-1977. <https://doi.org/10.1093/jas/sky072>.

Sepúlveda N.G.; Risopatrón J.; Oberg J. and Neumann A. 2001. Pre and post partu supplementation of ewes: effect on the onset of puberty and reproductive activity of their female offspring. *Files of Veterinary Medicine* 33, 89-96.

Sosa, C.; Abecia, J.; Carriquiry, M; Vázquez, M.; Fernández-Foren, A.; Talmon, M.; Forcada, F.; Meikle, A. 2009. Effect of undernutrition on the uterine environment during maternal recognition of pregnancy in sheep. *Reprod Fert Develop.*, 21(7), 869-881

Taplin, D.E. and Everitt, G.C. 1964. The influence of prenatal nutrition on postnatal performance of Merino lambs. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 5, 72-81.

Villette, Y. and Theriez, M. 1981. Influence of birth weight on lamb performances. I. Level of feed intake and growth. *Ann. Zootech.* 30, 151-168.

Wu, G.; Bazer, F.W.; Wallace, J.M. and Spencer, T.E. 2006. Intrauterine growth retardation: Implications for the animal sciences. *J. Anim. Sci.*, 84, 2316-237.
<https://doi.org/10.2527/jas.2006-156>.