

EFECTO SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, REPRODUCTIVO Y LA RESPUESTA AL DESAFÍO PARASITARIO EN CORDERAS CUYAS MADRES FUERON ESQUILADAS A LOS 50 DÍAS DE GESTACIÓN

C. López-Mazz¹, F. Baldi², G. Quintans³, P.R. Kenyon⁴, O. Correa⁵, M. Regueiro¹, A. Álvarez-Oxiley¹, G.E. Banchemo⁶

RESUMEN

Este estudio evaluó el efecto de la esquila de ovejas a los 50 días de gestación en el crecimiento, el comportamiento reproductivo y la respuesta a un desafío de parásito gastrointestinal en la descendencia (corderas) desde el destete (104 días) hasta los 18 meses de edad. Se usaron cincuenta y siete corderas Ideal (Polwarth), 22 nacidas como únicas (S) y 35 nacidas como mellizas (T) de ovejas esquiladas a los 50 días de gestación (PS, n= 23) o esquiladas a los 62 días después del parto (U, Control, n = 34) dando como resultado 4 subgrupos: SPS: corderas únicas nacidas de ovejas esquiladas a los 50 días de gestación (n = 8), SU: corderas únicas nacidas de ovejas esquiladas postparto (n = 14), TPS: corderas mellizas nacidas de ovejas esquiladas a los 50 días de gestación (n = 15) TU: corderas mellizas nacidas de ovejas esquiladas postparto (n = 20). Todas las corderas se manejaron en conjunto sobre pasturas mejoradas con una asignación mínima de forraje de 6% de peso vivo en base a materia seca. El peso corporal, la condición corporal (CC) y el recuento de huevos de parásitos en heces se registraron cada 14 días desde el destete hasta los 18 meses de edad. Las concentraciones de progesterona se midieron semanalmente (de los 4 a los 10 meses de edad y de los 14 a los 18 meses de edad) para establecer el inicio de la pubertad. Se registró la tasa ovulatoria ($545 \pm 1,0$ d de edad). La esquila antes del parto no afectó la edad en la pubertad o la tasa ovulatoria, pero las corderas nacidas únicas

fueron más precoces ($P = 0,03$) y más pesadas ($P = 0,02$) en la pubertad que las corderas mellizas. Tanto el valor promedio del recuento de huevos de parásitos ($P = 0,07$) como el índice de Famacha ($P = 0,02$) para todo el período de estudio fueron más bajos en corderas nacidas de ovejas esquiladas antes del parto que las nacidas de ovejas esquiladas después del parto. En conclusión, la esquila a los 50 días de gestación no afectó el crecimiento o el comportamiento reproductivo de la descendencia. Sin embargo, las corderas hembras nacidas de ovejas esquiladas durante la gestación mostraron una mejor respuesta al desafío parasitario, pero se requiere más investigación para confirmarlo.

Palabras clave: esquila temprano, crecimiento, reproducción, inmunidad, corderas

ABSTRACT

This study evaluated the effect of shearing ewes at 50 day of gestation on the growth, reproductive behavior and response to a gastrointestinal parasite challenge in the female offspring from weaning (104 d) to 18 months old. Fifty-seven Polwarth female lambs were used, 22 single (S) and 35 twin (T) born to ewes either shorn at 50 days of pregnancy (PS, n = 23) or shorn at 62 days post-partum (U, control, n = 34) resulting in four sub-groups: SPS: single female lambs born to ewes shorn at 50 days of pregnancy (n = 8), SU: single female lambs born to ewes shorn postpartum (n = 14), TPS: twin

¹ Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay;

² Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, São Paulo, Brazil;

³ Programa Nacional de Investigación en Producción de Carne y Lana, INIA Treinta y Tres, Uruguay;

⁴ Sheep Research Centre, Institute of Veterinary, Animal and Biomedical Sciences, Massey University, Palmerston North, New Zealand;

⁵ Departamento de Parasitología Veterinaria, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay;

⁶ Programa Nacional de Investigación en Producción de Carne y Lana, INIA La Estanzuela, Uruguay.

females lambs born to ewes shorn at 50 days of pregnancy (n = 15) or TU: twin female lambs born to ewes shorn postpartum (n = 20). All progeny was managed together under improved pasture with a minimum forage allowance of 6% live weight on dry matter basis. Body weight, body condition score (BCS) and fecal eggs count was recorded every 14 d from weaning to 18 months of age. Concentrations of progesterone were measured weekly (from 4 to 10 months of age and from 14 to 18 months of age) to establish the onset of puberty. Ovulation rate (545 ± 1.0 d old) was recorded. Prepartum shearing did not affect the age at puberty or the ovulation rate, but those female lambs born as singles were more precocious ($P = 0.03$) and heavier ($P = 0.02$) at puberty than twin born female lambs. Both the average value of parasite egg count ($P = 0.07$) and the Famacha index ($P = 0.02$) for the entire study period were lower in female lambs born to prepartum shorn ewes than those born to postpartum shorn ewes. In conclusion, shearing at 50 days of gestation did not affect the growth or the reproductive behavior of female offspring. However, female lambs born from ewe shorn during gestation showed a better response to the parasite challenge, but further research is required to confirm this.

INTRODUCCIÓN

La esquila previa al parto es una herramienta de manejo ampliamente difundida entre los criadores de ovejas y ha sido asociada con interesantes mejoras en la eficiencia reproductiva y en el desempeño productivo de las ovejas (Montossi et al., 2005). Sin embargo, la magnitud del incremento del peso vivo en los corderos y la especificidad en el tipo de parto (corderos nacidos únicos o mellizos) varía según los días de gestación y el estado de desarrollo que presenta la unidad fetoplacentaria al momento de realizar la esquila (Kenyon et al., 2003).

Muchos de los trabajos de investigación nacional (Banchero et al., 2010; Sphor et al., 2011; De Barbieri et al., 2018) e internacio-

nal (Smeaton et al., 2000; Morris et al., 2000; Kenyon et al., 2003) han reportado beneficios de la esquila preparto realizada a mitad de gestación (70-90 días post-servicio) sobre el peso vivo y supervivencia al nacimiento y destete. La mayor tasa de destete se ha relacionado con el peso vivo al nacimiento (Kenyon et al., 2003), consumo de calostro y vigor de los corderos recién nacidos (Banchero et al., 2009; 2010), aunque, no se descarta que existan otros factores que afecten la supervivencia de los corderos en respuesta a este manejo.

A su vez, la esquila realizada en el primer tercio de la gestación también mejoró el peso vivo de los corderos al nacimiento y al destete (Morris et al., 2000; Sphor et al., 2011). Del mismo modo y más recientemente, López-Mazz et al. (2017) reportaron que los corderos únicos y mellizos cuyas madres fueron esquilados a los 50 días de gestación fueron más pesados al nacimiento y al destete, que los corderos nacidos de ovejas esquiladas después del parto. Asimismo, los corderos mostraron un mayor vigor al nacimiento al intentar y lograr mamar más rápidamente que los corderos nacidos de ovejas esquiladas después del parto. Ese mayor vigor en la primera hora de vida ha sido relacionado con una mayor duración de la gestación y, con órganos y tejidos fetales que al momento del parto presentan un grado de madurez tal que le permita adaptarse rápidamente a la vida extrauterina (Banchero et al., 2010).

La mayoría de los trabajos de esquila a mitad de la preñez, han estudiado principalmente los efectos a corto plazo, desde el nacimiento hasta el momento del destete de los corderos (Kenyon et al., 2003). De este modo, no hay información sobre los posibles efectos de la esquila temprano en la gestación sobre el crecimiento y desarrollo y el comportamiento productivo en la vida adulta de los animales. Esto podría ser de mucho interés ya que la esquila en el primer tercio de la gestación coincide con el momento donde se está dando el proceso de organogénesis fetal (Hyttel et al., 2010), y crecimiento activo de la placenta (Kelly, 1992). La esquila

en gestación temprana resulta en cambios metabólicos y hormonales (Symonds et al., 1986; Sherlock et al., 2003) debido al estrés por frío una vez que se retira el vellón a la oveja (Corner et al., 2010). De esta manera, la partición de nutrientes entre la madre y el feto cambia a favor del feto (Thompson et al., 1982), aumenta la nutrición útero-fetal (Reynolds y Redmer, 1995), todo lo cual puede influir positivamente en la programación del desarrollo fetal respecto a los corderos nacidos de ovejas sin esquilas en ese momento.

Estudios previos han informado que una nutrición deficiente en los dos primeros tercios de la gestación puede afectar el crecimiento y el desarrollo corporal (Gluckman y Hanson, 2004; Greenwood et al., 2010), la salud (Cronjé, 2003) y el desarrollo de los órganos reproductivos y la función reproductiva en la vida adulta de hembras (Rae et al., 2002; Ashworth et al., 2005).

En las ovejas, el período de máximo crecimiento placentario ocurre entre los 30 y 80 días de gestación, quedando a los 40 días preñez establecido de manera definitiva el número final de placentomas (Kelly, 1992). En este momento, hay un marcado aumento en la vascularización de la placenta (Grazul-Bilska et al., 2011) y, en consecuencia, un aumento del flujo sanguíneo uterino placentario (Reynolds et al., 2010). Estos cambios ayudan a proporcionar un mayor nivel de sustrato energético (Reynolds y Redmer, 1995) que puede influir en el crecimiento y el desarrollo del feto, lo que, a su vez, podría tener implicaciones para el rendimiento a largo plazo de la descendencia.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la esquila a los 50 días de gestación sobre el desempeño productivo y reproductivo de las corderas, desde el destete hasta los 18 meses de edad. Además, examinar los efectos de la esquila temprana sobre el conteo de huevos de parásitos gastrointestinales en la materia fecal como un indicador indirecto de la carga parasitaria de la descendencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre diciembre del 2012 y marzo del 2014, en la Unidad Experimental de Ovinos del INIA La Estanzuela Uruguay (latitud 34°19'57 "S, longitud 57°40'07" W). El experimento fue diseñado y ejecutado en acuerdo con las directivas experimentales del Comité de Experimentación Animal de la Universidad de la República (UDELAR) (Permiso número: 111400-000079-12). Las corderas que se usaron en este estudio siguieron un diseño experimental presentado con más detalle en López-Mazz et al. (2017).

En resumen, 155 ovejas de raza Ideal (tipo lanero) fueron seleccionadas de una única majada (PC, $46,4 \pm 0,7$ kg y CC, $2,0 \pm 0,03$ escala de 0–5; Russel et al., 1969), y el celo sincronizado con 2 dosis de 160 mg de Delprostenate (Glandinex, Universal Laboratorio, Montevideo, Uruguay) con 11 días de diferencia y posteriormente inseminadas artificialmente (otoño), entre el 15 de abril y el 3 de mayo (90,3% preñez final). En el día ≈ 40 de gestación, las ovejas fueron revisadas por ecografía para determinar preñez y carga fetal y en el día $50 \pm 0,5$ de gestación la mitad de las ovejas (gestando un cordero y mellizos) fueron esquiladas (7 de junio, fin otoño) usando un peine de cobertura, con un remanente de lana mínimo de 7 mm (de Barbieri et al., 2005). Las ovejas fueron asignadas según el peso y condición corporal a un diseño factorial de 2 por 2, que incluía el tiempo de esquila (preparto (PS, $50 \pm 0,5$ de gestación) y posparto (U, $62 \pm 0,6$ días)) y carga fetal (único (S) y mellizo (T)) dando como resultado los siguientes tratamientos: ovejas gestando un solo cordero esquiladas a los 50 días de gestación (SPS), ovejas gestando un solo cordero esquiladas después del parto (SU), ovejas gestando mellizos esquiladas a los 50 días de gestación (TPS) y ovejas gestando mellizos esquiladas después del parto (TU). Las corderas nacidas de estas ovejas fueron usadas en este estudio. El peso corporal de las corderas al destete fue de $21,2 \pm 5,1$; $20,6 \pm 2,9$; $16,1 \pm 2,9$ y $16,6 \pm 4,0$ kg para SPS, SU, TPS y TU respectivamente.

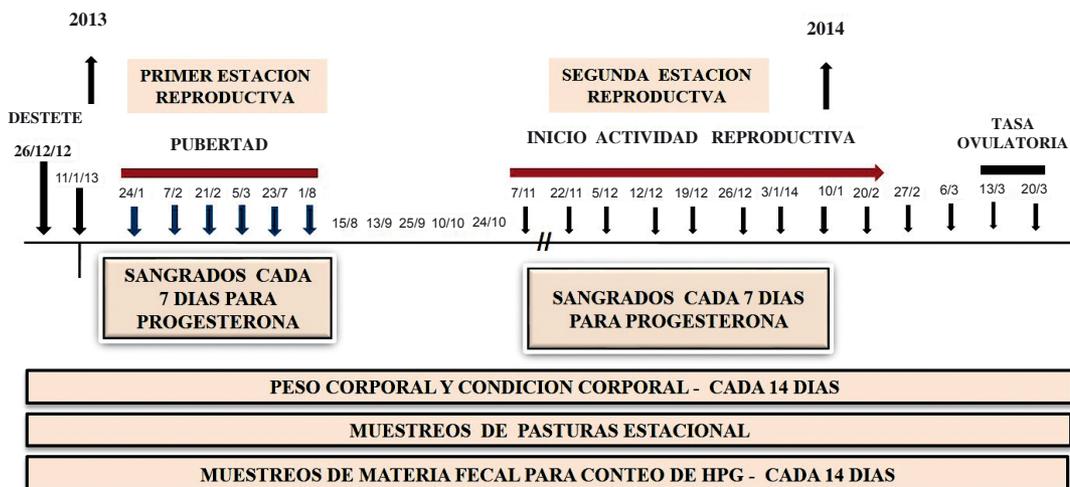


Figura 1. Protocolo experimental. Variables analizadas: peso corporal, condición corporal, concentración plasmática de progesterona, conteo de huevos de parásitos en materia fecal (HPG), muestreos de pasturas

Animales y diseño experimental

El experimento comenzó en el momento del destete de las corderas (104 ± 7 días) y se extendió hasta los 18 meses de edad. Se usaron 57 corderas pertenecientes a los siguientes grupos experimentales: (i) corderas nacidas de partos únicos de ovejas esquiladas a los 50 días de gestación (SPS, $n = 8$), (ii) corderas nacidas de parto único de ovejas esquiladas posparto (SU, $n = 14$), (iii) corderas nacidas de partos dobles esquiladas a los 50 días de gestación (TPS, $n = 15$) y (iv) corderas nacidas de partos dobles esquiladas posparto (TU, $n = 20$).

Las corderas fueron manejadas como una sola majada y pastorearon *ad libitum* sobre pasturas mejoradas de alfalfa (*Medicago sativa*) o una mezcla de trébol rojo (*Trifolium pratense*) y raigrás (*Lolium multiflorum*) con un mínimo de oferta de forraje del 6% del peso vivo (9.8 MJ de energía metabolizable (EM)/kg de materia seca (MS), con acceso permanente a agua de buena calidad (ver cuadro 1 en el trabajo de los corderos).

Peso corporal y escala de condición corporal

Cada 14 días se registró el peso corporal (PC) desde el destete y hasta los 18 meses de edad y los datos se usaron para estimar la ganancia media diaria (GMD). La condición corporal (CC) se registró cada 14 días, desde 4,4 meses de edad (escala de 1-5; Russel et al., 1969) hasta los 18 meses de edad.

VARIABLES REPRODUCTIVAS

Edad al comienzo de la pubertad

A partir de los 4,4 meses de edad se tomaron muestras de sangre semanalmente ($132 \pm 1,0$ hasta los $321 \pm 7,5$ días de edad) para determinar las concentraciones de progesterona en plasma y el inicio de la pubertad (~ 4 a 10 meses de edad).

La sangre se colectó por venopunción yugular, se centrifugó (2,000 g/15 min) a temperatura de laboratorio dentro de la primera hora de la recolección y el plasma se congeló a -20°C hasta el análisis hormonal (Laboratorio de Endocrinología en la Facultad de Agronomía, UDELAR). La concentración de progesterona

se determinó por radioinmunoensayo (RIA) en fase sólida (Coat and Count, Diagnostic Products Co, Siemens, Estados Unidos). El límite de detección fue de 0,02 ng /mL, y el coeficiente de variación intra e inter-ensayo para el inicio de la pubertad fue de 10% y 8,5% en control bajo (0,6 ng/mL) y 11% y 7,8% en el control alto (7,7 ng/mL). El inicio de la pubertad endócrina se determinó como el primer aumento en la concentración de progesterona en plasma ≥ 1 ng/mL, seguido de al menos dos valores consecutivos mayores o iguales a 0,6 ng / mL (Kotsampasi et al., 2009). Adicionalmente, se confirmó el inicio de la actividad ovárica por ultrasonografía transrectal por la presencia de estructuras lúteales en la superficie del ovario.

Actividad ovárica (AO) en la segunda estación reproductiva

A partir de noviembre (7 de noviembre, 416 días de edad en promedio) y hasta el mes de febrero (20 de febrero, 490 días de edad), se tomaron muestras de sangre a intervalos semanales para determinar la concentración de progesterona en plasma y establecer el comienzo de la actividad ovárica de las corderas en la siguiente estación reproductiva (ver: protocolo experimental)

Tasa ovulatoria (TO)

La TO se determinó al inicio del otoño (18 meses de edad, 17 de marzo de 2014) por ultrasonografía transrectal con un escáner en modo B (Aloka 500 con una sonda lineal de 7,5 MHz, Tokyo, Japan). El estro se detectó con carneros vasectomizados (relación luz-oscuridad 12h 23/11h 37) y la TO se estimó contando el número de cuerpos lúteos 6 a 7 días después de la segunda inyección de prostaglandina F₂ α (160 mg Delprostenate, Glandinex, Lab. Universal Uruguay).

Recuento de huevos por gramo de parásitos gastrointestinales (FEC, huevos/ g de materia fecal

Cada 14 días (desde 30 d post-parto y hasta los 18 meses de edad) se determinó la carga de parásitos gastrointestinales a una muestra de las corderas experimentales (PS, n = 23 y U, n = 34) a través del recuento de huevos por gramo (HPG) de materia fecal (MF), utilizando una precisión de 40 HPG (Lab. de Parasitología de la Facultad de Veterinaria, UDELAR). Se utilizó un tratamiento antihelmíntico selectivo (sistema FAMACHA) en aquellos casos en que la carga individual de parásitos podría comprometer la salud de los animales. Se calculó un índice de dosificación total (IDT = número total de dosificaciones antihelmínticas durante el período experimental dividido por el número total de animales), y un índice de Famacha (IF = número de dosis antihelmínticas selectivas dividido por el número total de corderos) a los efectos de estimar la respuesta inmunitaria de los animales a el desafío parasitario.

Estudios cuantitativos de la infestación por parásitos gastrointestinales en rumiantes han permitido establecer que la distribución de la carga parasitaria dentro de los individuos de una misma población no presenta una distribución normal, y en cambio, es común encontrar altas cargas de parásitos en pocos animales (Nari et al., 2003), por este motivo para el análisis de esta variable se consideraron solo los registros con conteos de huevos superiores a los 500 HPG. Recuentos de HPG inferiores a este valor, generalmente indican bajas cargas parasitarias o animales en un estado de resiliencia, que se considera que no se vería comprometido el comportamiento productivo de los animales (Ueno and Goncalves, 1998).

Cuadro 1. Media \pm (eem) del peso corporal, escala de condición corporal, transformación logarítmica de la cantidad de huevos por gramo de parásitos gastrointestinales en la materia fecal, índice de famacha (IF) e índice de dosificación total (IDT), en las corderas nacidas de ovejas esquiladas pre-parto y esquiladas post-parto.

Parámetros	Esquila Preparto (50 d)	Esquila Postparto (62 d)
Número de corderos	23	34
Peso corporal (kg)	31,1 \pm 0,8	30,7 \pm 0,7
Condición corporal (unidades)	2,0 \pm 0,02	1,9 \pm 0,02
Conteo de huevos log10 (HPG)	3,27 \pm 0,09 ^b	3,34 \pm 0,06 ^a
Número de muestras	104	151
Índice de Famacha (IF)	0,87 ^b	2,14 ^a
Índice de dosificación total (IDT)	4,5 \pm 0,17	5,0 \pm 0,12

Cuadro 2. Edad a la pubertad, cantidad de corderas que alcanzaron la pubertad (%), cantidad de corderas que mostraron actividad ovárica en la segunda temporada de reproducción (%), edad al comienzo de la actividad ovárica en la segunda estación reproductiva y tasa ovulatoria (TO, número total de cuerpos lúteos (CL) en relación con el número total de corderas que exhiben celo).

Parámetros	Esquila Preparto (50 d)	Esquila Postparto (62 d)
Número de corderos	23	34
Edad a la pubertad (días)	196,8 \pm 5,6	196,6 \pm 4,4
Pubertad (%)	65,2 % (15/23)	62,8 % (23/34)
Actividad ovárica (%) 2 ^{da} "estación reproductiva"	100 % (23/23)	100 % (34/34)
Edad (días)	312,9 \pm 10,2	314,5 \pm 8,2
TO (número de cuerpos lúteos (CL))	1,33 \pm 0,07 (65/49)	1,36 \pm 0,06 (91/67)

Análisis estadístico

Las variables de PC, CC, concentración plasmática de testosterona, los parámetros de desarrollo corporal in vivo (AOB, EGS, P8) y el conteo de HPG se analizaron utilizando un diseño de medidas repetidas utilizando los procedimientos MIXED de SAS. Previo al análisis, los valores de conteo de huevos por gramo se sometieron a transformación logarítmica (Log10 (x+1)) para homogenizar las varianzas. El modelo incluyó el tratamiento de esquila, el número de corderos (únicos versus mellizos) y sus interacciones como efectos fijos; con los corderos dentro

de cada grupo como un efecto aleatorio. Los valores de IDT y IF se analizaron usando GLM con el procedimiento GENMOD, suponiendo una distribución multinomial. La edad en días a la pubertad se analizó por ANOVA con el procedimiento PROC MIXED. Los datos de la tasa ovulatoria se analizaron con un modelo no lineal asumiendo una distribución binomial de la variable utilizando el procedimiento GENMOD. Se utilizó el test de Tukey para la separación de medias ($P < 0,05$), y las diferencias se consideraron significativas a $P \leq 0,05$ y una tendencia P de $\geq 0,05$ y $\leq 0,1$. Los valores se presentan como media \pm error de la media (EEM).

RESULTADOS

Peso corporal y condición corporal

Durante el período experimental el tratamiento de esquila no afectó el PC y la CC de las corderas (Cuadro 1).

Variables reproductivas

El número de corderas que alcanzaron la pubertad en su primer otoño de vida y la edad a la que lo hicieron no fue afectado ni por el tratamiento de esquila ni por la carga fetal (Cuadro 2). El PC a la pubertad fue mayor ($P = 0,02$) en las corderas nacidas de ovejas esquiladas pre-parto temprano, que las de ovejas esquiladas post-parto ($29,0 \pm 0,5$ vs. $27,9 \pm 0,6$ kg, PS y U, respectivamente). El PC de las corderas nacidas de partos únicos fue mayor a la pubertad ($29,1 \pm 0,8$ vs. $27,7 \pm 0,6$ kg; $P = 0,02$) y alcanzaron la pubertad a edad más temprana ($P = 0,03$; $188,6 \pm 5,5$ vs. $204,7 \pm 0,6$ días) que sus contrapartes, las corderas mellizas.

Diecinueve de las 57 corderas estudiadas (33%) no alcanzaron la pubertad en el primer otoño de vida. Ocho (34,7%) de las 23 corderas cuyas madres fueron esquiladas pre-parto (partos únicos = 2 y mellizos = 6) y 11 (32%) de las 34 corderas cuyas madres fueron esquiladas después del parto (partos únicos = 4 y mellizos = 7), no presentaron actividad ovárica en su primer año de vida. Todas las corderas presentaron actividad ovárica en la segunda estación reproductiva de su vida. Las corderas mellizas fueron más precoces en el siguiente otoño ($297,7 \pm 8,5$ vs. $329,1 \pm 10,2$ días de edad, $P = 0,02$) y con un PC más bajo ($38,3 \pm 1,1$ y $41,3 \pm 1,3$ kg, $P = 0,10$) que las nacidas como únicas (Cuadro 2).

La TO no fue diferente entre las corderas de los diferentes tratamientos (Cuadro 2)

Recuento de huevos por gramo de parásitos gastrointestinales

El recuento de HPG en la MF presentó una tendencia a ser menor ($P = 0,07$) en las cor-

deras de esquila pre-parto que en las de esquila post-parto (Cuadro 1). Durante el período experimental no se detectaron diferencias en los HPG de progenie nacidas únicas y mellizas. Sin embargo, el conteo de HPG fue afectado significativamente por el tiempo de evaluación ($P < 0,0001$). El IF fue significativamente más alto en las corderas únicas de esquila posparto ($P = 0,03$, Cuadro 1) que las de esquila preparto ($0,5 \pm 0,2$ vs. $0,8 \pm 0,2$). El IDT no fue afectado por los tratamientos.

DISCUSIÓN

En las condiciones en que se realizó este estudio, la esquila temprano en la gestación no afectó el peso corporal de las corderas en el período del destete hasta los 18 meses de edad. Esta respuesta es similar a la registrada al nacimiento y al destete, y no mostró cambios desde el destete en adelante. En cambio, las corderas nacidas de partos únicos fueron más pesadas que las mellizas durante todo el período de estudio.

El número de corderas que alcanzó la pubertad en el primer otoño de vida y la edad a la cual lo lograron, no fue diferente entre tratamientos. La esquila a los 50 días de gestación coincide con un período de activo crecimiento y desarrollo de tejidos y órganos fetales, especialmente aquellos que integran el sistema reproductivo y los mecanismos neuroendócrinos que lo regulan (Rhind, 2004; Ashworth et al., 2005). Aunque, la etapa de organogénesis fetal es muy sensible a la acción de factores ambientales, el estímulo de la esquila en la gestación temprana no logró cambiar el camino establecido previamente para el desarrollo y comportamiento reproductivo. Es posible, que las prioridades energéticas en la etapa del desarrollo embrionario estén focalizadas en otros órganos y sistemas más importantes para la vida del feto (Orsgerby et al., 2002). Adicionalmente, el bajo número de animales experimentales utilizados también puede representar una limitante para la identificación de posibles efectos de la esquila temprano sobre la progenie.

En este estudio, los corderos nacidos de partos únicos fueron más pesados a la pubertad y más precoces que los mellizos. Esta relación entre el peso corporal y el inicio temprano de la pubertad ya fue mencionada por Foster et al. (1985).

La esquila temprano se asoció con una disminución en el número de huevos por gramo de parásitos gastrointestinales en la materia fecal y con un valor de índice de Famacha más bajo respecto al de las corderas controles. Existe evidencia de que tanto la nutrición (More, 1998) como el estrés (Tuchscherer et al., 2002) pueden afectar el sistema inmune del feto en crecimiento (Liu et al., 2015). De hecho, Cronjé (2003) reportó que la nutrición y el estrés durante la gestación pueden afectar la expresión génica del sistema inmune, y que estos efectos pueden persistir por periodos prolongado en el animal. Por otra parte, Rooke et al. (2010) informaron de incrementos en el recuento de huevos de parásitos gastrointestinales en la MF en corderos menores a un año de edad nacidos de ovejas restringidas nutricionalmente en la primera mitad de la gestación. De todas maneras, los resultados de este estudio deben interpretarse con cautela, y es necesario repetir estos estudios antes de sacar conclusiones.

La esquila en invierno durante la mitad de la gestación incrementa los requerimientos energéticos de la oveja, para poder aumentar la producción de calor con el fin de mantener la temperatura corporal. Sin embargo, los estudios han demostrado que la esquila invernal de ovejas en pastoreo no provoca un aumento en la ingesta. En estas condiciones, las ovejas pueden entrar en un balance energético negativo, por lo cual se va a reducir la energía disponible para la placenta y el feto, y en consecuencia afectando su desarrollo (Kenyon et al., 2003). Sin embargo, cuando la esquila se realiza a los 50 días de gestación, la oveja no va a encontrar restricciones para incrementar el consumo,

siempre que exista una oferta de forraje adecuada. El estrés por frío debido a la esquila produce cambios metabólicos y hormonales en la hembra preñada, que se traducen en incrementos en la concentración plasmática de glucosa (Symonds et al., 1986) y de ácidos grasos no esterificados en la sangre de las ovejas (Sherlock et al., 2003), incrementando el aporte de glucosa a la placenta y consecuentemente su disponibilidad al feto.

Sin embargo, el evento de estrés asociado con la esquila parece ser un evento a corto plazo, del cual la hembra se recupera rápidamente. Por lo tanto, puede que no sea sorprendente, que la esquila en el día 50 de gestación haya tenido poco impacto en la progenie en este estudio. Posiblemente, el estímulo generado por la esquila temprana no fue capaz de establecer un flujo de nutrientes diferencial al feto, de acuerdo con los diferentes tratamientos de esquila. Es posible que los cambios esperados en el crecimiento corporal y el comportamiento reproductivo hayan sido anulados o compensados por la buena nutrición, aún en condiciones de pastoreo.

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones en que se realizó este estudio, la esquila de ovejas pastoreando pasturas mejoradas a los 50 días de gestación no afectó el crecimiento y el comportamiento reproductivo en la descendencia, desde el destete y hasta los 18 meses de edad. Curiosamente, las corderas cuyas madres fueron esquiladas en el primer tercio de gestación respondieron mejor al desafío de los parásitos gastrointestinales que las corderas nacidas de ovejas esquiladas después del parto. Dado que los parásitos gastrointestinales comprometen gravemente el crecimiento y la salud de los corderos después del destete, y representan una limitación económica importante en la industria ovina, se justifica mayor investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Ashworth, C.J.; McEvoy, T.G.; Rooke, J.A.; Robinson, J.J. 2005. Nutritional programming of physiological systems throughout development. *Trends in Developmental Biology* 1, 117-129.

Banchero, G. E.; Quintans, G.; Lindsay, D. R.; Milton J. T. B. 2009. A pre-partum lift in ewe nutrition from a high-energy lick or maize or by grazing *Lotus uliginosus* pasture, increases colostrum production and lamb survival. *Animal* 3:8, 1183-1188. doi:10.1017/S175173110900457

Banchero, G.; Vázquez, A.; Montossi, F.; De Barbieri, I.; Quintans, G. 2010. Pre-partum shearing of ewes under pastoral conditions improves the early vigour of both single and twin lambs. *Anim. Prod. Sci.* 50, 309-314. doi: 10.1071/AN09127

Bauer, M.K.; Harding, J.E.; Bassett, N.S.; Breier, B.H.; Oliver, M.H.; Gallaher, B.H.; Evans, P.C.; Woodall, S.M.; Gluckman, P.D. 1998. Fetal growth and placental function. *Molecular and Cellular Endocrinology* 140, 115-120. doi: 10.1016/s0303-7207(98)00039-2

Corner, R.A.; Kenyon, P.R.; Stafford, K.J.; West, D.M.; Oliver, M.H. 2010. The effect of different types of stressors during mid- and late pregnancy on lamb weight and body size at birth. *Animal* 4, 2065–2070. doi.org/10.1017/S1751731110001321

Cronjé, P.B. 2003. Foetal programming of immune competence. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 43, 1427-1430. doi.org/10.1071/EA03005

De Barbieri, I.; Montossi, F.; Dighiero, A.; Martínez, H.; Nolla, M.; Luzardo, S.; Mederos, A.; Zamit, W.; Levratto, J.; Frugoni, J.; Lima, G.; Costales, J. 2005. Alternativas de la esquila preparto temprana. Evaluación del impacto del tipo de peine. In 'Seminario de Actualización técnica: reproducción ovina. Recientes avances realizados por el INIA, Uruguay'. Serie de actividades de Difusión 401, 104-114. (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) Treinta y Tres y Tacuarembó: Tacuarembó, Uruguay).

De Barbieri, I.; Montossi, F.; Viñoles, C.; Kenyon, P.R. 2018. Time of shearing the ewe not only affects lamb live weight and survival at birth and weaning, but also ewe wool production and quality. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 61, 57-66.

Foster, D.L.; Yellon, S.M.; Olster, D.H. 1985. Internal and external determinants of timing of puberty in the female. *Journal of Reproduction & Fertility* 75, 327-344.

Gluckman, P. D.; HANSON, M. A. 2004. Developmental Origins of Disease Paradigm: A Mechanistic and Evolutionary Perspective. *Pediatric Research*, 56(3): 311-317 doi: 10.1203/01.PDR.0000135998.08025.FB

Greenwood, P.L.; Thompson, A.; Ford, S.P. 2010. Postnatal consequences of the maternal environment and growth during prenatal life for productivity of ruminants. In *Managing the prenatal environment to enhance livestock productivity* (eds. PL Greenwood, AW Bell, PE Vercoe and GJ Viljoen), pp. 3-36. Springer Science Business Media, Dordrecht, Netherlands.

Grazul-Bilska, A.T.; Johnson, M.L.; Borowicz, P.P.; Minten, M.; Bilski, J.J.; Wroblewski, R.; Velimirovich, M.; Coupe, L.R.; Redmer, D.; Reynolds, L.P. 2011. Placental development during early pregnancy in sheep: cell proliferation, global methylation, and angiogenesis in the fetal placenta. *Reproduction* 141: 529-540. doi: 10.1530/REP-10-0505

- Gunn, R.G.; Sim, D.A.; 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. *Animal Science*, 60: 223-230. doi.org/10.1017/S1357729800008389
- Heasman, L.; Clarke, L.; Stephenson, T.J.; Symonds, M.E.** 1999. The influence of maternal nutrient restriction in early to mid-gestation on placental and fetal development in sheep. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58: 283-288.
- Hyttel, P.; Sinowatz, F.; Vejsted, M.** 2010. *Domestic Animal Embryology*. Saunders Elsevier. Chapter 9.
- Ehrhardt, R.A.; Bell, A.W.** 1995. Growth and metabolism of the ovine placenta during mid-gestation. *Placenta*, 16: 727-741.
- Kelly, R.W.** 1992. Nutrition and placental development. *Proceedings of the Nutrition Society of Australia* 17, 203-211.
- Kenyon, P.R.; Morris, S.T.; Revell, D.K.; McCutcheon, S.N.** 2003. Shearing during pregnancy - review of a policy to increase birth-weight and survival of lambs in New Zealand pastoral farming systems. *New Zealand Veterinary Journal*, 51: 200-207. doi.org/10.1080/00480169.2003.36368
- Kotsampasi, B.; Chadio, S.; Papadomichelakis, G.; Deligeorgis, S.; Kaliogiannis, D.; Menegatos, I.; Zervas, G.** 2009. Effects of maternal undernutrition on the hypothalamic-pituitary-gonadal axis function in female sheep offspring. *Reproduction in Domestic Animals*, 44: 677-684. doi: 10.1111/j.1439-0531.2007.01046.x
- López-Mazz, C.; Baldi, F.; Quintans, G., Banchemo, G.** 2017. Shearing ewes in the first third of gestation improves offspring performance. *Anim. Prod. Sci.* 58, 1908-1914
- Liu, Y.; He, S.; Zhang, Y.; Xia, W.; Li, M.; Zhang, C.; Gao, F.** 2015. Effects of intrauterine growth restriction during late pregnancy on the development of the ovine fetal thymus and the T-lymphocyte subpopulation. *American Journal of Reproductive Immunology*, 74: 26-37. doi: 10.1111/aji.12371.
- Montossi, F.; De Barbieri, I.; Digiero, A.; Martínez, H; Nolla, M; Luzardo, S; Mederos, A; San Julian, R; Zamit, R; Levratto, W; Frugoni, J; Lima, G; Costales, J.** 2005. La esquila parto temprana: una nueva opción para la mejora reproductiva ovina. In 'Seminario de Actualización técnica: reproducción ovina. Recientes avances realizados por el INIA, Uruguay'. Serie de actividades de Difusión 401, 85-103. (National Institute of Agricultural Research (INIA): Treinta y Tres y Tacuarembó: Tacuarembó, Uruguay).
- Moore, S.E.** 1998. Nutrition, immunity and the fetal and infant origins of disease hypothesis in developing countries. *Proceedings of the Nutrition Society* 57, 241-247. doi.org/10.1079/PNS19980038
- Morris, S.T.; McCutcheon, S.N.** 1997. Selective enhancement of growth in twin foetuses by shearing ewes in early gestation. *Anim Sci.* 65:105-110. doi.org/10.1017/S1357729800016350
- Nari, A.; Eddi, C.; Martins, J.R.; Benavides, E.** 2003. Resistencia a los Antiparasitarios: Estado actual con énfasis en América Latina. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal 157. FAO, Rome, Italy, pp.16.
- Morris, S.T.; McCutcheon, S.N.; Revell, D.R.** 2000. Birth weight responses to shearing ewes in early to mid-gestation. *Animal Science* 70, 363-9. doi.org/10.1017/S1357729800054825
- Osgerby, J.; Wathes, C.; Howard, D.C.; Gadd, T.S.** 2004. The effect of maternal undernutrition on the placental growth trajectory and the uterine insulin-like growth factor axis in the pregnant ewe. *Journal of Endocrinology* 182, 89-103 doi: 10.1677/joe.0.1820089

- Paten, A.M.; Asmad, K.; Loureiro, M.F.P.; Kenyon, P.R.; Pain, S.J.; Peterson, S.W.; Pomroy, W.E.; Scott, I.; Blair, H..T** 2011. The effects of dam nutrition during pregnancy on the postnatal growth and puberty attainment of ewe progeny. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 71, 56-58.
- Rhind, S.M.** 2004. Effects of maternal nutrition on fetal and neonatal reproductive development and function. *Animal Reproduction Science* 82-83, 169-181.
doi: 10.1016/j.anireprosci.2004.04.003
- Reynolds, L.P.; Redmer, D.A.** 1995. Uteroplacental vascular development and placental function. *J. Anim. Sci.* 73(6):1839-51.
doi: <https://doi.org/10.2527/1995.7361839x>
- Russel, A.J.F.; Doney, J.M.; Gunn, R.G.** 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 72, 451-454.
<https://doi.org/10.1017/s0021859600024874>
- Rooke, J.A.; Houdijk, J.G.M.; McIlvaney, K.; Ashworth, C.J.; Dwyer, C.M.** 2010. Differential effects of maternal undernutrition between days 1 and 90 of pregnancy on ewe and lamb performance and lamb parasitism in hill or lowland breeds. *Journal of Animal Science* 88, 3833-3842.
doi.org/10.2527/jas.2010-2991
- Sherlock, G.R.; Kenyon, P.R.; Morris, S.T.; Parkinson, T.J.** 2003. Metabolic changes in ewes shorn during mid-pregnancy. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 63:144-148. ISSN 0370-2731/2003
- Smeaton, D.C.; Webby, R.W.; Tarbotton, I.S.; Clayton, J.B.** 2000. The effects of shearing Finnish Landrace x Romney ewes in mid-pregnancy on lamb survival, birthweights and other weights. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 45, 58-60.
- Sphor, L.; Banchemo, G.; Correa, G.; Osorio, M.T.M.; Quintans, G.** 2011. Early prepartum shearing increases milk production of wool sheep and the weight of the lambs at birth and weaning. *Small Ruminant Research* 99, 44-47.
doi:10.1016/j.smallrumres.2011.03.007
- Symonds, M.; Bryant, M.J.; Lomax, M.A.** 1986. The effect of shearing on the energy metabolism of the pregnant ewe. *Br J Nutr.* 56 (3):635-43. doi: 10.1079/BJN19860144
- Thompson, G.E.; Bassett, J.M.; Samson, D.E.; Slee, J.** 1982. The effects of cold exposure of pregnant sheep on foetal plasma nutrients, hormones and birth weight. *Br. J. Nutr.* 48, 59-64.
- Tuchscherer, M.; Kanitz, E.; Otten, W.; Tuchscherer.** 2002. Effects of prenatal stress on cellular and humoral immune response in neonatal pigs. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 86, 195-203.
doi: 10.1016/s0165-2427(02)00035-1
- Ueno, H.; Goncalvez, P.C.** 1998. Manual para diagnóstico de helmintos de ruminantes. 4th ed. Japan International Cooperation Agency (JICA), Tokyo, Japan. 143p.