

Efectos de la restricción nutricional durante la gestación sobre la producción de leche de ovejas Pampinta y la respuesta productiva de los corderos

Effects of nutritional restriction during gestation on milk production of Pampinta ewes and the productive response of lambs

Stazionati, Micaela Fiorela

INTA EEA Anguil - La Pampa; Argentina

DOI: <https://doi.org/10.59872/icu.v9i14.589>

Contacto: stazionati.micaela@inta.gob.ar

Recepción: 25/08/2025; Aceptación: 05/11/2025;

Publicación: 28/11/2025

Palabras claves: restricción nutricional, ovinos Pampinta, producción de leche, fertilidad, calidad de la canal y carne

Keywords: nutrition restriction, Pampinta ewes, milk production, fertility, carcass and meat quality

Resumen

Los ovinos se encuentran ampliamente distribuidos en Argentina debido a su rusticidad y adaptabilidad. En los sistemas pastoriles extensivos, las ovejas gestantes suelen experimentar periodos de subnutrición por la baja disponibilidad y calidad de las pasturas. Este estudio evaluó los efectos de la subnutrición gestacional sobre la reproducción y producción láctea de las ovejas, el desarrollo de sus crías y la calidad de la carne de los corderos machos. Ciento ocho ovejas Pampinta preñadas fueron asignadas aleatoriamente a dos grupos: control (T), alimentadas según sus requerimientos, y restricción nutricional (RN), con una reducción del 50% de la materia seca entre los días 59 y 100 de gestación. Las ovejas RN mostraron una disminución de un punto en la condición corporal y menor ganancia de peso respecto a las T. No se observaron diferencias significativas en el peso al nacimiento, producción ni composición láctea. En los corderos machos, no hubo diferencias significativas en el grado de engrasamiento ni en la mayoría de las variables de calidad de canal, aunque el área de ojo de bife fue mayor en los animales RN y las pérdidas por cocción resultaron significativamente superiores. En cuanto a la descendencia hembra, el porcentaje de preñez fue menor en las hijas de ovejas RN (44,44%) comparado con las de T (68,96%). En conclusión, la restricción nutricional moderada durante la gestación no afectó la producción láctea ni el crecimiento de las crías, aunque podría influir en algunos indicadores de calidad cárnica y eficiencia reproductiva de la descendencia.

Abstract

Sheep are widely distributed across Argentina due to their hardiness and adaptability. In extensive pastoral systems, pregnant ewes often experience periods of undernutrition caused by low pasture availability and quality. This study evaluated the effects of gestational undernutrition on ewe reproductive and lactational performance, offspring development, and meat quality of male lambs. One hundred and eight pregnant Pampinta ewes were randomly assigned to two groups: control (C), fed according to their nutritional requirements, and restricted nutrition (RN), receiving 50% of dry matter intake from days 59 to 100 of gestation. Restricted ewes showed a one-point reduction in body condition score and lower weight gain compared to controls. No significant differences were found in lamb birth weight, milk yield, or milk composition. In male lambs, no significant differences were observed in fatness degree or most carcass quality traits, although the rib-eye area was greater in RN animals and cooking losses were significantly higher. Regarding female offspring, pregnancy rate was lower in daughters of restricted ewes (44.44%) compared with controls (68.96%). In conclusion, moderate nutritional restriction during gestation did not affect ewe milk performance or lamb growth, although it may influence certain carcass quality parameters and the reproductive efficiency of the offspring.



Introducción

Los pequeños rumiantes pueden sufrir periodos de deficiencia nutricional en los sistemas pastoriles utilizados en Argentina. Además, la gestación se produce durante el invierno, época de baja disponibilidad y calidad de forraje (Khalidullah, 1993). Por ello, la estrategia para mejorar la alimentación de acuerdo con el ciclo reproductivo ha interesado a grupos de trabajo en ovinos (Martin *et al.*, 2004) y cabras (Zarazaga *et al.*, 2005).

El término «programación fetal» es un concepto donde se explican las consecuencias permanentes generadas por el ambiente uterino y del ambiente durante etapas claves del desarrollo fetal (Rhind *et al.*, 2001). Más recientemente, Rabadan-Diehl y Nathanielsz (2013) definieron a la programación del desarrollo como una respuesta del organismo frente a un desafío específico durante un periodo crítico del desarrollo y trae aparejados efectos persistentes sobre el fenotipo de la descendencia. Si bien son varios los factores ambientales que pueden influir el desarrollo intrauterino, la nutrición materna es uno de los aspectos más estudiados por su extensión y por sus implicancias éticas (Kenyon y Blair, 2014; Zambrano *et al.*, 2014; Luzardo *et al.*, 2019; Banchemo *et al.*, 2022).

La gestación del ovino se puede dividir en tres etapas de requerimientos nutricionales (Robinson, 1983). La primera etapa consiste en la pre-implantación (día 0 al 15) y las fases de implantación (día 16 a 30). La segunda es mitad de la gestación (día 30 a 90), que se caracteriza por el rápido crecimiento de la placenta, mientras que el crecimiento fetal es relativamente menor, donde los requerimientos nutricionales son solo necesarios para el mantenimiento de la oveja. La tercera etapa comprende el último tercio de la gestación (día 90 al parto), y se caracteriza por un crecimiento acelerado del feto (Mellor, 1990), con un aumento de los requerimientos nutricionales (Romero y Bravo, 2012).

La restricción nutricional al inicio de la gestación en ovejas puede compensarse, si no es severa, con una adecuada alimentación en el último tercio de la gestación (Pérez-Clariget *et al.*, 2014; Luzardo *et al.*, 2019; Banchemo *et al.*, 2022). Por otro lado, si la restricción ocurre en el último tercio ocasiona una disminución del peso al nacimiento de los corderos (Kenyon y Blair, 2014). Banchemo *et al.* (2022) y Luzardo *et al.* (2019), reportaron que una restricción del 60% de los requerimientos en los días 48 al 106 de gestación, no tuvo efecto sobre el peso al nacimiento y al destete en corderas, ni en el futuro potencial reproductivo de las corderas.

La subnutrición en la etapa intrauterina puede impactar negativa e irreversiblemente en la producción potencial de carne del animal, pues no solo afecta la masa muscular sino también la calidad del músculo, provocando a largo plazo consecuencias sobre la fisiología de las crías (Stannard y Johnson, 2004). Según Stickland, (1983), el crecimiento posnatal de los músculos aumenta por hipertrofia muscular y no por aumento de las fibras musculares, ya que luego de nacido el animal no hay modificación en su cantidad.

Cabe mencionar que en ovinos de raza Pampinta no se han hecho investigaciones pertinentes, a pesar de que esta raza actualmente se encuentra distribuida por todo el país. Pampinta tiene una importante aptitud lechera (Suárez y Buseti, 2010), originada del cruzamiento de East Friesian ($\frac{3}{4}$) y Corriedale ($\frac{1}{4}$) en la década del 70, y adaptada a la región pampeana. Ante esto, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la subnutrición en ovejas Pampinta gestantes (día 59 al 100 de gestación) sobre el peso al nacimiento, rendimiento animal, producción láctea, y eficiencia reproductiva en sus hijas, y calidad de la canal y carne en los hijos machos.

Materiales y métodos

Ubicación del estudio y animales

El ensayo se llevó a cabo en la unidad ovina de la Estación Experimental del INTA en Anguil, La Pampa, Argentina. Todos los procedimientos fueron aprobados por la Comisión de Ética en el Uso de Animales (CICUAE INTA CR LP SL), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Anguil del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), provincia de La Pampa (Formulario N.° 22 001).

Se utilizaron 108 ovejas múltiparas Pampinta, de peso vivo (PV) $102,8 \pm 10,2$ kg, y condición corporal (CC) $3,6 \pm 0,4$. Los animales se pesaron al inicio del experimento y se asignaron aleatoriamente a uno de los dos tratamientos (n=54), usando el PV como factor de bloqueo. Un tratamiento consistió en una alimentación que cubre los requerimientos nutricionales del día 59 al 100 día de gestación (testigo T), y un segundo tratamiento con una restricción del 50% de materia seca (MS) en el mismo periodo de gestación (grupo RN). Las ovejas se encontraban entre la segunda a cuarta parición. Se estableció el nivel MS a ofrecer acorde al PV promedio de cada grupo de ovejas. Los animales se pesaron nuevamente al final del periodo y se midió la CC.

Dietas experimentales

Se formularon dos dietas basadas en los requerimientos indicados en el NRC (2007) tomando como consumo del PV el 4,4%. A las ovejas T se les ofreció 4,14 kg de MS correspondiente a heno de alfalfa y 0,36 kg de MS correspondiente a grano entero

de cebada (*Hordeum vulgare L.*), mientras que a las ovejas RN se les ofreció 2,11 kg de MS de heno de alfalfa y 0,135 kg de MS de grano entero de cebada (*Hordeum vulgare L.*). Se tomaron muestras semanales de las raciones y se analizaron en el laboratorio de forrajes de la Estación Experimental Agropecuaria del INTA de Anguil (Tabla 1). Las muestras fueron secadas en estufa con aire forzado a 60 °C hasta peso constante y pasadas en un molino Thomas-Willey modelo 4 (Thomas Scientific) utilizando una malla de 1 mm.

Se analizó el contenido de materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra detergente ácido (FDA) y fibra detergente neutro (FDN). Para la determinación de MS y PB se utilizaron los métodos descriptos por la AOAC (1998) y se multiplicó el contenido de nitrógeno por el factor 6,25 para estimar la PB. Las fracciones de FDA y FDN se determinaron según Van Soest et al. (1991) utilizando un equipo Ankom 200 fibre analyser y bolsitas filtrantes Ankom F57. Se estimó la digestibilidad de la materia seca (DMS) a partir de FDA ($DMS = 88,9 * 0,779 * \%FDA$) y a partir de la DMS la concentración de energía metabolizable (EM, Mcal / kg MS = $3,6 * DMS$), de acuerdo con las ecuaciones del NRC (1996).

Tabla 1. Ingredientes y composición química de las dietas experimentales ofrecidas a ovejas Pampinta múltiparas entre los días 59 al 100 de gestación.

	Grano de cebada (<i>Hordeum vulgare L.</i>) entero (%)	Heno de alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)(%)
Materia seca (%)	15,5 (11-20)	85,9 (81-91)
Proteína bruta (%)	24,4 (19-29)	15,9 (12,7-19,1)
FDN (%)	44,1 (39-49)	63,7 (57-70)
EM (Mcal/kg MS)	2,42 (2,28-2,56)	1,98 (1,79-2,17)
Digestibilidad (%)	67,2 (63-71)	54,9 (50-60)

FDN= fibra detergente neutra; EM= energía metabolizable

Grupo testigo: 8% de cebada entero y 92% de heno de alfalfa; grupo restricción alimenticia: 6% de cebada entero y 94% de heno de alfalfa

Se alojaron nueve ovejas por corral en corrales de 15 x 15 m equipados con bebederos y comederos que permitían que todas las ovejas consumieran alimento al mismo tiempo, y de esta manera reducir la competencia. El agua se ofreció libremente y diariamente se verificó visualmente el estado de salud de las ovejas.

Evaluaciones en las ovejas

El PV y la CC se midió al comienzo del ensayo, al día 55 y 100 de gestación. El PV se midió usando una báscula electrónica de plataforma marca Vesta, modelo 3505 (Córdoba Argentina) mientras que la CC se evaluó usando la escala del 1 (muy flaca) al 5 (muy gorda) (Russel *et al.*, 1969). La confirmación de la gestación de las ovejas, previa al inicio del ensayo, se realizó mediante ultrasonografía entre los días 30 y 45 posteriores al servicio, sin que fuera posible identificar gestaciones múltiples. El equipo utilizado fue Pie Medical 100 Falco Ultrasound con un transductor rectal de 3,5/7,5 MHz.

Para la realización de los controles lecheros se siguió la normativa del Comité Internacional para las Prácticas de Registros (ICAR, 2007). Los controles lecheros se realizaron cada 28-35 días, midiendo la producción de leche en kilogramos mediante lactómetros (Tru-test®, Nueva Zelanda), así como la composición (porcentaje de grasa, proteína y sólidos no grasos) con un equipo infrarrojo (Ekomilk, Córdoba, Argentina). El ordeño fue mecánico por las mañanas (ordeñadora Magma 2700, línea baja: RODEG Argentina). Las ovejas fueron ordeñadas a partir del destete de las crías, lo cual ocurrió cuando alcanzaban un peso de $19,1 \pm 4,7$ kg ($37 \pm 6,5$ días en los T y $37 \pm 7,0$ días en los RN).

Evaluaciones en los corderos

Los corderos machos (n=20) fueron controlados y pesados semanalmente desde el nacimiento hasta el embarque. Los corderos permanecieron al pie de las madres en verdeos de triticale con vicia hasta el destete, donde ingresaron a engorde a corral durante 84 días. Las cantidades por animal/día y la composición se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Cantidad por animal/día y composición química de la dieta de los corderos Pampinta en engorde a corral durante 84 días

	Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) molida (560 g)	Alimento balanceado proteico comercial (700 g)	Grano de maíz (<i>Zea mays</i>) entero (100 g)
MS (%)	85,9 [81-91]	10,36	76,4 [71-81]
PB (%)	15,9 [12,7-19,1]	17,93	8,8 [7,5-10,1]
FDN (%)	63,7 [57-70]	16,96	12,7 [8-17]
Digestibilidad (%)	54,9 [50-60]	81,94	86,4 [85,5-87,2]
EM (Mcal/kg MS)	1,98 [1,79-2,17]	2,97	3,12 [3,09-3,15]

MS: Materia seca; PB: Proteína bruta; FDN: fibra detergente neutra; EM: energía metabolizable

Asimismo, pastorearon en alfalfa (*Medicago sativa* L.) implantada en el año 2020 (159 días). El día de faena ($280 \pm 7,7$ días de vida) se registró el PV y rendimiento de la canal caliente. Asimismo, se midió la conformación y engrasamiento mediante el estándar de clasificación de canales y cobertura grasa de la Unión Europea (CEE); grasa (pélvico-renal) según Colomer-Rocher *et al.* (1988) para la categoría de más de 13 kg de canal; pH (Hanna HI9025, con electrodo para carne FC 200. EE. UU.); longitud de la canal (L.C) y pierna (L.P); ancho de grupa (A.G) y tórax (A.T) e índices de compacticidad 1(A.G. /L.C.); 2 (P.C.F/L.C) y 3 (A.G/L. P).

Luego de 12 horas de maduración se midió el pH, rendimiento de la canal fría, y a partir de un corte realizado sobre el lado izquierdo de la canal que comprendía las vértebras, costillas y músculos perivertebrales se determinó en el músculo *longissimus dorsi* el EGD; punto GR a nivel de la costilla 12 a una distancia de 11 cm hacia lateral de la línea media (Kirton y Johnson, 1979); AOB; terneza con la cizalla Warner-Brätzler; CRA (Honikel, 1998) y PPC. También se observó subjetivamente el color de la carne y de la cobertura grasa mediante cartas de color.

Evaluaciones en las hijas

En las 50 hembras descendientes se midió el PV y la CC previo a la monta natural, la cual tuvo una duración de 37 días. Al ser cabaña, INTA es un núcleo cerrado, por lo que los servicios se realizaron previo análisis de consanguinidad. Esto permitió que se colocaran 10 hembras por macho en 2 corrales, 8 hembras por macho en 3 corrales y 6 hembras con un macho en un corral. Los machos tenían dos dientes y habían sido probados el año anterior (2022). El peso promedio al inicio del servicio fue de $46,7 \pm 5,3$ kg. Se les realizó el diagnóstico de gestación por ultrasonografía el día 30-45 post servicio y se hizo el seguimiento de partos para obtener los índices de porcentaje de preñez y prolificidad. La alimentación fue la misma que en el caso de los machos, solo que luego del encierre a corral, las hembras se separaron de los machos y fueron a pastoreo con las ovejas adultas en un potrero de alfalfa (*Medicago sativa* L.) sembrado en 2020.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron usando el procedimiento ANOVA de InfoStat (2011). Las comparaciones de medias fueron realizadas con un $p < 0,05$. Los datos de PV y CC de las madres fueron analizados utilizando medidas repetidas con la fecha como factor de repetición. Los pesos de los corderos fueron analizados utilizando muestras repetidas en el tiempo en forma similar a las madres, pero no se utilizó el peso al nacimiento como covariable y se incluyó en el modelo el efecto del sexo. Posteriormente, los datos se sometieron a un análisis de la varianza mediante la prueba F a través del procedimiento (PROC) GLM. En los casos que hubo significancia las medias se compararon mediante la prueba de Tukey a un nivel de $p < 0,05$.

Se utilizó el modelo matemático $Y_{ijk} = \mu + N_i + L_j + Z_k + \epsilon_{ijk}$, donde Y_{ijk} fueron las variables dependientes, μ : media de todas las observaciones, N_i : efecto del i -ésimo del nivel nutricional, L_j : efecto de la covariable edad de las madres, Z_k : efecto del covariable sexo de lo cría, y ϵ_{ijk} efecto del error aleatorio residual (error b).

Resultados

El PV y la CC de las ovejas al inicio del experimento fueron similares ($p > 0,05$). Al finalizar la restricción nutricional, las ovejas T fueron más pesadas que las RN ($p < 0,01$) y con mayor CC ($p < 0,01$). En general, todas las ovejas ganaron peso durante el estudio ($p < 0,05$). La CC no tuvo mayor variación en las ovejas T (Figuras 1 y 2).

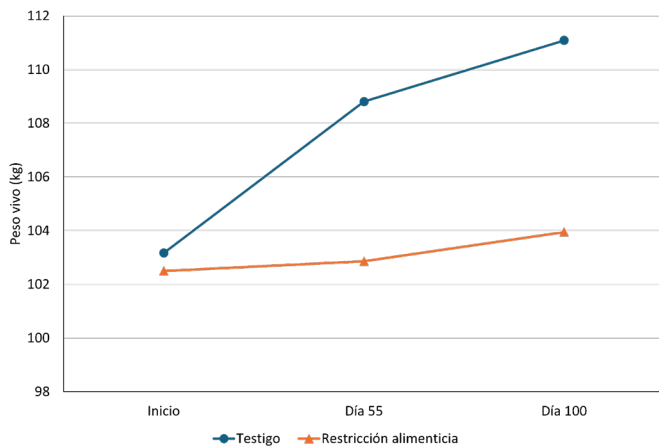


Figura 1. Peso vivo de ovejas Pampinta a inicio del estudio y a los 55 y 100 días de gestación.

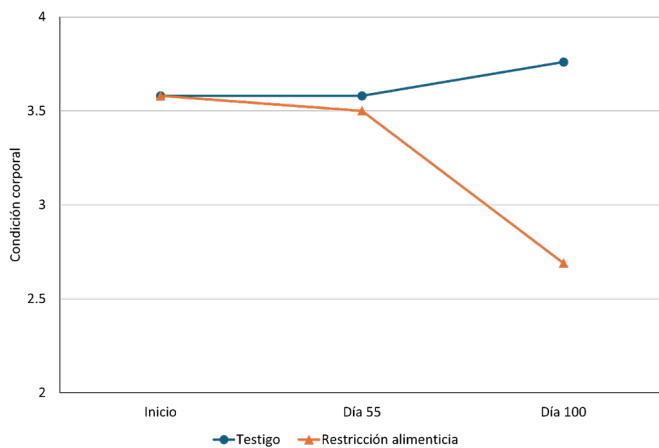


Figura 2. Condición corporal de ovejas Pampinta a inicio del estudio y a los 55 y 100 días de gestación

El peso al nacimiento no fue afectado por el tratamiento ni por la edad de la madre ($p > 0,05$), aunque los nacidos de ovejas RN tuvieron mayores pesos al nacimiento que los nacidos de ovejas T (5,55 vs. 5,29 kg). Tampoco fue significativo el peso al destete ($p > 0,05$). El sexo del cordero tampoco influyó el peso de los corderos. La media de los pesos al nacimiento según el tipo de parto fue de 5,20 kg para los partos triples, 5,35 kg para los partos dobles y 6,00 kg los simples ($p > 0,05$). La evolución de los pesos según tratamiento se muestra en la Tabla 3. No se observaron abortos.

Tabla 3. Evolución del peso vivo (kg) de corderos Pampinta cuyas madres fueron sometidas a dos regímenes de alimentación entre el día 55 al día 100 de gestación

Tratamiento	PN	P1d	P2	P3	P4	P5
Testigo (control)	5,29	18,17	20,01	22,40	31,57	51,47
Restricción alimenticia	5,55	17,89	19,66	22,76	31,19	51,38

PN= peso al nacimiento; P1= peso al destete (50 ± 9 días posparto); P2= día 73 de edad; P3=95 días de edad; P4= 120 días de edad; P5= 221 días de edad

La producción de leche fue ligeramente mayor en las ovejas RN que en las T ($p > 0,05$; Tabla 4). En forma similar, tampoco hubo diferencias significativas en la composición láctea (Tabla 5), siendo los valores promedio de porcentaje de grasa y proteína de 7,92 y 7,69%, y de 5,90 y 5,89% para el grupo testigo y el de restricción alimenticia, respectivamente.

Tabla 4. Producción de leche de ovejas Pampinta sometidas a dos regímenes de alimentación entre el día 55 al día 100 de gestación

Tratamiento	Producción de leche promedio (L)	Producción de leche (L)	Días en lactancia (n)
Testigo (control)	1,34 (633,27)	181	119
Restricción alimenticia	1,50 (685,13)	210	133

Tabla 5. Promedios de producción de leche y composición de leche de ovejas Pampinta sometidas a dos regímenes de alimentación entre el día 55 al día 100 de gestación

	P1		P2		P3		P4	
	T	RN	T	RN	T	RN	T	RN
Leche (L/día)	1,70	1,74	1,45	1,42	1,46	1,65	1,34	1,48
Grasa (%)	7,28	7,03	7,83	7,61	7,87	7,64	8,71	8,49
Proteína (%)	6,16	6,20	5,89	5,85	5,98	5,9	5,58	5,64
Sólidos no grasos (%)	14,08	14,26	13,81	13,84	14,01	13,95	13,51	13,58

Sólidos no grasos (%) 14,08 14,26 13,81 13,84 14,01 13,95 13,51 13,58
 P1 al P4: Producción láctea y composición en cada control lechero (del 1 al 4).

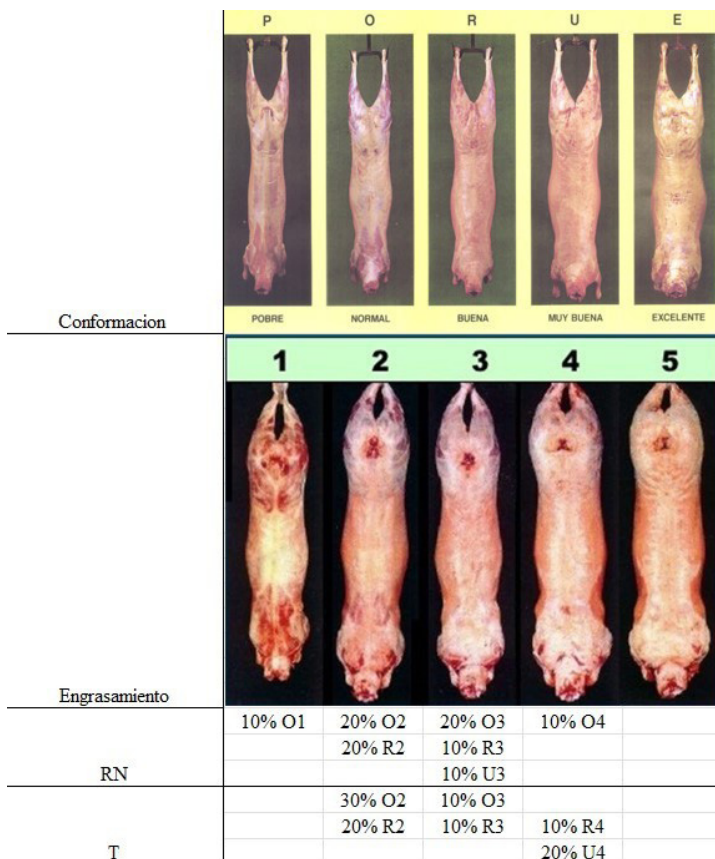


Figura 3. Clasificación de las canales ovinas según escala de la Unión Europea (CEE) de los corderos machos Pampinta, hijos de ovejas sometidas a dos regímenes de alimentación entre el día 55 al día 100 de gestación.

Los corderos fueron destetados con un PV promedio de T 18,27 (5,38) kg y RN 19,93 (4,15) kg y una CC de 2,5 en promedio. Al igual que el PN, en el peso al destete los hijos RN fueron mayores comparados con los T. No hubo efecto de la ganancia diaria de peso de los corderos por tratamiento. El día de faena se midió el PV siendo el peso de los hijos de T 50,54 kg (6,18) y los RN 53,83 kg (5,21). El rendimiento de la canal caliente fue de 49,66 (3,04) % para los T y 51,05 (3,58) los RN. El pH caliente fue de 5,83 para T vs. 5,95 para RN. En cuanto a conformación y engrasamiento según escala de UE los animales RN clasificaron en la categoría normal u O con 60%; buena o R 30% y muy buena o U con un 10%. Para los T la clasificación fue de normal o u O 40%; buena o R 40% y muy buena o U en 20%. Algo similar a lo observado en conformación se registró en la cobertura grasa donde las mayores frecuencias observadas fueron de categoría 3 en un 50% para los T y un 20% en los RN (Figura 3). El color de la carne no se vio afectado por ninguna de las variables estudiadas ($p > 0,05$). No obstante, el color de la grasa de los RN fue de mayor tendencia al amarillo.

No hubo efecto de tratamiento ($P > 0,05$) en todas las características de la canal evaluadas (L.C; L.P; A.G; A.T; punto GR; índices de compactidad y rendimiento de la canal y pH frío). Los animales que tuvieron RN presentaron mayor largo de pierna comparado con los T.

Asimismo, no hubo diferencias significativas sobre las características de la calidad de carne (CRA; PPC; pH frío; y EGD). El AOB se vio afectada para la variable de tratamiento ($P < 0,01$) siendo en T 13,34 (1,52) cm y en RN 18,28 (1,43) cm. Los RN presentaron mayores valores en cuanto de ternera, pero sin ser significativo (T $0,24 \pm 0,02$ vs. RN $0,25 \pm 0,02$). Se encontró diferencia significativa ($P < 0,01$) en PCC (T $27,10\% \pm 9,91$ vs. RN $35,43\% \pm 4,66$).

En lo que respecta a la eficiencia reproductiva de las hijas, el PV al momento del servicio reproductivo fue de 46,69 (4,46) kg para las T y 45,33 (4,84) kg para las RN respectivamente, pero con un punto más bajo de CC en las RN. Con referencia al porcentaje de preñez para las hijas de las ovejas T fue de 68,95%; las hijas de las RN fueron de 44,44%. La prolificidad fue mayor para las T (1,21%). Por otro lado, en lo que concierne a PL de estas borregas solo se pudieron medir durante un control lechero (28-35 días) siendo su promedio de PL para T de 608,65 y 207,2 ml para las RN. Las mismas habían ingresado al tambo cuando sus corderos llegaron al peso adecuado, alrededor de los 45-63 días desde el parto.

Discusión

Existe suficiente evidencia sobre el impacto negativo que tiene la restricción nutricional en el primer y segundo tercio de gestación (Edwards y McMillen, 2002; Oliver *et al.*, 2005; Annet y Carson, 2006; Kotsampasi *et al.*, 2009; Rooke *et al.*, 2010; Vonnahme *et al.*, 2010; Jaquierey *et al.*, 2011. Quigley *et al.* (2008) y DeBus *et al.* (2012) obtuvieron menores pesos y CC en corderos de madres alimentadas con restricciones durante la gestación, al igual que en casos de restricciones durante el segundo y tercer tercio de gestación (Quigley *et al.*, 2008; Oldham *et al.*, 2011). Por otro lado, Gopalakrishnan *et al.* (2004) y Ford *et al.* (2007) reportaron pesos y CC similares de madres con y sin restricciones alimenticias. Los efectos potenciales de una subnutrición en etapas tempranas o medias de gestación pueden ser corregidos con adecuados niveles de nutrientes en el último tercio de la gestación (Greenwood y Thompson, 2007).

Tygesen (2005) trabajando con ovejas gestantes de primera y segunda parición redujeron su producción láctea en 30% en respuesta a una restricción nutricional del 50% sobre el final de la gestación. En los casos que la alimentación de las ovejas gestantes es pobre en las últimas seis semanas la producción de leche se afecta negativamente (Treacher, 1970; Vetharanim *et al.*, 2003). En el presente ensayo, las ovejas tuvieron acceso a un alimento con el 100% de sus requerimientos en las últimas siete semanas de gestación. Asimismo, en este trabajo, las ovejas estaban en su segunda a cuarta parición y, por lo tanto, su masa corporal disponible para la movilización era mayor y las necesidades energéticas para el crecimiento corporal eran menores. Es probable que estos factores hagan que las ovejas sean menos sensibles a un déficit nutricional durante el final de la gestación en comparación con las de primera parición.

En lo que respecta al tratamiento nutricional, no hubo efectos significativos en el PN de los corderos, tal como lo observado por Bergos & Rivero, (2017); Muñoz *et al.* (2009); Kotsampasi *et al.* (2009^a); Morris & Kenyon, (2004); Rae *et al.* (2002); Banchero *et al.* (2022). Sin embargo, los RN fueron más pesados que los T. Nobdy *et al.* (1987), demostró que ovejas alimentadas con 70% de los requerimientos nutricionales los primeros 100 días de gestación dieron lugar a corderos con mayor peso muscular. Greenwood *et al.* (1998, 2000^a) atribuyen que la masa muscular y el aumento diario de peso postnatal durante la fase de lactancia son mayores que el efecto de la restricción nutricional prenatal. Piaggio *et al.* (2016), en un estudio de restricción energética que solo cubría el 70% de los requerimientos en ovejas preñadas desde el día 45 al 115, evaluaron su efecto en la progenie y comprobaron que corderos hijos de ovejas restringidas en comparación con los provenientes de ovejas alimentadas con el total de los requerimientos presentaron mayor peso al nacimiento. Esto probablemente ocurre porque después del período de restricción, las ovejas se someten a un período compensatorio, al recibir una alimentación *ad libitum*. Bruno Galarraga *et al.* (2002), Girón Gómez, (2017) demostraron que bajo una restricción nutricional en el segundo-tercer tercio de gestación en ovejas Merino los corderos T tuvieron mayor PV que los RN. En este estudio, no hubo diferencias en el PD y el peso de faena, pero los RN siempre pesaron más que los T. A diferencia de Ford *et al.* (2007), las ovejas alimentadas al 50% de las necesidades estimadas de nutrientes desde el día 28 hasta el día 78 de gestación produjeron corderos que no diferían en

peso al nacer, pero tendían a ser más pesados a los 63 días de edad (20,8 kg frente a 17,0 kg) y eran significativamente más pesados al destete a los 120 días de edad (26,6 kg frente a 21,8 kg) los T.

No se han encontrado los efectos a largo plazo del crecimiento y el desarrollo fetales en el rendimiento lechero de las ovejas (Greenwood & Café, 2007). Sin embargo, se ha sugerido que la modulación del crecimiento temprano del conducto mamario durante el desarrollo fetal podría afectar a la producción de leche (Knight, 2000). Según Anderson, (1975), el potencial de la PL puede verse afectado durante la gestación, momento en que se produce gran parte del desarrollo mamario de las ovejas, pero este efecto puede ser anulado por el nivel nutricional durante la lactancia. En este trabajo se ha observado que las RN produjeron muy por debajo a comparación de las T. La restricción no dejó secuelas para las próximas lactancias, a diferencia lo citado por Greenwood & Thompson (2007). En los CL realizados en la lactancia siguiente a la restricción, las hembras que habían tenido RN dieron en promedio igual que las T en lo referido a PL. El desarrollo y crecimiento del feto y de la glándula mamaria tienen prioridad sobre el tejido corporal, la restricción alimentaria durante mediados de la gestación no afectaría al rendimiento lactante de la madre. En las ovejas gordas, la movilización extensiva de los tejidos corporales en respuesta a la restricción alimentaria parece ser capaz de compensar la menor absorción de nutrientes y mantener tanto el crecimiento fetal como el mamario (Nørgaard *et al.* 2008).

Respecto a eficiencia reproductiva de las crías, el porcentaje de preñez fue mucho más bajo en las RN (24,52% menos que las T), probablemente debido a la disminución de la tasa ovulatoria, como lo demostraron Beltrán & Alomar, (2011), quienes observaron una disminución de la tasa ovulatoria de las crías sometidas las hembras a periodos de subnutrición (50% de requerimientos) durante los primeros 95 días de preñez. La tasa ovulatoria en producción ovina es relevante, pues condiciona el número de hembras con ovulaciones dobles o triples, impactando en la prolificidad del rebaño y su porcentaje de parición (Wilkins, 1997), lo que puede explicarse en Pampinta por su baja tasa de prolificidad. Por otro lado, también admitimos que las corderas no llegaban al 60-70% del peso adulto que es donde alcanzan la pubertad (Hafez, 1952); según Dýrmundsson, (1973) el porcentaje es de 66-65% del peso adulto. Y si hablamos de PV, en las borregas se desea llegar al primer servicio reproductivo con valores tipos de 35-40 kg. Pero a su vez existen factores ambientales que influyen en el crecimiento y que son importantes para definir el momento del inicio de la pubertad (Foster *et al.*, 1985).

El área de ojo de bife (AOB) se vio afectada para los tratamientos, en contraste a lo hallado en las referencias bibliográficas (Bruno-Galarraga *et al.* 2022; Bancharo *et al.* 2003). También reportado por Montossi *et al.* (2006) a medida que se incrementa el nivel de alimentación en su ensayo, aumenta el AOB.

Se encontró diferencia significativa en PCC, Ruiz De Huidobro *et al.* (1998) no encontraron diferencias significativas en PCC comparando dos pesos al sacrificio y sexo en corderos de raza Talaverana. Velasco *et al.* (2010); Paniagua Alcaraz *et al.* (2017) tampoco encontraron diferencias.

El color amarillo de la cobertura grasa en los animales se debe a que son engordados y terminados en condiciones de pastoreo, lo que conlleva a esa coloración la ingesta de carotenos y carotenoides (Strachan *et al.* 1993; Yang *et al.* 1993). Estos son transportados en sangre junto con lipoproteínas de alta densidad en rumiantes (HDL) (Pollack *et al.* 1994). Cuando existe un déficit energético (reportado en bovinos lecheros), la concentración de lípidos en sangre es alta, por lo que podríamos argumentar que al tener mayores niveles de HDL en sangre, es mayor el transporte de carotenos hacia el tejido adiposo (Contreras *et al.* 1991).

Conclusiones

No se detectaron diferencias significativas en la producción ni en la composición de la leche entre tratamientos. De igual forma, la alimentación al 50 % de los requerimientos durante el tercio medio de la gestación no produjo efectos adversos sobre las características de la canal de los corderos al sacrificio. Tampoco se observaron efectos de arrastre de dichos tratamientos sobre el desempeño reproductivo de las hijas.

Debido a que los efectos de la restricción nutricional durante la gestación en este estudio se han realizado con un número reducido de animales, los resultados deben interpretarse con precaución.

Aunque el rendimiento reproductivo está claramente influido por factores prenatales, es necesario seguir trabajando para identificar las relaciones entre las anomalías del desarrollo y la función reproductora adulta. También hay que seguir investigando para dilucidar las ventanas críticas del desarrollo y los mecanismos por los que los factores ambientales afectan a los órganos reproductores de las crías. Es necesario controlar las condiciones nutricionales de nuestras majadas, teniendo en cuenta que las observaciones realizadas en una raza determinada pueden no extenderse a otras, dependiendo de la rusticidad, adaptabilidad y manejo.

Agradecimientos

La autora agradece a Rubén Darío García Casarrotta por el apoyo para los trabajos a campo, a Aníbal Pordomingo por su ayuda en idear y concretar el estudio, y al INTA por financiar el proyecto (PEI 002; PE- L05-I007).

Referencias Bibliográficas

- Annett RW, Carson AF. 2006. Effects of plane of nutrition during the first month of pregnancy on conception rate, foetal development and lamb output of mature and adolescent ewes. *Anim Sci* 82: 947-954. doi: 10.1017/ASC2006111
- Banchero G, López-Mazz C, Fierro S, Baldi F, Luzardo S, Quintans G. 2022. Refeeding ewes ad libitum after a moderate energy restriction during mid gestation did not affect the onset of breeding and ovulating rate of female offspring. *Anim Reprod Sci* 244: 107034. doi: 10.1016/j.anireprosci.2022.107034
- Beltrán I, Alomar D. 2011. Subnutrición en gestación temprana en ovinos: impacto de largo plazo en las crías. *Agro Sur* 39: 115-124. doi: 10.4206/agrosur.2011.v39n3-01
- Colomer-Rocher F, Delfa R, Sierra I. 1988. Método normalizado para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales ovinas producidas en el área mediterránea según los sistemas de producción. *Cuadernos INIA* 17: 19-41.
- DeBus N, Chavatte-Palmer P, Viudes G, Camous S, Roséfort A, Hassoun P. 2012. Maternal periconceptual undernutrition in Merinos d'Arles sheep: 1. Effects on pregnancy and reproduction results of dam and offspring growth performances. *Theriogenology* 77: 1453-1465. doi: 10.1016/j.theriogenology.2011.11.015
- Dýrmondsson ÓR. 1973. Puberty and early reproductive performance in sheep. I. Ewe lambs. *Anim Breed Abstr* 41: 273-289.
- Edwards LJ, McMillen IC. 2002. Impact of maternal undernutrition during the periconceptual period, fetal number, and fetal sex on the development of the hypothalamo-pituitary adrenal axis in sheep during late gestation. *Biol Reprod* 66: 1562-1569. doi: 10.1095/biolreprod66.5.1562
- Ford SP, Hess BW, Schwoppe MM, Nijland MJ, Gilbert JS, Vonnahme KA, Means WJ, et al. 2007. Maternal undernutrition during early to mid-gestation in the ewe results in altered growth, adiposity, and glucose tolerance in male offspring. *J Anim Sci* 85: 1285-1294. doi: 10.2527/jas.2005-624
- Foster DL, Yellon SM, Olster DH. 1985. Internal and external determinants of the timing of puberty in the female. *J Reprod Fertil* 75: 327-344. doi: 10.1530/jrf.0.0750327
- González M, Iruleguy F, Pereira I. 2018. *Efecto de la subnutrición energética en el tercio medio de gestación de ovejas gestando uno o dos corderos sobre la producción de leche, eficiencia de conversión pre y post destete y características de la canal de los corderos*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Uruguay: Universidad de la República. 70 p.
- Gopalakrishnan GS, Gardner DS, Rhind SM, Rae MT, Kyle CE, Brooks AN, Walker RM, et al. 2004. Programming of adult cardiovascular function after early maternal undernutrition in sheep. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 287: R12-R20.
- Greenwood PL, Hunt AS, Hermanson JW, Bell AW. 1998. Effects of birth weight and postnatal nutrition on neonatal sheep: I. Body growth and composition, and some aspects of energetic efficiency. *J Anim Sci* 76: 2354-2367. doi: 10.2527/1998.7692354x
- Greenwood PL, Hunt AS, Hermanson JW, Bell AW. 2000. Effects of birth weight and postnatal nutrition on neonatal sheep: II. Skeletal muscle growth and development. *J Anim Sci* 78: 50-61. doi: 10.2527/2000.78150x
- Greenwood PL, Thompson AN. 2007. Consequences of maternal nutrition during pregnancy and of foetal growth for productivity of sheep. *Rec Adv An* 16:185-196.
- Greenwood PL, Cafe LM. 2007. Prenatal and pre-weaning growth and nutrition of cattle: long term consequences for beef production. *Animal* 1: 1283-1296. doi: 10.1017/S175173110700050X
- Honikel KO. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci* 49: 447-457. doi: 10.1016/s0309-1740(98)00034-5
- InfoStat. 2011. Grupo InfoStat. FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- [ICAR] International Committee for Animal Recording. 2007. International agreement of recording practices. Guidelines approved by the General Assembly held in Kuopio. Finland on 9 June 2006. 475p.
- Jaquiere L, Oliver MH, Bloomfield FH, Harding JE. 2011. Periconceptual events perturb postnatal growth regulation in sheep. *Pediatr Res* 70: 261-265. doi: 10.1203/PDR.0b013e3182242deb
- Kenyon PR, Blair HT. 2014. Foetal programming in sheep-effects on production. *Small Ruminant Res* 118: 16-30. doi: 10.1016/j.smallrumres.2013.12.021
- Khalidullah K. 1993. *Effects of body condition and pre-lambing supplementation on ewe productivity*. MS Thesis. USA: Oregon State University. 112 p.
- Knight CH. 2000. The importance of cell division in udder development and lactation. *Livest Prod Sci* 66: 169-176. doi: 10.1016/S0301-6226(00)00224-4
- Kirton HA, Johnson DL. 1979. Interrelationship between GR and other lamb carcass fatness measurements. *Proc New Zeal Soc An* 39: 194-201.
- Kotsampasi B, Balaskas C, Papadomichelakis G, Chadio SE. 2009. Reduced Sertoli cell number and altered pituitary responsiveness in male lambs undernourished in utero. *Anim Reprod Sci* 114: 135-147. doi: 10.1016/j.anireprosci.2008.08.017
- Luzardo S, de Souza G, Quintans G, Banchero G. 2019. Refeeding ewe's ad libitum after energy restriction during mid-pregnancy does not affect lamb feed conversion ratio, animal performance and meat quality. *Small Ruminant Res* 180: 57-62. doi: 10.1016/j.smallrumres.2019.09.020
- Martin GB, Milton JTB, Davidson RH, Hunzicker GB, Lindsay DR, Blache D. 2004. Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Anim Reprod Sci* 82: 231-245. doi: 10.1016/j.anireprosci.2004.05.014
- Martin GB, Rodger J, Blache D. 2004. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. *Reprod Fert Develop* 16: 491-501. doi: 10.10371/RD04035

- Mellor DJ. 1990. Nutritional constraints on survival of newborn lambs. *Vet Rec* 123: 304. doi: 10.1016/S0007-1935(17)30436-0
- Morris ST, Kenyon PR. 2004. The effect of litter size and sward height on ewe and lamb performance. *N Z J Agric Res* 48: 275-286. doi: 10.1080/00288233.2004.9513596
- Muñoz C, Carson AF, McCoy MA, Dawson LER, O'Connell NEO, Gordon AW. 2009. Effect of plane of nutrition of 1- and 2-year-old ewes in early and mid-pregnancy on ewe reproduction and offspring performance up to weaning. *Animal* 3: 657-669. doi: 10.1017/S1751731109003917
- NRC. 2007. *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids*. Natl. Acad. Press. Washington, DC.
- NRC. 1996. *Nutrient requirements of beef cattle. Seventh Revised Edition*. National Research Council (U.S.). Subcommittee of beef cattle Nutrition; Washington, D.C. National Academic Press.
- Oldham CM, Thompson AN, Ferguson MB, Gordon DJ, Kearney GA, Paganoni BL. 2011. The birth weight and survival of Merino lambs can be predicted from the profile of live weight change of their mothers in pregnancy. *Anim Prod Sci* 51: 776-783. doi: 10.1071/AN10155
- Oliver MH, Hawkins P, Harding JE. 2005. Periconceptual undernutrition alters growth trajectory and metabolic and endocrine responses to fasting in late-gestation fetal sheep. *Pediatr Res* 57: 591-597. doi: 10.1203/01.PDR.0000155942.18096.9C
- Onega E, Ruiz de Huidobro F, Díaz MT, Velasco S, Lauzurica S. 2000. Engorde de corderos de raza Manchega en pastoreo o aprisco a base de cebada entera suplementada. III. Efecto sobre la calidad de la carne. *Prod Ovina Caprina* 28: 135-138.
- Pérez-Clariget R, Abud MJ, Ithurralde J, Genovese P, Álvarez A, Riaño V, Torres M, et al. 2014. Programación fetal en el cordero: efecto de la restricción en la nutrición intrauterina. *Arch Latinoam Prod Anim* 23: 30-31.
- Piaggio L, Quintans G, San Julián R, Baldi F, Banchemo G. 2016. Growth, meat yield and meat quality of lambs born to ewes submitted to energy restriction during mid-gestation. *Animal* 12: 256-264. doi: 10.1017/S1751731117001550
- Quigley SP, Kleemann DO, Walker SK, Speck PA, Rudiger SR, Natrass GS, Deblasio MJ, et al. 2008. Effect of variable long-term maternal feed allowance on the development of the ovine placenta and fetus. *Placenta* 29: 539-548. doi: 10.1016/j.placenta.2008.02.014
- Rabadán-Diehl C, Nathanielsz P. 2013. From mice to men: research models of developmental programming. *J Dev Orig Health Dis* 4: 3-9. doi: 10.1017/S2040174412000487
- Rae MT, Kyle CE, Miller DW, Hammond AJ, Brooks AN, Rhind SM. 2002. The effects of undernutrition in utero on reproductive function in the adult male and female sheep. *Anim Reprod Sci* 72: 63-71. doi: 10.1016/s0378-4320(02)00068-4
- Rhind SM, Rae MT, Brooks AN. 2001. Effects of nutrition and environmental factors on the foetal programming of the reproductive axis. *Reproduction* 122: 205-214. doi: 10.1530/rep.0.1220205
- Robinson J. 1983. *Nutrition of the pregnant ewe. Sheep Production*. London: Haresign. 111 p.
- Romero O, Bravo S. 2012. *Alimentación y nutrición en los ovinos*. Recuperado en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR38521.pdf>.
- Rooke JA, Houdijk JGM, McIlvaney K, Ashworth CJ, Dwyer CM. 2010. Differential effects of maternal undernutrition between days 1 and 90 of pregnancy on ewe lamb performance and lamb. *J Anim Sci* 88: 3833-3842. doi: 10.2527/jas.2010-2991
- Russel AJF, Doney JM, Gunn RJ. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J Agric Sci* 72: 451-454.
- Stannard SR, Johnson NA. 2004. Insulin resistance and elevated triglyceride in muscle: more important for survival than 'thrifty' genes? *J Physiol* 554: 595-607. doi: 10.1113/jphysiol.2003.053926
- Stickland N. 1983. Growth and development of muscle fibres in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J Anat* 137: 323.
- Suárez VH, Buseti MR. 1999. Lechería ovina y aptitud lechera de la raza Pampinta. *Boletín de Divulgación Técnica* N° 63. 61 p.
- Treacher TT. 1970. Effects of nutrition in late pregnancy on subsequent milk production in ewes. *Anim Prod* 12: 23-36. doi: 10.1017/S0003356100028695
- Tygesen MP. 2005. *The effect of an interaction between maternal nutrient restriction in late gestation and paternal genetics on ovine productivity*. Ph.D. Thesis. Denmark: Københavns Universitet. 182 p.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 74: 3583-3597. doi: 10.3168/jds. S0022-0302(91)78551-2
- Vetharaniam I, Davis SR, Soboleva TK, Shorten PR, Wake GC. 2003. Modeling the interaction of milking frequency and nutrition on mammary gland growth and lactation. *J Dairy Sci* 86: 1987-1996. doi: 10.3168/jds. S0022-0302(03)73787-4
- Vonnahme KA, Luther JS, Reynolds LP, Hammer CJ, Carlson DB, Redmer DA, Caton JS. 2010. Impacts of maternal selenium and nutritional level on growth, adiposity, and glucose tolerance in female offspring in sheep. *Domest Anim Endocrin* 39: 240-248. doi: 10.1016/j.domaniend.2010.06.005
- Zambrano E, Guzmán C, Rodríguez-González GL, Durand-Carbajal M, Nathanielsz PW. 2014. Fetal programming of sexual development and reproductive function. *Mol Cell Endocrinol* 382: 538-549. doi: 10.1016/j.mce.2013.09.008
- Zarazaga LA, Guzmán JL, Domínguez C, Pérez MC, Prieto R. 2005. Effect of plane of nutrition on seasonality of reproduction in Spanish Payoya goats. *Anim Reprod Sci* 87: 253-267. doi: 10.1016/j.anireprosci.2004.11.004