

XXXI SYMPOSIUM DE CUNICULTURA

24, 25 y 26 de Mayo de 2006



Organizan

Patrocinan



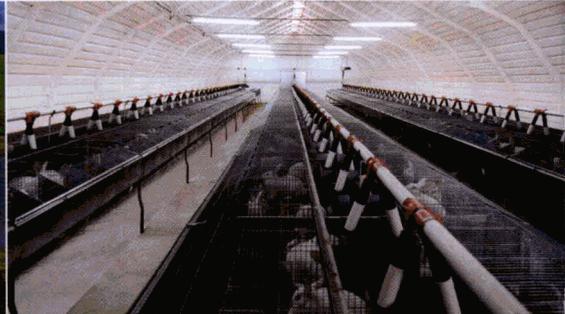
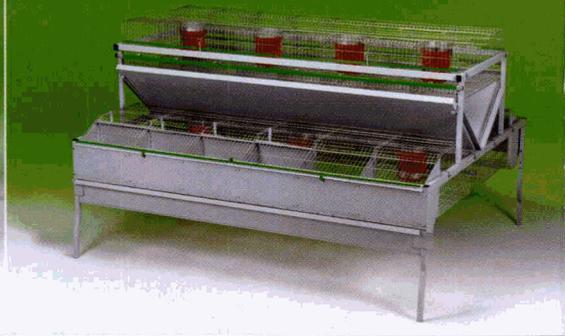
Región de Murcia
Consejería de Agricultura
y Agua



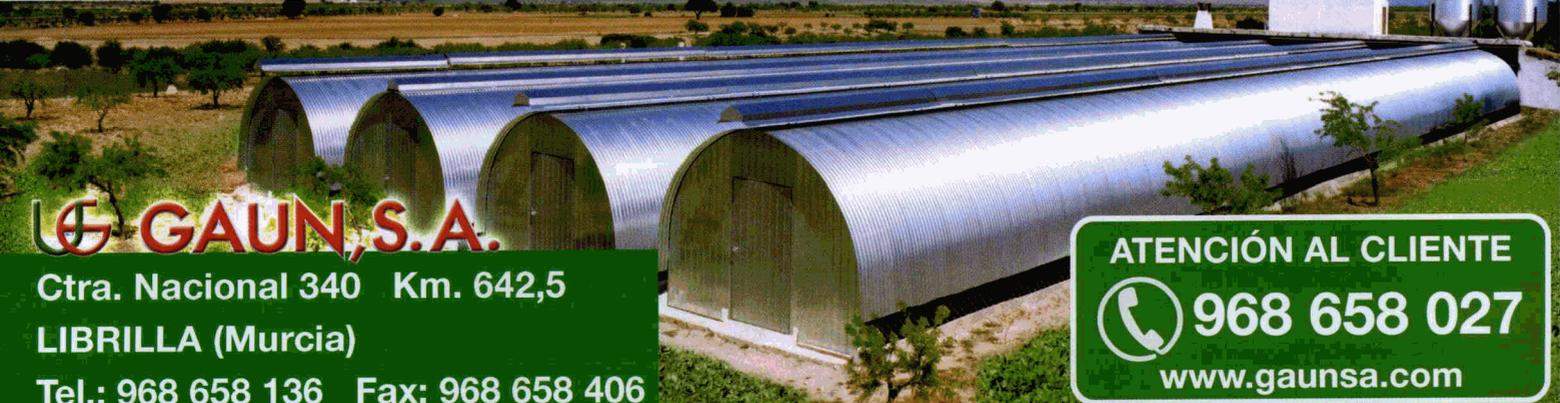


GAUN, S.A.

Instalaciones y Materiales para CUNICULTURA



Engorde
Polivalentes
Reposición
Accesorios ...



GAUN, S.A.

Ctra. Nacional 340 Km. 642,5
LIBRILLA (Murcia)
Tel.: 968 658 136 Fax: 968 658 406

ATENCIÓN AL CLIENTE
 968 658 027
www.gaunsa.com

Mayo, 2006



Actas del
XXXI Symposium
de Cunicultura
y ASES CU





XXXI SYMPOSIUM DE CUNICULTURA DE ADESCU

Edita: Asociación Española de Cunicultura y Ayuntamiento de Lorca
© Copyright: © Asociación Española de Cunicultura, 2006
Diseño portada: Herminia Torres
Imprime: Cayetano Méndez
ISBN: 84-609-9375-2
Depósito Legal: Mu-920-2006



Índice

Reproducción.

Comparación de diferentes diluyentes en las características cualitativas del semen de conejo durante su conservación. 9

Rosato M. P.¹, Rebollar P.G.², Iaffaldano N.¹

¹ Department of Animal, Vegetable and Environmental Sciences, University of Molise, Italia.

² Departamento de Producción Animal, E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid.

Estudio preliminar sobre características inmunohistoquímicas e histológicas ováricas de conejas sincronizadas. 15

Lorenzo P.L.*, Bonanno A¹., Arias-Álvarez M., López-Béjar M.² y Rebollar P.G.³

*Departamento de Fisiología (Fisiología Animal). Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid.

¹Departamento Dipartimento S.EN.FI.MI.ZO., sezione di Produzioni Animali, Facoltà di Agraria, Università di Palermo, Italia.

²Departamento de Sanidad y Anatomía Animales. Universidad Autónoma de Barcelona.

³Departamento de Producción Animal. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

Relación entre parámetros de calidad seminal y fertilidad. 23

García-Tomás, M. ^{1,2}, Sánchez, J. ², Rafel, O.¹, Ramon, J.¹, Piles, M.¹

¹IRTA - Unitat de Cunicultura, Caldes de Montbuí, Barcelona.

²Departament de Fisiologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.

Efecto del alto nivel de semillas de lino extrusionadas sobre las características productivas y del semen en conejos macho. 29

Castellini C., Cardinali R., Dal Bosco A.

Dip. Biologia Vegetale e Biotecnologie Agroambientali e Zootecniche

Perugia, Italia.

Bienestar Animal.

Efecto del transporte y la estación del año sobre la respuesta fisiológica de estrés en conejos comerciales. 35

Liste¹ G., María¹ G. A., S. García-Belenguer²., G. Chacón², S. Alierta³

¹Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos.

² Departamento de Patología Animal. Facultad de Veterinaria.

³ Servicio de Apoyo a la Experimentación Animal.

Universidad de Zaragoza

Como la densidad y la pavimentación afectan los rendimientos productivos y el bienestar en conejos de engorde en jaulas colectivas. 45

Trocino, L. Carraro, M. Fragkiadakis, G. Xiccat

Dipartimento di Scienze Animali, Università di Padova, Legnaro, Italia.



Nutrición.

Respuesta de una línea longevo-productiva a diferentes niveles de presión reproductiva. 53

Theilgaard P., Ródenas L., Martínez E., Sánchez J.P., Baselga M., Pascual J.J.
Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia.

Estimación de la composición corporal de las conejas reproductoras mediante impedancia bioeléctrica (BIA): primeros resultados. 59

Corchado V.¹, Rebollar P.G.¹, Pereda N.¹, Rosato M.P.², Iaffaldano N.², García Rebollar P.¹, Nicodemus N.¹

¹ Departamento de Producción Animal, E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid.

² Department of Animal, Vegetable and Environmental Sciences, University of Molise, Campobasso, Italy

Utilización de un pienso rico en fibra digestible e indigestible y pobre en almidón en conejos de engorde: ensayo en condiciones de campo. 67

Fabre C.¹, Juvero M.A.¹, Blas E.², Fernández Carmona J.², Pascual J.J.²

¹ GUCO. Grupo Arcoiris, Valderrobres (Teruel).

² Departamento de Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia.

Digestibilidad ileal de piensos con distinto contenido en fibra digestible, almidón y grasa animal en gazapos en postdestete. 73

Soler M.D.¹, Blas E.², Biglia S.², Casado C.², Moya J.², Cervera C.²

¹ Departamento de Producción Animal y Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad Cardenal Herrera-CEU, Moncada, Valencia.

² Departamento de Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia.

Efecto del nivel y tipo de fibra sobre los parámetros productivos y la digestibilidad ileal de gazapos y conejos en cebo. 79

J.L. Alvarez¹, I. Margüenda², P. García-Rebollar¹, R. Carabaño¹, J.C. de Blas¹ y A.I. García-Ruiz².

¹ Departamento de Producción Animal, E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid

² Nutreco PRRC, Casarrubios del Monte, Toledo.

Efecto del nivel de energía del pienso sobre el crecimiento, la mortalidad y el rendimiento de la canal en conejos. 89

¹ Facultad de Veterinaria. Dpto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos.

Producción Animal, Zaragoza.

² Veterinario.



Influencia de la edad al destete (25 vs 35), la nave y el periodo sobre la mortalidad y parámetros productivos de gazapos. 95

Garrido S., Nicodemus N., Chamorro S., de Blas J.C.
Departamento de Producción Animal, E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid.

Racionamiento de los conejos en engorde: efecto del método de distribución de la ración diaria sobre la velocidad de crecimiento y la homogeneidad de los pesos. 103

François Tudela¹; François Lebas²
¹ Estación Experimental Cunicola (SELAP), INRA Centro de Investigación de Toulouse CASTANET TOLOSAN, Francia.
² Cuniculture, CORRON SAC, Francia.

Influencia de distintas mezclas de aceites esenciales y de extractos vegetales incorporados en el alimento sobre el crecimiento y la mortalidad de los conejos al engorde. 111

M. Colin¹, A.Y. Prigent²
¹ COPRI, Coat Izella, 29830 - Ploudalmézeau, France.
² EARL 3L, Coat Izella, 29830 - Ploudalmézeau, France.

Digestibilidad ileal aparente y verdadera de aminoácidos de harinas de girasol, productos de soja y guisante en conejos. 117

Llorente¹, A.I. García², N. Nicodemus¹, M.J. Villamide¹, R. Carabaño¹
¹ Departamento de Producción Animal, E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid
Nutreco Poultry and Rabbit Research Centre, Casarrubios del Monte, 45950 Toledo

Efecto de Toyocerin® sobre los rendimientos productivos de conejas primíparas durante el primer ciclo. 125

Victor Pinheiro¹; José L. Mourão¹; Clara Silva²; Guillermo Jiménez³
1 - CECAV, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal
2 - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal
3- Rubinum, Barcelona, España

Valoración del impacto de dietas medicadas sobre el ritmo de crecimiento y la fermentación cecal de conejos en cebo. 133

L. Abecia, M. Fondevila, J. Balcells y A. Belenguer
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza.

Producción Animal y Calidad de Carne.

Efecto del estado fisiológico y la estación sobre los caracteres reproductivos durante el periodo de lactación en conejo. 139

Baena, P.L., García, M.L., Muelas, R., Agea, I., Rodríguez, B., Argente, M.J.
División de Producción Animal. Dpto. de Tecnología Agroalimentaria. Universidad Miguel Hernández de Elche. Orihuela, Alicante.



Factores relacionados con el crecimiento de los gazapos durante el periodo de lactación. 145

Argente, M.J., Baena, P.L., Agea, I., Muelas, R., Rodríguez, B., García, M.L.
División de Producción Animal. Dpto. de Tecnología Agroalimentaria. Universidad Miguel Hernández de Elche. Orihuela. Alicante.

Relación entre el peso al nacimiento y la supervivencia de los gazapos en la primera semana de vida. 151

García, M.L., Baena, P.L., Muelas, R., Agea, I., Argente, M.J.
División de Producción Animal. Dpto. de Tecnología Agroalimentaria. Universidad Miguel Hernández de Elche. Orihuela. Alicante.

Motivaciones de la ausencia de consumo de carne de conejo en una población de estudiantes universitarios 157

Pedro González Redondo
Departamento de Ciencias Agroforestales. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad de Sevilla. España.

Patología.

Diversidad genética y factores de patogenicidad presentes en diferentes cepas de *Staphylococcus aureus* procedentes de lesiones de conejo y su relación con la virulencia. 165

Viana, D.¹; Selva, L.¹; Segura, P.¹; Peris, B.¹; Penadés, J.R.² y Corpa, J.M.¹
¹ Departamento de Atención Sanitaria, Salud Pública y Sanidad Animal (Histología y Anatomía Patológica), Universidad Cardenal Herrera-CEU, Moncada, Valencia.
² Centro de Investigación y Tecnología Animal. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Segorbe. Castellón.

Importancia de los portadores nasales en la patología asociada a *Staphylococcus aureus* en la especie cunícola. 171

Selva, L.¹; Viana, D.¹; Penadés, J.R.² y Corpa, J.M.¹
¹ Departamento de Atención Sanitaria, Salud Pública y Sanidad Animal (Histología y Anatomía Patológica), Universidad Cardenal Herrera-CEU, Moncada, Valencia.
² Centro de Investigación y Tecnología Animal. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Segorbe. Castellón.

La fagoterapia en cunicultura. ¿Una posible arma frente a *Staphylococcus aureus*? 175

Selva, L.;¹ Viana, D.;¹ Penadés, J.R.² y Corpa, J.M.¹
¹ Departamento de Atención Sanitaria, Salud Pública y Sanidad Animal (Histología y Anatomía Patológica), Universidad Cardenal Herrera-CEU, Moncada, Valencia.
² Centro de Investigación y Tecnología Animal. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Segorbe. Castellón.



Gestaciones ectópicas, ¿seguro qué no las has visto? 181

Viana, D.; Selva, L.; Segura, P.; Ortega, J. y Corpa, J.M.
Departamento de Atención Sanitaria, Salud Pública y Sanidad Animal (Histología y Anatomía Patológica), Universidad Cardenal Herrera-CEU, Moncada, Valencia.

Mejora de los rendimientos de las explotaciones cunícolas.

Puntos críticos de la productividad en la producción cunícola. 187

D. Ernesto Gómez.
Centro de Investigación y Tecnología Animal. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Segorbe. Castellón.

Manejo de la cubrición para optimizar los resultados productivos. 201

D.^a Pilar García Reboilar.
Departamento de Producción Animal, E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid.

Manejo de la alimentación de las conejas reproductoras. 211

D.^a C. Cervera y D. J. J. Pascual.
Departamento de Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia

La supervivencia prenatal en la coneja reproductora. 229

D.^a María Antonia Santacreu Jerez. Univ.
Departamento de Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia.

Estrategias de manejo del nido. 237

D. Jesús Vicente Díaz Cano, Veterinario, NANTA.



Reproducción

COMPARACIÓN DE DIFERENTES DILUYENTES EN LAS CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS DEL SEMEN DE CONEJO DURANTE SU CONSERVACIÓN.

Comparison of different diluents on the quality characteristics of rabbit semen during storage

Rosato M. P.¹, Rebollar P.G.², Iaffaldano N.^{1,*}

¹ Department of Animal, Vegetable and Environmental Sciences, University of Molise, via De Sanctis, 86100 Campobasso, Italy.

² Departamento de Producción Animal, E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, Spain

*Corresponding author. Tel.: +39-0874-404697; fax: +39-0874-404855. E-mail Address: nicilaia@unimol.it

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue comparar el empleo de MIII[®], un diluyente económico empleado para conservar semen de verraco, con respecto a dos diluyentes de semen de conejo, Lepus[®] y Tris-ácido cítrico (TCG), respectivamente, sobre las características cualitativas *in vitro* de los espermatozoides de conejo almacenados hasta 72 horas a 15° C. Para este estudio se emplearon seis pools de semen (n= 5-6 eyaculados/pool) recogidos con vagina artificial de 30 machos adultos. La concentración espermática fue evaluada con la cámara de Thomas-Zeiss y cada pool se dividió en 3 alícuotas, las cuáles se diluyeron con Lepus[®], MIII[®] y TCG respectivamente, a una concentración de 30 x 10⁶ espermatozoides/ml de diluyente. La motilidad espermática total, la motilidad progresiva rectilínea, la viabilidad (procedimiento de SYBR-14/Propidium Ioduro) y la integridad del acrosoma (procedimiento PSA-FITC) se determinaron a las 3, 24, 48 y 72 h de conservación. El semen conservado durante 72 horas presentó peores características cualitativas en todos los diluyentes empleados, aunque con los diluyentes TGC y MIII[®] el deterioro fue menor. Después de 3 horas de almacenamiento, todos los parámetros fueron mejores con los diluyentes TGC y MIII[®] comparados con el diluyente Lepus[®], pero no se detectaron diferencias significativas. Pasadas 24 horas, la motilidad espermática total (TSM) (P<0.05), la motilidad progresiva rectilínea (FPM)(P<0.05) y la integridad acrosómica (P<0.05) fueron significativamente más elevadas en los diluyentes TGC y MIII[®] comparados con Lepus[®], mientras que no existieron diferencias significativas en la viabilidad entre los tres diluyentes. Además, después de 48 y 72 horas, la TSM (P<0.01), la FPM (P<0.01), la viabilidad (P<0.01) y la integridad acrosómica (P<0.05) fueron mejores en los diluyentes TCG y MIII[®]. Nuestros resultados muestran que la calidad del semen conservado con TGC y MIII[®] fue similar. No obstante, el diluyente de semen



de verraco, de precio más bajo, se puede emplear para conservar semen de conejo ya que mantiene la calidad del mismo durante su almacenamiento *in vitro*. Aunque se necesitan más estudios que confirmen su eficacia *in vivo*.

Keywords: conejo; diluyente; conservación de semen; calidad del seme.

■ ABSTRACT

The aim of this study was to compare the effect of MIII[®], a cheap boar semen diluent, respect to two extenders used for the dilution of rabbit semen, Lepus[®] and Tris-citric acid (TCG) diluent respectively, on *in vitro* qualitative characteristics of rabbit spermatozoa stored for up to 72 h at 15°C. 6 pools of semen (n 5-6 ejaculates/pool) collected via artificial vagina from 30 hybrid mature males were used. Sperm concentration was evaluated with a Thoma-Zeiss chamber and each pool was divided into 3 aliquots which were diluted with Lepus[®], M III[®] and TCG diluents, respectively, to a concentration of 30 x 10⁶ spermatozoa/ml diluent. Total sperm motility, forward progressive motility, viability (SYBR-14/Propidium Iodide procedure) and acrosome integrity (PSA-FITC procedure) were recorded at 3, 24, 48 and 72 h of storage. The storage of rabbit semen for 72 h worsened the quality characteristics of semen with the different extenders although the semen with TGC and M III diluents was less deteriorated during storage. After 3 h of storage, all the parameters were better with TGC and M III[®] compared to Lepus[®] extender, but not significant differences emerged. After 24 h significantly higher were the TSM (P<0.05) and FPM (P<0.05) and acrosome integrity (P<0.05) both in TGC and M III[®] diluents compared to Lepus[®] one, while not significant differences for viability were observed between extenders. Also after 48 and 72 h better values of TSM (P<0.01), FPM (P<0.01), viability (P<0.01) and acrosome integrity (P<0.05) were found in TGC and M III[®] respect to Lepus[®] one. Our results suggest clearly that the quality of the semen stored with TGC and MIII was comparable. Therefore, a commercial boar semen extender of reduced cost and of practical use, seems to be effective to preserve the rabbit semen quality during *in vitro* storage, although studies are necessary to confirm *in vivo* its efficacy.

■ INTRODUCCIÓN

La inseminación artificial (IA) de conejas está ampliamente extendida en los países europeos, obteniéndose resultados de fertilidad comparables a los de monta natural, cuando se utiliza semen fresco diluido 6-12 horas después de la recogida (Alabiso et al., 1996). En condiciones normales, en las explotaciones de conejos, la inseminación artificial se realiza a las pocas horas de la recogida del semen y se limita a las hembras de la misma granja donde se encuentran los machos. Aunque, en los últimos años se han realizado progresos significativos en las técnicas de conservación (Roca et al., 2000; Nagy et al., 2002; López-Gautius et al., 2005) y en los protocolos de congelación (Mocé et al., 2002; 2003; 2005; Si et al., 2006) para el semen de conejo, la calidad del semen almacenado y por consiguiente, la fertilidad y prolificidad obtenidas, son inferiores a las que se obtienen con semen fresco y no son adecuadas en los actuales sistemas de producción. Las investigaciones que se han realizado se han centrado en definir diluyentes de características óptimas. La elección de un diluyente no sólo se realiza por sus implicaciones productivas sino también por las implicaciones económicas de su uso: disponer de un diluyente barato capaz de conservar las cualidades del semende conejo durante la conservación podría ser un objetivo de la industria productora de conejos, reduciendo los costes de inseminación sin afectar a los parámetros productivos.

El objetivo de este estudio fue comparar el empleo de MIII[®], un económico diluyente de semen de verraco, y dos diluyentes de semen de conejo, Lepus[®] y Tris-ácido cítrico (TCG), valorando la calidad *in vitro* de espermatozoides de conejo almacenados durante 72 horas a 15°C.

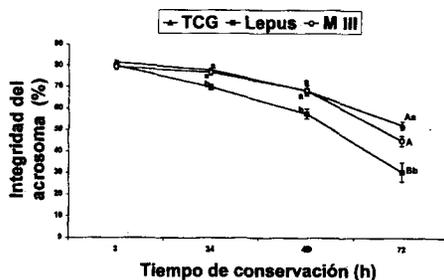
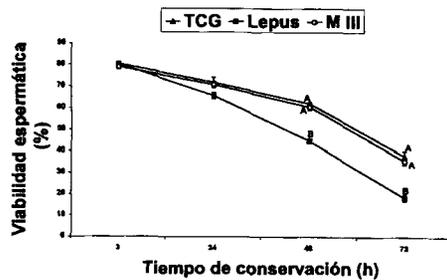
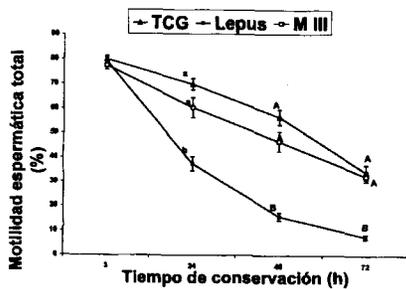
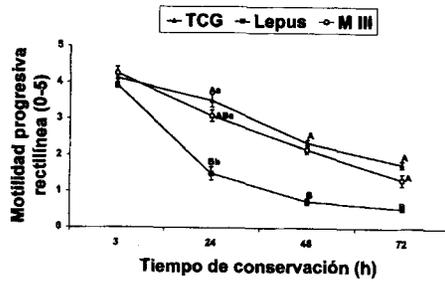
MATERIAL Y MÉTODOS

Dos eyaculados consecutivos se recogieron mediante vagina artificial de 30 conejos híbridos adultos alojados en una granja comercial. Después de la recogida del semen se eliminó la fase gelatinosa del mismo. Los eyaculados individuales de mezclaron en 6 pooles de semen, cada uno de 5-6 machos. Estos pooles se dividieron más tarde en tres alícuotas y cada una de ellas se prediluyó 1:1 en uno de los siguientes diluyentes: MIII[®] (Minitüb Abfüll, Germany), un diluyente comercial de verraco que contiene gentamicina como antibiótico, Lepus[®], un diluyente comercial de semen de conejo (Medi Chimica, RE, Italy) y TCG, elaborado según Viudes-de Castro et al., (1999), respectivamente. El diluyente TCG estaba compuesto de 0,25 M de Tris[hydroxymetil]aminometano, 88 mM de ácido cítrico, 47 mM de D (+) glucosa y 80 mg/l de kanamicina, pH 7,1, con una presión osmótica de 300 mOsm/l. Todos los componentes empleados para preparar este diluyente fueron obtenidos en Sigma. La composición cuantitativa de los medios MIII[®] y Lepus[®] es desconocida debido a intereses comerciales y su pH fue de 7,2 y 7,3, respectivamente.

La concentración espermática se determinó con la cámara de recuento celular Thoma-Zeiss (Marienfeld, Germany), y la concentración final de cada muestra se ajustó a 30×10^6 espermatozoides/mL con el diluyente empleado en la predilución. Las muestras se introdujeron en un refrigerador a 15° C y se almacenaron allí durante 72 horas. La motilidad espermática total (TSM), la motilidad progresiva rectilínea (FPM), la viabilidad y la integridad acrosómica de los espermatozoides se analizaron a las 3, 24, 48 y 72 horas del almacenamiento. La TSM y la FPM se determinaron según Roca et al. (2000). La viabilidad espermática se analizó mediante una técnica de doble tinción que emplea Sperm SYBR-14 y Propidium Ioduro (PI) como colorantes, según describen Garner and Johnson (1995). La viabilidad espermática se determinó con un kit (Molecular Probe, Eugene, OR, USA). Brevemente, 0,5 ml de semen diluido (30×10^6 espermatozoides/ml) se incubaron con 0,50 μ l 5fl de SYBR-14 (0,1 mg/ml DMSO) durante 10 minutos y después con 2 μ l 5fl de PI (4 mg/ml PBS) durante 5 minutos a 36°C. Se contaron al menos 200 espermatozoides con el microscopio de fluorescencia, usando el objetivo de inmersión (x100). Las células vivas emiten un brillo fluorescente de color verde y las muertas, de color rojo. El porcentaje de espermatozoides viables se calculó según la siguiente ecuación: células verdes/(células verdes + células rojas) x 100. La integridad del acrosoma se determinó según el método de Mendoza et al. (1992): 10 μ l 5fl de semen diluido se extendieron sobre un porta-objetos; después de secarse, las extensiones espermáticas se introdujeron en metanol (Sigma) durante 15 minutos y luego se incubaron durante 30 minutos a temperatura ambiente en una cámara oscura con una solución de FITC-conjugado PSA (Sigma; 50 μ l 5fg/ml PBS). Los portaobjetos se lavaron después con agua destilada para eliminar el exceso de producto no unido. Después de secarse, las preparaciones se examinaron inmediatamente con un microscopio de epifluorescencia y con el objetivo de inmersión (x 100). Los espermatozoides con el acrosoma intacto, cuyo color era verde brillante, se contaron en un total de al menos 200 células espermáticas y el porcentaje de integridad acrosómica se calculó según la ecuación: células con acrosoma intacto/(células con acrosoma intacto + células con acrosoma no intacto) x 100. Los resultados de motilidad, viabilidad e integridad del acrosoma, transformados mediante el arcoseno, se analizaron mediante un ANOVA usando el procedimiento de mínimos cuadrados y el modelo general lineal del SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL, US, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la motilidad espermática total, la motilidad progresiva espermática, la viabilidad y la integridad del acrosoma se muestran en las Figuras 1, 2, 3 y 4, respectivamente.



La calidad del semen de conejo conservado durante 72 horas fue empeorando con los tres diluyentes estudiados, aunque el semen diluido con TGC y MIII[®] se deterioró menos durante este periodo de conservación.

Después de 3 horas de conservación, no se observaron diferencias significativas entre los tres diluyentes.

A las 24 h, la TSM ($P < 0.05$), la FPM ($P < 0.05$) y la integridad acrosómica ($P < 0.05$), fueron significativamente más elevadas en el semen diluido con TGC y MIII[®] comparado con el diluido en Lepus[®], mientras que no se observaron diferencias significativas para la viabilidad.

A las 48 y 72 horas TSM ($P < 0.01$), FPM ($P < 0.01$), viabilidad ($P < 0.01$) e integridad acrosómica ($P < 0.05$) fueron mejores en el semen diluido en TGC y MIII[®], con respecto a Lepus[®].

Nuestros resultados sugieren claramente que el semen diluido en TGC y MIII[®] presenta mejores características cualitativas después de un tiempo de conservación, que el diluido en Lepus[®]. Estudios previos han mostrado que con TGC las cualidades del semen se mantenían en mejores condiciones que con otros diluyentes con Tris (Roca et al., 2000). La calidad del semen conservado con TGC y MIII[®] fue similar. Esto podría ser debido al hecho de que MIII[®], aunque es un diluyente disponible para semen de verraco, además es también capaz, como el TGC, de aportar nutrientes que los espermatozoides necesitan para sus necesidades metabólicas, aportando protección frente a las variaciones de pH y asegurando una presión osmótica adecuada para que el espermatozoide pueda sobrevivir durante una conservación de 72 horas. Nagy et al. (2002), demostraron que un diluyente de verraco comercial (Piglet Bt., Hungary), era igual de eficaz en la preservación de la viabilidad y de la integridad acrosómica del semen de conejo almacenado durante 72 h a 5° C, cuando se añadía gelatina a este diluyente.

Estos resultados, por un lado confirman la capacidad de los diluyentes del tipo Tris-acetato para conservar la calidad del semen durante su almacenamiento, y por otra, que el MIII[®], un diluyente comercial de coste reducido y de uso práctico, parece ser eficaz para el mismo fin. Sin embargo, se necesitan más estudios para confirmar la eficacia de este diluyente de verraco *in vivo*, con el objeto de introducirlo en las granjas comerciales para reducir los costes de la inseminación.

REFERENCES

- ALABISO M., BONANNO A., ALICATA M.L., Leto G., Todaro M. 1996. Productivity of rabbit does subjected to artificial insemination and natural mating. En: *Proceedings of the 6th World Rabbit Toulouse Congress* act. 1996. 2: 29-32.
- GARNER D.L., JOHNSON L.A. 1995. Viability assessment of mammalian sperm using SYBR-14 and propidium iodide. *Biol Reprod.* 53: 276-84.
- LÓPEZ-GATIUS F., SANCES G., SANCHO M., YÁÑIZ J., SANTOLARIA P., GUTIÉRREZ R., NÚÑEZ M., NÚÑEZ J., SOLER C. 2005. Effect of solid storage at 15°C on the subsequent motility and fertility of rabbit semen. *Theriogenology* 64: 252-260.
- MENDOZA C, CARRERAS A, MOOS J, Tesarik J. 1992. Distinction between true acrosome reaction and degenerative acrosome loss by a one-step staining method using *Pisum sativum* agglutinin. *J Reprod Fertil.* 95: 755-63.
- MOCÉ E., VICENTE J.S. 2002. Effect of cooling and freezing, the two first steps of a freezing protocol, on the fertilizing ability of the rabbit sperm. *Reprod Nutr Dev.* 42: 189-96.
- MOCÉ E., VICENTE J.S., LAVARA R. 2003. Effect of freezing-thawing protocols on the performance of semen from three rabbit lines after artificial insemination. *Theriogenology.* 60: 115-23.
- MOCÉ E., LAVARA R., VICENTE J.S. 2005. Influence of the donor male on the fertility of frozen-thawed rabbit sperm after artificial insemination of females of different genotypes. *Reprod Domest Anim.* 40: 516-21.
- NAGY S.Z., SINKOVICS G.Y., KOVÁCS A. 2002. Viability and acrosome integrity of rabbit spermatozoa processed in a gelatin-supplemented extender. *Anim Reprod Sci.* 70: 283-286.
- ROCA J., MARTÍNEZ S., VÁZQUEZ J.M., LUCAS X., PARRILLA I., MARTÍNEZ E.A., 2000. Viability and fertility of rabbit spermatozoa diluted in tris-buffer extenders and stored at 15 °C. *Anim Reprod Sci.* 64: 103-112.
- SI W., HILDEBRANDT T.B., REID C., KRIEG R., JI W., FASSBENDER M., HERMES R. 2006. The successful double cryopreservation of rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) semen in large volume using the directional freezing technique with reduced concentration of cryoprotectant. *Theriogenology* 65: 788-98.
- SPSS/PC + Statistics 12. *SPSS, Inc., Chicago, IL*
- VIUDES-DE-CASTRO M.P., VICENTE J.S., LAVARA R. 1999. Effet du nombre de spermatozoides sur la fertilité de la semence conservée 24 heures chez le lapin. *Ann. Zootech.* 48: 407-412.

Reproducción

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE CARACTERÍSTICAS INMUNOHISTOQUÍMICAS E HISTOLÓGICAS OVÁRICAS DE CONEJAS SINCRONIZADAS. Preliminary immunohistochemical and histological studies in ovaries of synchronized rabbit does.

**Lorenzo P.L.*, Bonanno A¹., Arias-Álvarez M., López-Béjar M.²
y Rebollar P.G.³**

*Departamento de Fisiología (Fisiología Animal). Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid.

¹ Departamento Dipartimento S.EN.FI.MI.ZO., sezione di Produzioni Animali, Facoltà di Agraria, Università di Palermo, Italia.

² Departamento de Sanidad y Anatomía Animales. Universidad Autónoma de Barcelona.

³ Departamento de Producción Animal. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

Corresponding author. Tel.: 91-549 1880; E-mail Address: pilar.grebollar@upm.es

RESUMEN

En las conejas lactantes es necesario aplicar tratamientos de estimulación del celo para obtener resultados satisfactorios de fertilidad. En este trabajo hemos querido determinar el efecto de diferentes técnicas de sincronización de celo sobre algunas características morfológicas ováricas. Un total de 20 conejas multíparas lactantes se distribuyeron al azar en tres grupos: BIO (cierre del nido en día 9, lactación controlada el día 10 y 11; n=10), PMSG (20 UI de PMSG el día 9 post-parto; n=5) y CONTROL (ningún tratamiento; n=5). Los ovarios de todas las conejas se extirparon el día 11 post-parto. En ellos se valoraron sus características morfométricas (peso, anchura y longitud) y se realizaron estudios histológicos y de inmunohistoquímica con el objeto de detectar la presencia del receptor de la Hormona del Crecimiento (GHR). Los tratamientos de sincronización no afectaron a las características morfológicas del ovario, pero se observó que las conejas tratadas con PMSG presentaron una proporción ligeramente inferior de folículos primarios al del grupo BIO y similar al del grupo CONTROL (25,7%, 58,9% y 42,3%, respectivamente; P=0,1). La presencia de GHR en el tejido ovárico fue más evidente en las conejas tratadas con PMSG y en las separadas de su camada, mostrándose más marcada la intensidad del marcaje en los folículos primordiales y en los propios oocitos, demostrando la presencia y el papel estimulador de esta hormona en el desarrollo folicular descrito también en otras especies. Estos estudios muestran algunas características ováricas de conejas lactantes sincronizadas y abren nuevas vías para el estudio de los mecanismos intra-ováricos que pueden estar incidiendo sobre el desarrollo folicular de conejas en post-parto.

ABSTRACT

The use of synchronization methods is necessary when artificial insemination (A.I.) is applied in lactating rabbit does in order to obtain high fertility results. The present study was undertaken to

investigate the effect of PMSG treatment and the doe-litter separation method to synchronize oestrus in rabbit does in some ovarian morphological parameters. A total of 20 lactating multiparous does were distributed in three experimental groups: BIO (closing of nest box on day 9, controlled nursing on day 10 and 11, n=10), PMSG (20 UI administered on day 9 post-partum; n=5) and CONTROL (without treatment; n=5). Ovaries were obtained on day 11 post-partum in order to check the morphometric status (weight, width and height), and to make histological and immunohistochemical studies to show the presence of Growth Hormone Receptor (GHR). As a results, synchronization methods not shown any significant difference in relation to CONTROL group. However, a light decrease in the number of primary follicles were evidenced in PMSG group with respect to Bio group and similar to control group (25,7%, 58,9% y 42,3%, respectively; P=0,1). GHR immunostaining-presence was more evident in BIO and PMSG groups, including primordial follicles and oocyte itself. Thus, it would be possible some direct effects of GH on follicular development described in other species. The present studies show some ovarian parameters from lactating synchronized rabbit does and open new ways to study some intra-ovarian mechanism of follicular development in the post-partum period of rabbit does.

Key words: rabbit doe, follicles, ovary, synchronization.

■ INTRODUCCIÓN

Para conseguir buenos resultados de fertilidad aplicando ritmos de cubrición semi-intensivos es necesaria la estimulación ovárica de las conejas, ya que la lactación reduce en gran medida la receptividad sexual (Ubilla y Rebollar, 1995). Bonanno et al., 1990, demostraron que dosis crecientes de PMSG (0, 10, 15, 20 UI) en una inyección intramuscular provocan crecimientos foliculares ováricos proporcionales a la dosis que se inyecta (7,8, 9,8, 12,8 y 11,1 folículos antrales) y otros autores (Maertens et al., 1998 y Rebollar et al., 2005) han demostrado que aumenta la fertilidad en las conejas multíparas lactantes inseminadas en sus primeras lactaciones. Por otro lado, las separaciones transitorias de camada antes de la inseminación provocan una disminución de prolactina (PRL), mejorando la actividad esteroideogénica ovárica (Ubilla et al., 2000). El incremento en los niveles de estradiol observado en conejas sincronizadas (Rebollar et al., 2005) se podría asociar a un mayor desarrollo folicular, pero éste no ha sido cuantificado. En cerdas, se ha descrito la presencia de folículos de pequeño y medio tamaño en todos los días del ciclo estral, sin embargo los de gran tamaño sólo aparecen en días próximos al estro (Kelly et al., 1988).

Así como la PRL deprime la actividad ovárica afectando a la receptividad sexual, a la hormona del crecimiento (GH), que también es una hormona adenohipofisaria, se le atribuyen en otras especies favorecedores efectos en la evolución y desarrollo de los folículos ováricos, así como sobre la maduración de los oocitos que se encuentran en su interior (Fortune et al., 2003). En ratones se ha demostrado que la alteración del gen codificador del receptor y de la proteína transportadora de GH provoca, entre otros déficits, un menor número de folículos preovulatorios y una menor tasa de ovulación (Zackek et al., 2002), tanto si ésta es inducida como si es espontánea (Bachelot et al., 2002). La distribución de estos receptores en las diferentes capas y estadios de desarrollo folicular se ha estudiado en ovarios de vaca y oveja (Eckery et al., 1997; Kölle et al., 1998), pero en la coneja no se han descrito.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la distribución de las poblaciones foliculares y la inmunolocalización de receptores a la GH en el tejido ovárico de conejas lactantes sincronizadas con PMSG o mediante separación transitoria de la camada, para intentar explicar las mejoras de receptividad y fertilidad debidas a la aplicación de tratamientos.

MATERIAL Y MÉTODOS

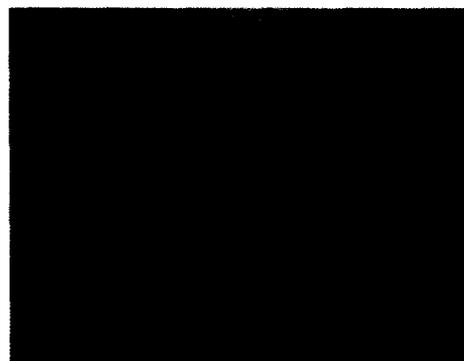
Se emplearon 20 conejas de raza blanca de Nueva Zelanda x California, multíparas lactantes, con un tamaño ajustado de 8 gazapos por camada, con menos de 5 partos, con un peso medio de $4,180 \pm 0,393$ kg, alojadas en una explotación comercial colaboradora de la Universidad de Palermo (Italia). Para la sincronización del estro las conejas se distribuyeron en 3 grupos: grupo BIO, con cierre del nido el día 9 post-parto y posterior lactación controlada el día 10 y 11 post-parto ($n=10$), grupo PMSG tratadas con 20 UI de esta gonadotropina (Foligón, Lab. Intervet) 48 horas antes del sacrificio ($n=5$) y un grupo control que no recibió ningún tratamiento ($n=5$). Los animales se alojaron individualmente con ambiente controlado ($18-22^{\circ}$ C, 45% humedad relativa) y un fotoperiodo de 16 h luz-8 h oscuridad. El agua y la comida (16.2% proteína, 2.5% grasa y 13.5% fibra cruda) fueron administradas *ad libitum*. Tras los tratamientos correspondientes, el día 11 post-parto, las conejas fueron sometidas a una laparotomía mid-ventral, previa anestesia con 30 mg/kg de pentobarbital sódico (i.v.), para extraer sus ovarios. Todos los procedimientos experimentales se realizaron de acuerdo a un protocolo previamente aprobado por el Comité de Experimentación Animal y siguiendo, en este sentido, las recomendaciones de la CE (directriz 86/609 de 1986).

Estudios morfométricos

El protocolo de fijación y deshidratación de los ovarios fue el siguiente: una vez anotadas sus características morfológicas de peso, longitud y anchura y calculado el volumen de cada ovario, se introdujeron en una solución de paraformaldehído al 4% hasta que fueron procesados en el laboratorio de histología de la UCM. Posteriormente, los tejidos se lavaron con PBS 0,05 M durante 12 h, y se deshidrataron con una serie de pases por diferentes diluciones de etanol. Después se mantuvieron en una solución de etanol al 70% hasta su posterior análisis. Las muestras se tallaron, se incluyeron en parafina y se cortaron exactamente por la línea media longitudinal del hilio del órgano. Para hacer el recuento de los folículos, con un microtomo, se realizaron al menos 3 secciones de 4μ de grosor, que posteriormente se tiñeron con hematoxilina-eosina y se montaron en un portaobjetos. Las muestras de cada ovario así fijadas y teñidas se observaron al microscopio óptico en el departamento de Producción Animal de la UPM.

Los folículos en los que el núcleo del oocito era visible en el corte se clasificaron como primarios (un oocito rodeado de una capa de células cúbicas de granulosa), secundarios (un oocito rodeado de dos o más capas de células) y antrales (con antro folicular), tal y como muestran las imágenes.

Se realizó un análisis de varianza utilizando el paquete estadístico SAS (SAS, 1990-2001) para estudiar el efecto del tratamiento de sincronización sobre el número de folículos de las distintas categorías presentes en los ovarios y sobre el volumen de los mismos.



Primarios



Secundarios



Antral

Técnicas inmunohistoquímicas

Estas técnicas se emplearon para localizar los receptores de hormona de crecimiento sobre el tejido ovárico en el departamento de Fisiología animal de la UCM en colaboración con el departamento de Sanidad y Anatomía Animales de la UAB. El estudio se realizó en secciones de tejido fijados en parafina mediante la técnica inmunoperoxidasa, con anticuerpos específicos de los laboratorios Novocastra Ltd. El protocolo a utilizar es el mismo descrito en trabajos anteriores (Lorenzo et al., 2001). Brevemente, las preparaciones se incubaron durante 30 minutos con peróxido de hidrógeno al 1% para suprimir la actividad peroxidasa endógena. Después, se incubó con el suero de neutralización durante 90 minutos para suprimir la unión inespecífica de inmunoglobulinas. Se añadió el primer anticuerpo y se incubó durante la noche en un recipiente humidificado, se lavaron las secciones y se añadió el segundo anticuerpo biotinilado; posteriormente, se incubó durante 1 h, se lavaron las secciones y se añadió el conjugado ABC (conjugado avidina-biotina-peroxidasa). Por último, se depositó el sustrato (3,3' diaminobencidina tetrahidroclorhidrato), se realizó una tinción de contraste con hematoxilina y se examinó al microscopio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las dimensiones de los ovarios fueron similares a las descritas por Gosálvez (1985), para conejas múltiparas en el día 11 post-parto, presentando un peso medio similar entre grupos ($0,45 \pm 0,15$ y $0,41 \pm 0,16$ g para el ovario derecho e izquierdo, respectivamente). No se han observado diferencias significativas en el volumen de los ovarios extirpados entre los diferentes grupos de conejas (Tabla 1).

Tabla 1. Volumen de los ovarios de conejas sometidas a una separación de la camada de 24 horas (BIO), tratadas con PMSG 48 horas antes (PMSG) y sin ningún tratamiento (CONTROL).

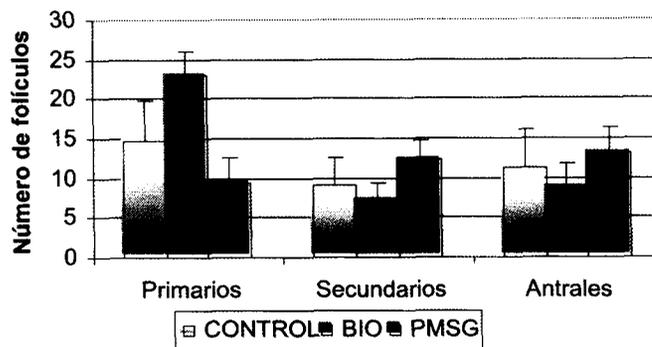
Tratamiento	Volumen (cm ³ s.e.m.)	
	Ovario derecho	Ovario izquierdo
CONTROL	$0,52 \pm 0,06$	$0,51 \pm 0,05$
BIO	$0,53 \pm 0,04$	$0,47 \pm 0,04$
PMSG	$0,49 \pm 0,06$	$0,49 \pm 0,05$

Todos los animales presentaban ovarios sanos y dos de ellos (uno del grupo control y otro del grupo BIO) habían ovulado espontáneamente, presentando cuerpos lúteos de reciente formación. La ovulación espontánea no es rara en la coneja y ha sido descrita por otros autores en conejas primíparas (Theau-Clément et al., 2000), pudiéndose presentar de forma aislada durante todo el post-parto, sin que hasta el momento se haya podido determinar la causa que puede desencadenarla. En el presente estudio, se han cuantificado un total de 702 folículos ováricos en los cortes sagitales fijados y teñidos. Del total de folículos contados, 175, 352 y 175 pertenecieron al grupo CONTROL, BIO y PMSG, respectivamente. El recuento de folículos realizado en la región cortical de los ovarios estudiados, coincide con resultados descritos por Gosálvez (1985), en ovarios de conejas en post-parto. La observación de los cortes sagitales de los ovarios reveló la presencia de folículos en diferentes estadios de crecimiento y atresia, similares a los que se observan en otras especies polítoicas, como la cerda (Knox, 2005).

En la Figura 1 se muestran las medias de folículos primarios, secundarios y antrales de los tres grupos de conejas. El número medio de folículos secundarios y antrales fue similar en los tres grupos de conejas. Aunque el tratamiento no afectó de manera estadísticamente significativa al número de folículos primarios existentes, las conejas tratadas con PMSG presentaron una proporción ligeramente

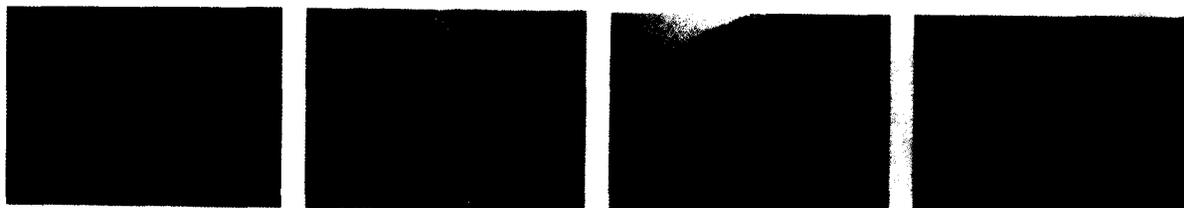
inferior al del grupo BIO y similar al del grupo CONTROL (25,7%, 58,9% y 42,3%, respectivamente; $P=0,1$). Estos resultados concuerdan con estudios realizados en cerdas prepúberes (Guthrie et al., 1990), en los que se ha demostrado que la PMSG reduce el número de folículos pequeños (1-3 mm), incrementa la tasa de atresia de éstos y la de los folículos de tamaño medio (3-6 mm), y aumenta el número de folículos grandes (>6 mm). Aunque al aumentar las dosis de PMSG se observa un mayor número de folículos que escapan de la reserva de primordiales y crecen, esta gonadotropina por sí sola no es capaz de conseguir que cerdas hipofisectomizadas presenten folículos de gran tamaño, con lo que se necesitan otros factores hipotalámicos o intraováricos que gobiernen este desarrollo folicular (Kraeling et al., 1974).

Figura 1. Recuento del número de folículos primarios, secundarios y antrales de conejas controles, conejas sometidas a una separación de 24 horas de la camada (BIO) y conejas tratadas con 20 UI de PMSG 48 horas antes.



En este sentido, podríamos decir que la acción estimulante de la PMSG en los ovarios analizados, habría permitido rescatar y favorecer el crecimiento de cierto número de folículos de la reserva de folículos primordiales, mientras que en las conejas controles y BIO no se observa este reclutamiento folicular.

Finalmente, se ha observado en los tratamientos de sincronización BIO y PMSG, una elevada señal positiva en la inmunolocalización para el receptor de la GH. Las distintas microfotografías muestran algunos de los patrones inmunohistoquímicos obtenidos (de izquierda a derecha, grupo BIO, Grupo Control, Grupo PMSG y control de la técnica) en los que, en color rojo, se evidencia la localización del receptor para GH.



Esta hormona está relacionada con la proliferación de las células foliculares, y en definitiva con la foliculogénesis (Roy et al., 1999). Según el ciclo estral progresa, el crecimiento de uno o varios folículos dominantes se asocia a la disminución de aquellos más pequeños o medianos. En este sentido, el crecimiento y la dinámica folicular dependen de las gonadotropinas hipofisarias, pero el

final del desarrollo folicular también es dependiente de las concentraciones de GH (Eckery et al., 1997). Más aún, la presencia de GH parece estimular el número de folículos en crecimiento en el caso de los bovinos (Gong et al., 1993), incluso inhibiendo el desarrollo de los folículos preovulatorios (Andrade et al., 1996). Como se puede observar en las imágenes, la presencia de GHR fue más evidente en los folículos primordiales que en los folículos antrales cuyos oocitos mostraron también la presencia de GHR. Eckery et al., (1997), demostraron que el mRNA para el receptor de GH es más abundante en el oocito y células de la granulosa de los folículos preantrales y antrales pequeños de la oveja. En el caso de la vaca (Kölle et al., 1998) los receptores aparecen en los oocitos de folículos primordiales y primarios, mientras que en los antrales aparecen en las células del cumulus oophorus. Todo ello indica que en la coneja, esta hormona también está implicada en cierta manera con el desarrollo folicular ovárico, pero queda por dilucidar exactamente su papel en la formación de folículos antrales que contengan y formen un oocito competente, con capacidad para madurar, ser ovulado y fecundado con normalidad. La realización de este trabajo confirma el efecto positivo de la PMSG sobre el crecimiento folicular ovárico y demuestra la existencia de receptores a GH en el tejido ovárico de conejas, abriendo nuevas vías de estudio a nivel folicular.

■ AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido financiado por proyectos de investigación del MEC (AGL-2002-00310 y AGL-2005-0196). La investigación de M. Arias-Álvarez está financiada por ayudas de la Comunidad de Madrid y por el Fondo Social Europeo.



BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE L.P., RHIND S.M., WRIGHT I.A., MCMILLEN S.R., GODDARD P.J., BRAMLEY T.A. 1996. Effects of bovine somatotrophin (bST) on ovarian function in post-partum beef cows *Reproduction, Fertility and Development* 8: 951-960.
- BACHELOT A., MONGET P., IMBERT-BOLLORÉ P., COSHIGANO K., KOPCHICK J.J., KELLY P.A., BINART N. 2002. Growth hormone is required for ovarian follicular growth. *Endocrinology* 143: 4104-4112.
- BONANNO A., BUDETTA G., ALABISO M., ALICATA M.L. 1990. Effetti del trattamento PMSG-GnRH sull'efficienza ovulatoria delle coniglie. *Acta Medica Veterinaria* 36: 441-451.
- ECKERY D.C., MOELLER C.L., NETT T.M., SAWYER H.R. 1997. Localization and quantification of binding sites for follicle-stimulating hormone, luteinizing hormone, growth hormone, and insuline-like growth factor I in sheep ovarian follicles. *Biol. Reprod.* 57: 507-513.
- FORTUNE J.E. 2003. The early stages of follicular development: activation of primordial follicles and growth of preantral follicles. *Animal Reproduction Science* 78: 135-163.
- GONG J.G., MCBRIDE D., BRAMLEY T.A., WEBB R. 1994. Effects of recombinant bovine somatotrophin, insulin-like growth factor-I and insulin on bovine granulosa cell steroidogenesis in vitro. *J Endocrinol* 143: 157-164.
- GOSÁLVEZ L.F. 1985. *Actividad ovárica de la coneja doméstica después del parto*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- GUTHRIE H.D., BOLT D.J., COOPER B.S. 1990. Effects of gonadotropin treatment on ovarian follicle growth and granulosa cell aromatase activity in prepubertal gilts. *J. Anim. Sci.* 68: 3719-3726.
- KELLY C.R., KOPF J.D., ZIMMERMAN D.R. 1988. Follicular atresia, follicular fluid hormones, and circulating hormones during the midluteal phase of the estrous cycle in pigs. *Biol. Reprod.* 55: 543-547.
- KNOX R.V. 2005. Recruitment and selection of ovarian follicles for determination of ovulation rate in the pig. *Domestic Animal Endocrinology* 29: 385-397.
- KÖLLE S., SINOWATZ F., BOIE G., LINCOLN D. 1998. Developmental changes in the expression of the growth hormone receptor messenger ribonucleic acid and protein in the bovine ovary. *Biol. Reprod.* 59: 836-842.
- KRAELING R.R., DAVIS B.J., GERRITS R.J. 1974. Ovarian response of the hypophsectomized pig to pregnant mare's serum gonadotrophin. *Biol. Reprod.* 10: 116-119.
- LORENZO P.L., LIU I.K.M., ILLERA J.C., PICAZO R.A., CARNEIRO G.F., ILLERA M.J., CONLEY A.J., ENDERS A.C., ILLERA Y.M. 2001. Influence of epidermal growth factor on mammalian oocyte maturation via tyrosine-kinase pathway. *J. Physiol. Biochem.* 57: 515-22.
- MAERTENS L. 1998. Effect of flushing, mother litter separation and PMSG on the fertility of lactating does and the performance of their litter. *World Rabbit Science* 6: 191-199.
- REBOLLAR P.G., MILANÉS A., PEREDA N., MILLÁN P., SILVÁN G., ESQUIFINO A.I., CANO P., LORENZO P.L. 2005. Oestrus synchronisation of rabbit does at early post-partum by doe-litter separation or ecg injection: reproductive parameters and endocrine profiles. *Anim. Reprod. Sci.*, in press. Available in www.elsevier.com/locate/anireprosci.
- SAS 1999-2001. *Sas/stat user's guide* (release 8.2). Sas inst. Inc., Cary, NC.
- THEAU-CLÉMENT M., BOITI C., MERCIER P., FALIÈRES J. 2000. Description of the ovarian status and fertilising ability of promiparous rabbit does at different lactation stages. *7th World Rabbit Congress*, vol A, 259-272.
- UBILLA E., REBOLLAR P.G., PAZO D., ESQUIFINO A.I., ALVARIÑO J.M.R. 2000. Pituitary and ovarian response to transient doe-litter separation in nursing rabbits. *Journal of Reproduction and Fertility* 118: 361-366.
- UBILLA E., REBOLLAR P.G. 1995. Influence of the postpartum day on plasma estradiol-17 levels, sexual behaviour and conception rate in artificially inseminated lactating rabbits. *Anim. Reprod. Sci.* 38: 337-344.
- ZACZEK D., HAMMOND J., SUEN L., WANDJI S., SERVICE D., BARTKE A., CHANDRASHEKAR V., COSCHGANO K., KOPCHICK J. 2002. Impact of growth hormone resistance on female reproductive function: new insights from growth hormone receptor knockout mice. *Biol Reprod.* 67: 1115-1124.



Reproducción

RELACIÓN ENTRE PARÁMETROS DE CALIDAD SEMINAL Y FERTILIDAD

The relationship between fertility and several semen quality traits

García-Tomás, M. ^{1,2,*}, Sánchez, J. ², Rafel, O.¹, Ramon, J.¹, Piles, M. ¹

¹ IRTA – Unitat de Cunicultura, Torre Marimón s/n., 08140 Caldes de Montbuí, Barcelona, Spain.

² Departament de Fisiologia. Facultat de Biología. Universitat de Barcelona, Av. Diagonal, 645 3^a planta 08028
Barcelona, Spain

RESUMEN

Un total de 595 inseminaciones fueron llevadas a cabo sobre hembras cruzadas multíparas lactantes y no lactantes con semen de 112 pools obtenidos de 599 eyaculados de 72 machos con el objetivo de evaluar la relación entre la fertilidad y varios caracteres de calidad seminal. Las características seminales evaluadas han sido: pH, motilidad masal e individual (MM, MI), porcentaje de espermatozoides viables (Vi), espermatozoides con normalidad acrosómica (NAR), espermatozoides normales (Nr), espermatozoides con anomalías morfológicas de cabeza (Ca), cuello-parte intermedia (Cu), y cola (Co), espermatozoides con presencia de gotas citoplasmáticas proximales y distales (GP, GD). Una pequeña correlación ha sido obtenida entre todos los caracteres de calidad seminal y la fertilidad. Dos modelos de regresión múltiple han sido encontrados para la fertilidad, los cuales incluían el tipo genético del macho, MI, Nr, Cu y Vi en un modelo o NAR en otro modelo. La motilidad individual tenía un efecto positivo e importante, mientras que Cu tenía un efecto negativo y pequeño.

ABSTRACT

A total of 595 inseminations were carried out on multiparous lactating and non-lactating crossbred does with semen from 112 pools obtained from 599 ejaculates from 72 bucks to evaluate the relationship between fertility and several semen quality traits was investigated. The semen characteristics evaluated were: pH (pH), mass and individual motility (MM, MI), percentage of viable spermatozoa (Vi), spermatozoa with normal apical ridge (NAR), normal spermatozoa (Nr), spermatozoa with morphological abnormalities of head (Ca), neck-midpiece (Cu), and tail (Co), spermatozoa with the presence of proximal (GP) and distal (GD) cytoplasmic droplet.

A slight correlation was obtained between all semen quality traits and fertility and prolificacy. Two multiple models were found for fertility, including buck genetic type, MI, Nr, Cu and Vi in one model or NAR in other model. Individual motility had an important and positive effect, while NAP had a small and negative effect.

INTRODUCCIÓN

La calidad seminal está descrita a través de un amplio rango de variables (Ducrocq y Humblot, 1997): características cualitativas del eyaculado, características ligadas a la composición bioquímica del eyaculado, características cualitativas del espermatozoide o características relacionadas con la dosis



de inseminación. La importancia de estas características debe ser establecida a través de sus relaciones con el resultado de la inseminación (Braundmeier y Millar, 2001). Sin embargo, esta relación aún no es muy bien conocida debido a que la información disponible que se tiene es poca y normalmente proviene de experimentos con diferente diseño respecto a factores genéticos y ambientales, que pueden afectar a la fertilidad y prolificidad y que deben tenerse en cuenta para poder comparar resultados y sacar conclusiones válidas.

La eficiencia de la inseminación artificial en la producción animal implica reducir el número de espermatozoides que contiene una dosis de inseminación, esto implica la necesidad de tener un buen conocimiento de la calidad seminal. En conejo la relación entre fertilidad y calidad seminal se ha estudiado mayoritariamente considerando la concentración o la motilidad espermática (Farell et al., 1993; Alvaríño et al., 1996; Viudes-de-Castro y Vicente, 1997; Castellini y Lattaioli, 1999; Brun et al., 2002; Hagenet et al., 2002). En otras especies, otros caracteres han sido propuestos con el fin de mejorar la predicción de la fertilidad: la viabilidad espermática (Almet et al., 2001), la normalidad acrosómica (Courtenet et al., 1994), la morfología espermática (Ombelet et al., 1995; Lavaraet et al., 2005), el porcentaje de gotas citoplasmáticas proximales (Gadea et al., 2004).

El objetivo de este trabajo fue estimar la relación entre algunos de dichos caracteres de calidad seminal y la fertilidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue realizado entre Enero y Marzo de 2003, en la granja experimental de IRTA (Caldes de Montbui, España) y en una granja comercial cercana al centro.

Los datos procedían de la evaluación de eyaculados de 72 machos de dos líneas parentales de conejo y sus cruces recíprocos, y de 595 inseminaciones realizadas sobre hembras cruzadas múltiparas lactantes y no lactantes.

Después del destete, los machos se alojaban en jaulas individuales con un fotoperíodo de 16 horas luz/día y temperaturas entre 10-14 °C. Durante este período fueron alimentados con 180 gramos de alimento comercial por día (16 % proteica bruta, 4.3 % de grasas, 17 % de fibra) y agua *ad libitum*. A los 5 meses de edad los machos iniciaban un período de entrenamiento con la vagina artificial. A los 6 meses se extrajeron dos eyaculados por macho y semana, con un intervalo entre recogidas de 30 minutos. Los eyaculados utilizados en este estudio fueron recogidos entre los 8 y 10 meses de edad de los machos, durante 3 meses.

Todos los eyaculados eran almacenados a 37 °C en un baño de agua antes de ser evaluados. Los eyaculados que contenían orina y depósitos de carbonato cálcico, así como los que presentaban una motilidad individual (MI) menor que 2.5 eran eliminados.

Después de esta evaluación inicial, 5 eyaculados pertenecientes al mismo tipo genético eran mezclados. El pH fue determinado sobre el pool de semen puro a partir de un pH-metro 507 Crison. La motilidad masal (MM) era evaluada a partir de una escala subjetiva entre 0 y 5, sobre semen puro y bajo microscopio de campo claro a x10. El porcentaje de espermatozoides viables (Vi), de espermatozoides con normalidad acrosómica (NAR), de espermatozoides normales (Nr), de espermatozoides con anomalías morfológicas de cabeza (Ca), cuello-parte intermedia (Cu), y cola (Co) y de espermatozoides con presencia de gotas citoplasmáticas proximales y distales (GP, GD) fueron determinados sobre semen puro a partir de una tinción con eosina-nigrosina (Bamba, 1988), examinando 200 espermatozoides bajo microscopio de campo claro a x1000. Después, los pools fueron diluidos (1:5) utilizando un diluyente comercial y su motilidad individual fue medida bajo un microscopio de contraste de fase a x400 y de acuerdo a una escala subjetiva entre 0 y 5 (Rocaet et al., 2000) donde 0 significaba 0-10 % y 5 significaba 90-100 % de espermatozoides con movimiento progresivo. La concentración espermática de los pools era medida mediante una cámara de recuento (dilución final 1:50) sobre semen fijado (2 % glutaraldehído) y bajo microscopio de campo claro a x400, y después era ajustada a 30×10^6 /ml.



Se realizaron un total de 638 inseminaciones fueron llevadas a cabo sobre hembras cruzadas multíparas lactantes y no lactantes con semen de 112 pools obtenidos de 599 eyaculados de 72 machos. Después de su evaluación, los pools eran almacenados a 18 °C durante 24 horas.

Las hembras fueron tratadas 48 horas antes de la inseminación con eCG 12-15 UI, para la inducción del estro, y justo después de la inseminación con 0.8 mg de acetato de buserelina, para la inducción de la ovulación. La dosis de inseminación fue de 0.5 ml de semen con una concentración de 30×10^6 /ml. La relación entre los caracteres de calidad seminal y la fertilidad fue analizada utilizando un procedimiento de regresión lineal de SAS v. 8. Inicialmente se realizó un análisis de regresión bivariante. El análisis multivariante (stepwise) fue llevado a cabo incluyendo las variables que en el análisis bivariante habían presentado un p-valor menor o igual a 0.25 (Hosmer y Lemeshow, 1989) y variables consideradas de importancia biológica por otros autores (Gadea, 2004), las cuales estuvieran poco o nada correlacionadas con otras variables del modelo, de acuerdo con resultados previos (García-Tomás et al., 2005), para evitar problemas debidos a la colinealidad.

■ RESULTADOS

Las Tablas 1 y 2 muestran los resultados de los análisis de regresión lineal, bivariante y multivariante, de las variables de calidad seminal sobre la fertilidad. Los dos análisis mostraron una pequeña correlación entre todos los caracteres de calidad seminal y la fertilidad (R^2 fue en todos los casos menor de 0.15). Cuando la fertilidad era analizada usando un modelo de regresión univariante (Tabla 1), Nr tenía un pequeño efecto positivo (0.94 ± 0.29) sobre la fertilidad, mientras que Cu tenía un pequeño efecto negativo (-2.20 ± 0.69). En todos los casos la proporción de variabilidad total explicada por los modelos fue menor de 0.09.

Según los resultados del análisis bivariante y teniendo en cuenta las correlaciones existentes entre las variables, se consideraron dos modelos de regresión multivariante los cuales incluían el tipo genético de macho y 7 de las siguientes variables: MI, Vi, NAR, Nr, Cu, Co, GP y GD. La Tabla 2 muestra los resultados de dicho análisis. El tipo genético de macho, MI, Nr, Cu y Vi o NAR mostraban relación con la fertilidad. La motilidad individual presentaba un importante efecto positivo (9.71 ± 4.53 en un modelo y 10.01 ± 4.54 en otro modelo), mientras que Cu mostraba un efecto significativo pero casi despreciable sobre la fertilidad (-2.08 ± 1.01). El porcentaje de variación total explicado por el modelo fue bajo ($R^2 = 0.15$).

■ DISCUSIÓN

En conejo, varios autores han estudiado la relación entre caracteres clásicos de calidad del semen (volumen, concentración y motilidad) y la fertilidad (Farellet al., 1993; Alvaríño et al., 1996; Viudes-de-Castro y Vicente, 1997; Castellini y Lattaioli, 1999; Brunet al., 2002; Hagenet al., 2002). Sin embargo, la relación entre las variables relacionadas con la viabilidad espermática y las anomalías morfológicas con la fertilidad apenas ha sido, hasta el momento, considerada. En nuestro estudio dichas características fueron evaluadas con dicho fin y practicando inseminaciones bajo condiciones comerciales: concentración no restrictiva (15 millones de espermatozoides por dosis) y utilizando eyaculados preseleccionados por motilidad individual aceptable. El uso de un excesivo número de espermatozoides para la inseminación artificial podría tener un efecto compensatorio y enmascarar el efecto de algunas de las variables de calidad seminal sobre la fertilidad (Saackee et al., 1994, citado por Tardiff et al., 1999). La motilidad se considera que está poco o no correlacionada con las variables de nuestro estudio (García-Tomás et al., 2005), por tanto la preselección de los eyaculados no afectaba, en principio, a su distribución.

Bajo nuestras condiciones experimentales, sólo Nr y Cu presentaron un pequeño efecto sobre la fertilidad cuando se realizaba un análisis de regresión lineal bivariante, aunque únicamente Cu aparecía como un componente significativo cuando el análisis era multivariante. El porcentaje de espermatozoides normales está negativa y moderadamente correlacionado con Cu, esto explica el efecto positivo de Nr sobre la fertilidad y el efecto negativo de Cu. El efecto de estas variables sobre la fertilidad es interesante desde un punto de vista práctico ya que la normalidad morfológica es fácilmente detectada bajo microscopio de campo claro a x400, y este equipamiento está normalmente disponible en los centros de inseminación; además, Nr presenta una alta repetibilidad (García-Tomás et al., 2005) y por tanto este carácter podría facilitar la selección de machos para inseminación. En conejos, Lavaraet al. (2005) mostraban una correlación negativa entre el porcentaje de espermatozoides con anomalías morfológicas y el porcentaje de fertilidad, aunque cuando esta variable era incluida en un modelo de regresión múltiple no era significativa. En cerdos, se ha observado una relación negativa entre el número de espermatozoides con anomalías morfológicas y la fertilidad (Gadea, 2005). La motilidad individual es considerada un buen indicador de la funcionalidad e integridad de las membranas. En conejo, Brunet al. (2002) mostraban que la motilidad masal, evaluada según una escala subjetiva, tenía una influencia positiva sobre el porcentaje de fertilidad, pero Hagenet al. (2002) observaban que la velocidad espermática, medida en $\mu\text{m/s}$ de una trayectoria lineal, no estaba significativamente correlacionada con la fertilidad. Farellet al. (1993) y Lavaraet al. (2005) estudiaban las relaciones entre fertilidad y parámetros de motilidad medidos a través de sistemas CASA. Farellet al. (1993) mostraba una correlación de $r = 0.53$ entre la fertilidad y varios parámetros de motilidad. Lavaraet al. (2005) concluían que los parámetros de velocidad VAP, VCL y LIN tenían un alto impacto sobre la fertilidad, aunque estas variables no resultaban significativas en el modelo de regresión múltiple. La alta correlación entre VAP y VCL (0.95) podría estar produciendo problemas de colinealidad y enmascarar los resultados. En cerdos, Tardifet al. (1999) identificaban la motilidad espermática, evaluada subjetivamente, como un indicador de la capacidad de los espermatozoides para fertilizar cuando el número de espermatozoides utilizados para la inseminación era subóptimo y Gadea et al. (2004) encontraban que la motilidad espermática era uno de los factores más importantes cuando se utilizaban dosis comerciales para las inseminaciones. En nuestro experimento no se detectó una relación clara entre MI y fertilidad. En el modelo bivariante esta característica no fue significativa, pero en el modelo multivariante resultó tener un efecto importante sobre la fertilidad, aunque con una significación al 10%. Estos resultados podrían ser debidos al pequeño rango de variación para este carácter después de la preselección de los eyaculados.

Viabilidad y NAR eran componentes no significativos en los dos modelos multivariantes. La relación entre fertilidad y viabilidad ha sido estudiada por varios autores, aunque no existe concordancia en los resultados obtenidos. La normalidad acrosómica también se ha tenido en cuenta como un factor importante en la fertilidad del macho. Courtenset al. (1994) observaban una correlación negativa (-0.55) entre el porcentaje de acrosomas anormales, medidos en semen fresco de conejo y a partir de microscopía electrónica, y el porcentaje de fertilidad.

Los métodos clásicos de evaluación de semen son, en general, pobres predictores de la fertilidad (Gadea et al., 2004). Las características de viabilidad y morfología evaluadas en este trabajo no parecen mejorar sensiblemente dicha predicción en inseminaciones realizadas bajo condiciones comerciales. Se requieren técnicas inmediatas, simples y baratas para la evaluación de los eyaculados y la optimización del uso de los machos en los centros de inseminación artificial, por lo que será necesario evaluar otros caracteres o combinaciones de los mismos.



AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto INIA SC 00-011 y el proyecto UB 56.5.48.000.00 689.05 (MC 066605).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALM K., TAPONEN J., DAHLBOM M., TUUNAINEN E., KOSKINEN E., ANDERSSON M. 2001. A novel automated fluorometric assay to evaluate sperm viability and fertility in dairy bulls. *Theriogenology* 56: 677-684.
- ALVARIÑO J.M.R., LOPEZ F.J., DEL ARCO J.A., BUENO A., TORRES R. 1996. Effects of semen concentration on rabbit artificial insemination with fresh or 24 hours stored semen. *Proceedings of the 6th World Rabbit Congress*. Toulouse (France) 2: 3-5.
- BAMBA K. 1988. Evaluation of acrosomal integrity of boar spermatozoa by bright field microscopy using an eosin-nigrosin stain. *Theriogenology* 29: 1245-1251.
- BRAUNDMEIER A.G., MILLER D.J. 2001. The search is on: Finding accurate molecular markers of male fertility. *J. Dairy Sci.* 84: 1915-1925.
- BRUN J.M., THEAU-CLEMENT M., BOLET G. 2002. The relationship between semen characteristics and reproductive performance after artificial insemination. *Anim. Reprod. Sci.* 70: 139-149.
- CASTELLINI C., LATTAIOLI P. 1999. Effect of number of motile sperms inseminated on reproductive performance of rabbit does. *Anim. Reprod. Sci.* 57: 111-120.
- COLENBRANDER B., GADELLA B.M., STOUT T.A.E. 2003. The predictive value of semen analysis in the evaluation of stallion fertility. *Repr. Dom. Anim.* 38: 305-311.
- COURTENS J.R., BOLET G., THEAU-CLEMENT M. 1994. Effect of acrosome defects and sperm chromatin decondensation on fertility and litter size in the rabbit. Preliminary electron-microscopic study. *Reprod. Nutr. Dev.* 34: 427-437.
- DUCROCQ V., HUMBLLOT P. 1997. Is selection on semen characteristics needed?. *International Workshop on Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle: Fertility and Reproduction Grub*, Germany, Nov. 23-25.
- FARRELL P.B., FOOTE R.H., SIMKIN M.E., CLEGG E.D., WALL R.J. 1993. Relationship of semen quality, number of sperm inseminated and fertility in rabbits. *J. Androl.* 14: 464-471.
- GADEA J., SELLÉS E., MARCO MA. 2004. The predictive value of porcine seminal parameters on fertility outcome under commercial conditions. *Repr. Dom. Anim.* 39: 303-308.
- GADEA J. 2005. Sperm factors related to in vitro and in vivo porcine fertility. *Theriogenology* 63: 431-444.
- GARCÍA-TOMÁS M., SÁNCHEZ J., RAFEL O., RAMON J., PILES M. 2005 (in press). Variability, repeatability and phenotypic relationships of several characteristics of production and semen quality in rabbit. *Anim. Repr. Sci.*
- HOSMER D.W., LEMESHOW S. 1989. *Applied logistic regression*. Wiley-Interscience publication, USA.
- HAGEN D.R., GILKEY A.L., FOOTE R.H. 2002. Spermatozoal velocity and motility and relationship to fertility in the rabbit inseminated with low sperm numbers. *World Rabbit Sci.* 10: 135-140.
- LAVARA R., MOCÉ E., LAVARA F., VIUDES DE CASTRO M.P., VICENTE J.S. 2005. Do parameters of seminal quality correlate with the results of on-farm inseminations in rabbits?. *Theriogenology* 64: 1130-1141.
- OMBELET W., MENKVELD R., KRUGER T.F.K., STEENO O. 1995. Sperm morphology assessment: historical review in relation to fertility. *Human Repr. Update* 1(6): 543-557.
- ROCA J., MARTINEZ S., VAZQUEZ J.M., LUCAS X., PARRILLA I., MARTINEZ E.A. 2000. Viability and fertility of rabbit spermatozoa diluted in Tris-buffer extenders and stored at 15°C. *Anim. Repr. Sci.* 64: 103-112.
- TARDIF S., LAFOREST J.P., CORMIER N., BAILEY L. 1999. The importance of porcine sperm parameters on fertility in vivo. *Theriogenology* 52: 447-459.
- VIUDES-DE-CASTRO M.P., VICENTE J.S. 1997. Effect of sperm count on the fertility and prolificacy of meat rabbits. *Anim. Repr. Sci.* 46: 313-319.



Tabla 1: Regresión lineal bivariante del tipo genético de macho y varios caracteres de calidad del semen para la fertilidad.

	β	3SE	p-value	R ²
pH	5.16	7.22	0.48	0.006
MM ¹	-1.05	3.35	0.75	0.001
MI ¹	4.22	4.58	0.36	0.008
Vi ¹	0.32	0.28	0.25	0.013
NAR ¹	0.42	0.29	0.16	0.02
Nr ¹	0.94	0.29	0.002	0.093
Ca ¹	0.36	3.77	0.92	0.002
Cu ¹	-2.20	0.69	0.002	0.091
Co ¹	-0.63	0.58	0.28	0.01
GP ¹	-1.72	1.51	0.26	0.013
GD ¹	-0.89	1.03	0.39	0.007

¹ MM: motilidad masal, MI: motilidad individual, Vi: porcentaje de espermatozoides viables, NAR: porcentaje de espermatozoides con normalidad acrosómica, Nr: porcentaje de espermatozoides normales, Ca: porcentaje de espermatozoides con anomalías morfológicas de cabeza, Cu: de cuello-parte intermedia, Co: de cola, GP: porcentaje de espermatozoides con presencia de gota citoplasmática proximal, GD: gota citoplasmática distal.

² b: coeficientes de regresión.

³ SE: error estándar.

Tabla 2: Regresión lineal multivariante del tipo genético de macho y varios caracteres de calidad del semen para la fertilidad.

Multivariante linear models						
	Model 1			Model 1		
	β	3SE	p-value	β	3SE	p-value
Contant	36.4	53.9	0.50	39.39	56.5	0.48
Cu ¹	-2.01	1.02	0.004	-2.06	1.06	0.004
MI ¹	9.71	4.53	0.073	10.01	4.54	0.073
VI ¹	-0.41	0.34	0.20			
NAR ¹				-0.43	0.37	0.20
Nr ¹	0.65	0.42	0.23	0.64	0.42	0.24
Tipo genético de macho	-1.85	1.47	0.21	-1.83	1.47	0.21
p-value	0.006			0.007		
R ²	0.15			0.15		

¹ Cu: porcentaje de espermatozoides con anomalías morfológicas de cuello-parte intermedia, MI: motilidad individual, Vi: porcentaje de espermatozoides viables, NAR: porcentaje de espermatozoides con normalidad acrosómica, Nr: porcentaje de espermatozoides normales.

² β : coeficientes de regresión.

³ SE: error estandard.

Reproducción

EFFECTO DEL ALTO NIVEL DE SEMILLAS DE LINO EXTRUSIONADAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y DEL SEMEN EN CONEJOS MACHO.

Effect of high level extruded flaxseed on the productive and seminal parameters of male rabbits.

Castellini C., Cardinali R., Dal Bosco A.

Dip. Biologia Vegetale e Biotecnologie Agroambientali e Zootecniche

Borgo XX Giugno 74, Perugia, Italy.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue investigar el efecto de la inclusión de altos niveles de semillas de lino extrusionadas (20%) en la dieta, sobre los parámetros reproductivos del conejo macho y el estado oxidativo de sus espermatozoides. Treinta conejos destetados de raza Nueva Zelanda blanca se asignaron a dos dietas diferentes: control y LNA (suplementada con un 20% de semillas de lino extrusionadas y niveles elevados de vitamina E -150 mg kg⁻¹). La dieta afectó a los principales parámetros seminales y en los machos del grupo control se observaron peores valores de concentración, VCL (velocidad curvilínea), ALH (amplitud lateral del desplazamiento de la cabeza del espermatozoide) y de capacidad de respuesta al test de hipo-osmolaridad y al de eosina. El grupo tratado presentó un mayor porcentaje de espermatozoides con acrosoma activado (37,4 vs 30,6%) mostrando una mejor fluidez de membrana y respuesta acrosómica. A pesar del incremento de PUFA (ácidos grasos poli-insaturados) en el grupo tratado, el semen fue más estable que el grupo control probablemente debido al papel de la vitamina E.

En conclusión, este estudio demuestra que es posible mejorar las características cualitativas del semen de conejo mediante una suplementación de un 20% de semillas de lino extrusionado en la dieta.

ABSTRACT

The aim of the study was to investigate the effect of high level extruded flaxseed (20%) on the reproductive performance and oxidative status of spermatozoa. Thirty New Zealand White weaned rabbits were assigned to two different diets: Control and LNA (supplemented with 20% extruded flaxseed and supranutritional level of vitamin E - 150 mg kg⁻¹). The diet affected many seminal traits and the bucks of control group showed the lowest values of spermatozoa concentration, VCL (curvilinear velocity), ALH (amplitude of lateral head displacement) and spermatozoa responsive to Hypo-osmotic Swelling Test and Eosine Test. LNA group shows higher percentage of induced acrosome-reacted sperm (37.4 vs 30.6%) showing better membrane fluidity and acrosome responsiveness. Nevertheless the increase of PUFA in LNA group the semen was more stable than control probably for the role of vitamin E.

In conclusion, this study shows that it is possible to improve the qualitative characteristics of rabbit spermatozoa through dietary supplementation of 20% extruded flaxseed.

Key words: rabbit spermatozoa; oxidative status; n-3 fatty acids



INTRODUCCIÓN

Algunos autores (Blesbois *et al.*, 1997; Rooke *et al.*, 2001) han constatado que un incremento de PUFA (ácidos grasos poli-insaturados) en la membrana espermática, mediante una suplementación en la dieta, mejora las características seminales. Los PUFA representan más del 50% de los componentes totales de la membrana de los espermatozoides (Poulos *et al.*, 1973) y contribuyen a regular la fluidez y la reacción acrosómica, pero, este enriquecimiento simultáneamente contribuye a aumentar la susceptibilidad de los espermatozoides a la peroxidación, lo cuál, es uno de los principales motivos de infertilidad en el macho (Jones *et al.*, 1979; Aitken *et al.*, 1993).

El lino es una de las plantas más ricas en ácidos grasos n-3 PUFA y de precursores de lignano, que se forman en el colon de los mamíferos mediante una serie de reacciones oxidativas realizadas por la flora bacteriana (Thompson *et al.* 1991). Estos lignanos son estructuralmente similares al 17 β -estradiol y presentan propiedades estrogénicas o antiestrogénicas dependiendo de la dosis y de la duración de su administración (Tou *et al.* 1999).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de altos niveles de semillas de lino extrusionado en los parámetros reproductivos y estado oxidativo del conejo macho.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la granja experimental de la sección de Ciencia Animal con un fotoperiodo de 16 horas de luz/día y a una temperatura de 18,5 \pm 1,2 °C.

Se utilizaron dos grupos de 30 conejos destetados Nueva Zelanda blanco de 30 días de edad. Cada grupo se dividió más tarde en dos grupos que se alimentaron *ad libitum* como sigue:

- Dieta estandar (grupo Control);
- Dieta estandar +20% de semillas de lino extrusionadas (Omegalest, Valorex, grupo LNA);

Las semillas de lino extrusionado (2630 kcal ED/kg) contenían en torno a un 56% of C18:3 n-3 y la dieta LNA fue suplementada con 150 mg kg⁻¹ de acetato de α -tocopherol para garantizar la protección frente a procesos oxidativos (Castellini *et al.*, 2003). Desde el destete hasta la pubertad, cada 30 días, se sacrificaron tres animales por grupo para analizar el desarrollo de varios órganos (testículo, hígado y aparato gastrointestinal). Sólo se muestran los resultados obtenidos en cuanto al peso de los testículos ya que fueron los más afectados. A los 130 días de edad se comenzó la recogida de semen, que se realizó semanalmente durante 10 veces consecutivas y usando vagina artificial.

Inmediatamente después de cada recogida, se determinó la cantidad de eyaculado (mL) y la concentración de espermatozoides (número de espermatozoides mL⁻¹) usando un tubo colector graduado y un hemocitómetro. Después, las muestras de semen se diluyeron (1:2) en un medio Tyrode modificado (296 mOsm g⁻¹, pH 7.0). Se evaluaron las características cinéticas y morfofuncionales de alicuotas de semen individuales, mientras que en el pool del resto de las muestras se realizaron análisis químicos.

La integridad de la membrana espermática se evaluó con el test de exclusión de eosina (EET) y el test de resistencia hipo-osmótica (HOS) de acuerdo a Ducci *et al.* (2002). El test permitió la identificación de cuatro tipos de espermatozoides:

- Espermatozoides curvados pero no teñidos (HOS⁺ EET⁻);
- Espermatozoides curvados y teñidos de rojo (HOS⁺ EET⁺);
- Espermatozoides no curvados y teñidos de rojo (HOS⁻ EET⁺);
- Espermatozoides no curvados y no teñidos (HOS⁻ EET⁻).

También se calculó la suma de HOS⁺ (espermatozoides que reaccionan al estímulo hipo-osmótico) y EET⁺ (espermatozoides muertos).

La Reacción Acrosómica Espontánea (SAR) e Inducida (IAR) mediante lisofosfatidil-colina (100 mg mL⁻¹) se realizó por el procedimiento de Mendoza *et al.* (1992).

El análisis químico de las dietas se realizó de acuerdo a los métodos descritos por la AOAC (1995). Los ácidos grasos se determinaron en los lípidos extraídos de muestras de alrededor de 5 g, utilizando un homogenizador con 20 mL de una solución de cloroformo:metanol (Folch *et al.*, 1957). Las TBA-RS (Sustancias Reactivas al Ácido Tiobarbitúrico) se evaluaron en muestras de semen fresco y almacenado durante 24 horas a 4° C. Brevemente, la peroxidación se indujo en 1 mL de semen (50 x 10⁶ espermatozoides mL⁻¹) con sulfato ferroso (0.2 mM) y ascorbato sódico (1 mM) a 37 °C, durante 1 h, usando el procedimiento de Aitken *et al.* (1994).

Como el momento de la recogida de semen no resultó significativo se omitió del análisis estadístico. Los resultados se muestran como medias corregidas por mínimos cuadrados más el error estándar de las medias (SEM). Para la comparación de medias se empleó un test-t (StataCorp).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química y valor nutritivo de las dietas (Tabla 1) cumplían con los requerimientos estándar nutricionales para conejos (De Blas and Wiseman, 1998). Las dietas se diferenciaron principalmente en el perfil de ácidos grasos: la dieta control presentó altos porcentajes de MUFA y PUFA n-6; mientras que, como era de esperar, la dieta LNA tuvo altos niveles de C18:3 n-3 (21.40 vs. 39.17%; datos no mostrados).

La dieta afectó a muchos parámetros seminales: los machos controles presentaron menores valores de células móviles, VCL y ALH (Tabla 2). Estos resultados coinciden con hipótesis demostradas en otros estudios (Castellini *et al.*, 2003; Conquer *et al.*, 2000).

La adición de LNA aumentó el contenido en ácidos grasos polares en el interior de la membrana del espermatozoide (49,91 vs. 36,61%; P<0.01) y el total de n-3 (18,13 vs. 10,65%; P<0.01), particularmente para C18:3 n-3 (9,72 vs 7,48 ; P<0.05). Probablemente, este enriquecimiento en n-3 se realizó sobre todo en la cola (Connor *et al.*, 1998), favoreciéndose así el incremento de la velocidad espermática y la linealidad gracias a una mayor flexibilidad de la misma. La posible mayor fluidez y funcionalidad de la membrana de la cola (Ducci *et al.*, 2002), se demuestra por una mejor respuesta de los espermatozoides del grupo LNA a la solución hipo-osmótica y al test de exclusión de la eosina.

A pesar de que el grado de insaturación en el grupo LNA era mayor, el estado oxidativo de las muestras de semen fresco y conservado mejoró considerablemente por el elevado contenido en vitamina E de la dieta. La reacción acrosómica espontánea fue igual en los dos grupos, mientras que la respuesta de los espermatozoides a un estímulo activador (IAR) fue superior en el grupo tratado (P<0.05).

Con respecto a estudios previos parece que la adición de semillas de lino extrusionado a la dieta, incluso a niveles elevados, hacen que el semen, desde el punto de vista oxidativo, sea más estable que cuando se añade un 2% de ácidos grasos de cadena larga (C > 20) (Castellini *et al.* 2003). La mayor concentración espermática en el grupo LNA (493x10⁶ vs 335x10⁶; P<0.01) probablemente se deba a un incremento de la testosterona sérica y a los niveles de estradiol de acuerdo a las observaciones de Tou *et al.* (1999). Según estos autores, en ratas macho alimentadas con un 10% de semilla de lino, los pesos relativos de los testículos, de las glándulas sexuales, incluidas las vesículas seminales fueron más elevados. En nuestro estudio, el peso de los testículos del grupo LNA fue mayor que en el grupo control (Figura 1).



CONCLUSIONES

En conclusión este estudio muestra que:

- Las semillas de lino extrusionadas (LNA) son una fuente fisiológica de ácidos grasos n-3 para el conejo, lo cuál aumenta los PUFA n-3 en la membrana del espermatozoide sin alterar la estabilidad oxidativa del semen.
- Es posible mejorar las propiedades funcionales y cinéticas de los espermatozoides de conejo mediante al adición de un 20% de semilla de lino extrusionada, debiendo ser éste el límite máximo de inclusión.

AGRADECIMIENTOS

Investigación financiada por Fondazione Cassa di Risparmio di Perugia, bando Sviluppo e Diffusione dell'Innovazione nel Sistema Produttivo Locale. Agradecemos la asistencia técnica de Marina Moschini, Giacinta Telera, Paolo Lattaioli y de Pilar García Rebollar por la traducción.

REFERENCIAS

- AITKEN R.J., FISHER H. 1994. Reactive oxygen species generation and human spermatozoa: the balance of benefit and risk. *Bioassays* 16: 259-267.
- AITKEN R.J., HARKISS D., BUCKINGHAM D. 1993. Relationship between iron-catalysed lipid peroxidation potential and human sperm function. *J. Reprod. Fertil.* 98: 257-65.
- AOAC 1995. Official Methods of Analysis. 15th Ed. AOAC, Washington, DC, USA.
- BLESBOIS E., LESSIRE M., GRASSEAU I., HALLOUIS J.M., HERMIER D. 1997. Effect of dietary fat on the fatty acid composition and fertilizing ability of fowl semen. *Biol. Reprod.* 56: 1216-1220.
- CASTELLINI C., DAL BOSCO A., MUGNAI C. 2003. Oxidative status and semen characteristics of rabbit bucks as affected by dietary vitamin E, C and n-3 fatty acids. *Reprod Nutr. Dev.* 43: 41-53.
- CONQUER J.A., MARTIN J.B., TUMMON I., WATSON L., TEKPEY F. 2000. Effect of DHA supplementation on DHA status and sperm motility in asthenozoospermic males. *Lipids* 35: 149-154.
- DE BLAS C., WISEMAN J. 1998. *The nutrition of the rabbit*. CABI Oxon, UK.
- DUCCI, M., GAZZANO, A. VILLANI, C. CELA, V. ARTINI, PG., MARTELLI, F. GENAZZANI, A.R. 2002. Membrane integrity evaluation in rabbit spermatozoa. *Europ. J. Obstetr. Gynec. Repr. Biol.* 102: 1, 53-56.
- JONES R., MANN T., SHERINS R. 1979. Peroxidative breakdown of phospholipids in human spermatozoa, spermicidal, properties of fatty acid peroxides, and protective action of seminal plasma. *Fertil. Steril.* 31: 78-85.
- FOLCH J., LEES M., SLOANE-STANLEY H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226: 497-502.
- MAERTENS L., MOERMANS R., DE GROOTE G. 1984. Prediction of apparent digestible energy content of commercial pelleted feeds for rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.* 11: 60-67.
- MENDOZA C., CARRERAS A., MOOS J., TESARIK J. 1992. Distinction between true acrosome reaction and degenerative acrosome loss by a one-step staining method using *Pisum sativum* agglutinin, *J. Repr. Fertil.* 95: 755-763.
- POULOS A., DARIN-BENNET A., WHITE I.G. 1973. The phospholipid-bound fatty acids and aldehydes of mammalian spermatozoa. *Comp. Biochem.* 46: 541-549.
- ROOKE J.A., SHAO C.C., SPEAKE B.K. 2001. Effect of feeding tuna oil on the lipid composition of pig spermatozoa and in vitro characteristics of semen. *Reproduction* 121: 315-322.
- StataCorp. 2005. *Stata Statistical Software: Release 9*. College Station, TX: StataCorp.LP.
- THOMPSON L.U., ROBB P., SERRAINO M., CHEUNG F. 1991. Mammalian lignan production from various foods. *Nutrition and Cancer* 16: 43-52.
- TOU J.C.L., CHEN J., THOMPSON L.U. 1999. Dose, timing and duration of flaxseed reproductive indices and sex hormone levels in rats. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part A* 56: 555-570.

TABLA 1. Formulación y análisis químico de las dietas

Ingredientes		Control	LNA
Harina de alfalfa deshidratada	g kg ⁻¹	350	330
Harina de soja 44%	"	130	70
Harina de maíz	"	200	-
Harina de girasol	"	80	-
Semilla de lino extrusionada	"	-	200
Harina de cebada	"	150	300
Salvado de trigo	"	50	50
Remolacha azucarera	"	9	14
Aceite de soja	"	-	5
Carbonato cálcico	"	5	5
Disfosfato cálcico	"	10	10
Sal	"	5	5
DL-metionina	"	1	1
Vitaminas-minerales premix†	"	10	10
Acetato α-tocopherol	mg kg ⁻¹	-	150
Datos analíticos			
Materia seca	%	89.2	89.8
Proteína bruta	"	17.3	17.2
Extracto etéreo	"	5.3	5.2
Fibra bruta	"	14.9	14.8
Cenizas	"	8.8	8.6
Energía digestible*	MJ kg ⁻¹	10.9	10.6
α-tocopherol	mg kg ⁻¹	85	285

† por kg dieta: Vit. A 11,000 UI; Vit. D3 2,000 UI; Vit. B₁ 2.5 mg; Vit. B₂ 4 mg; Vit. B₆ 1.25 mg; Vit. B₁₂ 0.01 mg; α-tocopheryl acetate 50 mg; Biotina 0.06 mg; Vit. K 2.5 mg; Niacina 15 mg; Ácido fólico 0.30 mg; Ácido D-pantoténico 10 mg; Colina 600 mg; Mn 60 mg; Fe 50 mg; Zn 15 mg; I 0.5 mg; Co 0.5 mg.

* Estimado según Martens *et al.* (1984)

Figura 1. Peso vivo y peso testicular en conejos controles y LNA.

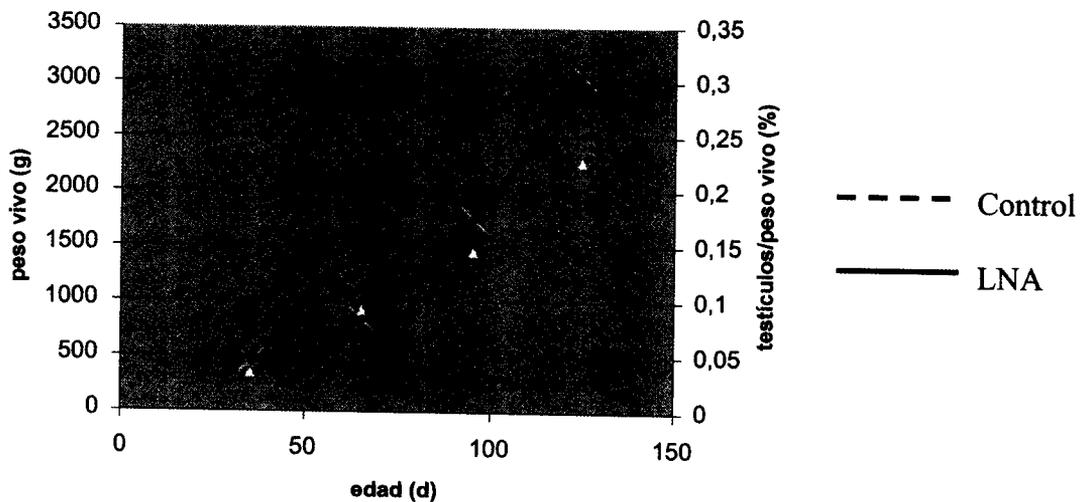


TABLA 2. Efecto de la adición de LNA sobre las características del semen.

Tratamiento		Control	LNA	SEM	N
Volumen de eyaculado	ml	0.70	0.84	0.55	100
Concentració	Nºx10 ⁶ ml ⁻¹	335 ^A	494 ^B	186	100
Células vivas	%	78.6	77.1	4.3	100
Células móviles	%	89.0	91.6	8.9	600
VCL	µm sec ⁻⁵⁻¹	125. ^A	144,3 ^B	34.7	600
LIN	%	58.7	61.8	10.5	600
ALH	µm	3.3	3.4	0,6	600
Espermatozoides curvados, no teñidos (HOS ⁺ EET ⁻)	%	56.3	55,9	7.4	100
Espermatozoides curvados, teñidos (HOS ⁺ EET ⁺)	"	5.7 ^A	7.5 ^B	2.3	100
Espermatozoides no curvados, teñidos (HNOS-EET ⁺)	"	15.7	15.5	1.5	100
Espermatozoides no curvados, teñidos (HOS-EET)	"	22.3	21.1	2.9	100
Esperm. con reacción acrosómica espontánea	%	12.2	14.9	10.2	100
Esperm. con reacción acrosómica inducida	%	30.6 ^a	37.4 ^b	14.5	100
TBA-RS 0 h	nmolMDA /sperm ⁸	4.13	3.49	0.82	20
TBA-RS 24 h	"	8.02	4.61	1.03	20

Las medidas de la misma fila con letras diferentes son significativamente diferentes (a..b:P>0.05).

TABLA 3 Principal fracción de ácidos grasos polares del espermatozoide (%)

	Control	LNA	SEM
SFA	53.81 ^B	41.92 ^A	3.21
MUFA	9.54	8.14	1.04
PUFA	36.61 ^A	49.91 ^B	4.15
C18:3n-3	7.48 ^a	9.72 ^b	0.89
n-3	10.65 ^A	18.13 ^B	1.45
n-6	26.42 ^a	31.51 ^b	2.14
n-3/n-6	0.40	0.58	0.10

Bienestar Animal

EFFECTO DEL TRANSPORTE Y LA ESTACIÓN DEL AÑO SOBRE LA RESPUESTA FISIOLÓGICA DE ESTRÉS EN CONEJOS COMERCIALES.*

Effect of transport and season on stress physiological response of commercial rabbits

Liste¹ G., María¹ G. A., S. García-Belenguer², G. Chacón², S. Alierta³

¹ Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos.

² Departamento de Patología Animal. Facultad de Veterinaria.

³ Servicio de Apoyo a la Experimentación Animal

Universidad de Zaragoza () e-mail: levrino@unizar.es

RESUMEN

En el presente estudio se analiza el efecto del tiempo de transporte, la estación del año y la ubicación dentro del vehículo sobre la respuesta fisiológica de estrés en conejos comerciales de Aragón (España). Se estudiaron dos tiempos de transporte: corto (1 hora) y largo (7 horas), y dos estaciones del año: cálida y fría, con tres réplicas por tratamiento sobre un total de 176 animales. Además se analizó la posición dentro del camión en las torres de transporte (superior, media o inferior). Los indicadores de estrés analizados fueron hematocrito, corticosterona, glucosa, lactato y Creatinina Kinasa (CK). El tiempo de transporte resultó ser un importante estresor para los animales, siendo los conejos sometidos a los transportes cortos los que presentaban mayores niveles de corticosterona y CK. La estación del año afectó significativamente a los valores de hematocrito, corticosterona y CK. La estación fría implicó mayores niveles de corticosterona en los animales, mientras que en la estación caliente los niveles de CK eran mucho mayores. La posición dentro del camión afectó los valores de glucosa, corticosterona y CK, siendo los animales alojados en las partes medias e inferiores los que mostraban los valores más altos. El pH de la carne se situó dentro del rango normal de la especie. La estación del año afectó significativamente a este parámetro, provocando un incremento del pH en los animales transportados durante la estación fría. En general, y a modo de conclusión, podemos afirmar que el transporte constituye un estresor importante para los conejos comerciales, así como la estación del año en que éste se realiza. La posición en la torre también parece afectar al bienestar de los animales durante el transporte. Sin embargo el pH de la carne, considerado además como un indicador de bienestar animal, no se vio afectado por el tiempo de transporte ni la posición en la torre.

* Proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (CICYT AGL-2002 01346)



SUMMARY

In the present study we analyzed the effect of transport time, season and position on the truck, on stress physiological response of commercial rabbits in Aragón (Spain). We tested two transport times: short (1 hour) and long (7 hour), two seasons: hot and cold, with three replicates per treatment, and 176 animals were sampled in total. Besides, we analyzed the position on the truck, inside transport towers (upper, middle or lower decks). The stress indicators analyzed were corticosterone, glucose, lactate and Creatine Kinase (CK). Transport time was an important stressor for the animals, being rabbits submitted to short transports those who shown highest levels of corticosterone and CK. Season had a significant effect on hematocrite, corticosterone and CK values. Cold season induced higher levels of corticosterone and hot season higher levels of CK. Position on the truck affected levels of glucose, corticosterone and CK, being higher values to rabbits allocated on middle and bottom positions. PH values are always on the normal rank for rabbits. Season affected pH, increasing it on animals transported during cold season. In general, transport was an important stressor for commercial rabbits, as soon as season. Position on the truck seems to have an important effect on animal welfare during transport. On the other hand, pH, which is considered as one of the main parameters on welfare measurements, wasn't modified by transport time either position on the truck.

INTRODUCCIÓN

El sistema de producción de carne comprende, además de la cría y engorde de los animales en granjas, el transporte al matadero para su sacrificio. Este largo recorrido tiene etapas que por su brevedad y riesgo potencial constituyen puntos críticos a tener en consideración. Uno de ellos es el transporte desde la granja al matadero (Buil et al, 2004). Las circunstancias que rodean dicho proceso de transporte pueden provocar estrés en los animales y afectar negativamente su bienestar (Jolley, 1990).

El bienestar de los animales de granja depende en gran medida del sistema de alojamiento y del manejo que reciben por parte de sus cuidadores a lo largo de su vida productiva (Rushen y Depasillé, 1992). El transporte puede ser entendido como una extensión de la granja, pero con unas características muy especiales. En este caso el alojamiento es distinto y se halla en movimiento, transcurriendo por lugares cambiantes, con características ambientales variables que pondrán a prueba los mecanismos de adaptación de los animales. Si el ambiente llega a requerir ajustes anormales o extremos de adaptación, se le considerará estresante para el animal (Fraser, 1990). Un mal manejo en la fase de transporte y posterior sacrificio y faenado, puede poner en riesgo los esfuerzos realizados por los granjeros durante la fase de cría y cebo (Villarreal et al., 2001).

El interés por el bienestar en los animales de granja se ha incrementado en los últimos años en toda Europa. En general la bibliografía existente respecto al efecto del transporte sobre el bienestar de los conejos comerciales es escasa. Se sabe que el transporte de la granja al matadero es una de las principales causas de estrés en conejos (Masoero, 1992), especialmente cuando las temperaturas ambientales son elevadas, como ocurre en verano en los países del área mediterránea, que por otra parte son los principales productores de carne de conejo en Europa (De la Fuente et al. 2004). Anualmente se sacrifican 100 millones de conejos comerciales en nuestro país, todos los cuales deben ser transportados al matadero. Dicho transporte está muy expuesto a la opinión de los consumidores ya que transcurre por carreteras y poblaciones. Procurar un correcto manejo y minimizando los riesgos durante este periodo supondrá no solo un aumento de calidad en el producto final obtenido, sino una importante mejora en la imagen del sector ante los consumidores.



En el presente estudio se analiza el efecto del tiempo de transporte, de la estación del año y de la ubicación dentro del vehículo sobre parámetros fisiológicos que afectan al bienestar animal en conejos híbridos comerciales en Aragón.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Comunidad Autónoma de Aragón en dos granjas comerciales que producían conejos de similares características, y en similares condiciones de manejo y alimentación. El sistema de producción fue el utilizado rutinariamente por los cunicultores en Aragón. Los conejos transportados fueron híbridos comerciales destetados con 30-35 días, alimentados ad libitum con pienso comercial durante el cebo y sacrificados alrededor de los 2 meses de edad. El ritmo reproductivo de la granja fue el habitual de 42 días. Se transportaron gazapos terminados para sacrificio con 60 días de edad y un peso vivo medio de 2300 g. aproximadamente. Los sacrificios se efectuaron en un matadero colaborador aprobado por la Unión Europea situado en la localidad de Villanueva de Gállego (Zaragoza), utilizando la ruta comercial del Bajo Aragón. Los viajes se realizaron durante los meses de Junio-Julio del 2003 (estación cálida) y Diciembre-Enero del 2004 (estación fría). La temperatura y la humedad relativa dentro del camión se recogieron mediante termómetros de registro y almacenamiento (logger) situados en la parte central del mismo, con una frecuencia de registro de 5 minutos. En la Figura 1 se representa la evolución de la temperatura y la humedad relativa durante los viajes del estudio dentro del camión. La temperatura media de los viajes realizados en la estación cálida fue de 27,16°C ($\pm 1,93$) y su humedad relativa del 47,45% $\pm 2,67$. La temperatura media para los viajes realizados en la estación fría fue de 11,81°C $\pm 4,16$, y su humedad relativa fue del 63,44% $\pm 8,53$. Se estudiaron dos tiempos de transporte, uno corto (1 hora) y otro largo (7 horas). De cada tratamiento se efectuaron tres réplicas, una por semana, para permitir el procesado de las muestras en el laboratorio. Se analizaron un total de 176 animales. De forma aleatoria, se estudiaron animales situados en la parte superior, media e inferior de las torres. El camión pertenecía al propio matadero, era de chasis rígido, suspensión por ballestas y control ambiental natural. El techo era de fibra de vidrio y los laterales abiertos con posibilidad de cierre mediante lonas. La plataforma de carga era hidráulica permitiendo la carga y descarga a nivel. Entre la parte superior de las torres y el techo y la parte inferior de las mismas y el suelo, había un espacio de 25 cm que permitía la ventilación. Del mismo modo, en la cabecera y al final de la caja del camión, se reservaba un espacio libre con torres sin animales. Las dimensiones del camión eran de 6,20 (largo) x 2,50 (ancho) x 1,85 (alto) m., cargando los animales en 20 torres rodantes (120x60x155 cm.) de 12 jaulas (57x57x25 cm.) cada una. El camión tenía una capacidad de transporte de 2400 gazapos por viaje. El transporte largo se inició a las 5 de la mañana y el corto a las 11, siendo la descarga en el matadero al mediodía. El tiempo de espera en matadero previo al sacrificio fue de 3 horas. En el caso de los viajes realizados en la estación cálida, se seguía la rutina de verano aplicando agua mediante aspersores durante unos segundos a todos los animales en la sala de espera del matadero. La espera se efectuó en las mismas torres de transporte. La densidad durante todo el procedo fue de 10 gazapos por jaula (360 cm² x animal).

Las muestras de sangre para evaluar los parámetros fisiológicos de estrés se tomaron durante el degüello y desangrado de los animales en el matadero (2 tubos de 10ml por animal, con y sin anticoagulante, EDTA). Se analizaron los niveles plasmáticos de corticosterona por radio inmuno análisis (kit RIA de ICN Biomedical Inc.). Los coeficientes de variación de este análisis interensayo e intraensayo fueron del 7 y el 8% respectivamente. Las concentraciones plasmáticas de glucosa y Creatinina Kinasa(CK) se analizaron por medio de un multianalizador Technicon (multichannel Technicon

Analyser RA-500) utilizando kits comerciales de la casa Bayer. Los niveles de la enzima CK, se midieron para valorar el nivel de actividad y posible daño muscular en los animales. La concentración de lactato en plasma se midió usando el Sigma Diagnostic Kit, por espectrofotometría. Para determinar los valores basales del experimento, se recogieron muestras de sangre aleatoriamente de 30 conejos procedentes de las mismas granjas de origen, pero que no habían sido sometidos a ningún tipo de tratamiento.

Se valoró el nivel de hematomas en la canal por apreciación visual mediante una escala de 0 (ninguno), 1 (ligero), 2 (moderado) y 3 (alto). Se pesaron las canales en caliente y en cámara de frío (1-2 °C) a las 24 horas, con unas medias de 1192,50±121 g. la canal caliente y 1175,26±120 g. la canal fría. En ese momento se aprovechó para medir el pH de la carne en el músculo L. Dorsi, con un pH-metro portátil (provisto de electrodo de penetración 52-00 de CRISON) mediante una pequeña incisión en el lomo izquierdo a la altura del Longissimus. El pH-metro se calibró cada 5 animales.

Se estimaron los parámetros estadísticos descriptivos de la muestra y se procedió al análisis de los resultados mediante técnicas de mínimos cuadrados. Se aplicó un modelo factorial que incluyó los efectos fijos tiempo de transporte (corto o largo), estación del año (cálida o fría) y posición en la torre (alto, medio, bajo). Se introdujo en el modelo el peso de la canal fría como covariable, y tras observar la ausencia de significación se eliminó del modelo. Los análisis se efectuaron utilizando el paquete estadístico SAS (SAS, 1985).

■ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presenta un resumen de las significaciones obtenidas para los efectos principales estudiados sobre las variables respuestas de bienestar animal analizadas. En las Tablas 2 y 3 se muestran las medias mínimo cuadráticas ($\pm se$) de cada variable según los tres efectos fijos analizados (tiempo de transporte y estación del año en la tabla 2, y posición en la torre en la Tabla 3), y en comparación con los valores basales obtenidos. A excepción del hematocrito, todas las variables analizadas se vieron significativamente afectadas por los tratamientos efectuados (con respecto a los valores basales en granja). Los niveles de lactato y CK se duplicaron, llegando a multiplicarse por cinco los de corticosterona (>80ng/ml). Los valores de corticosterona indican una importante respuesta adaptativa de los animales durante el transporte. Canali et al. (2000) comunican valores basales de este parámetro de unos 20-27 ng/ml, similares a los encontrados en nuestro estudio.

El tiempo de transporte afectó significativamente a los valores de Corticostearna y CK, siendo los animales sometidos a los transporte cortos los que mayores valores presentaban. La causa probable pudo ser la dificultad de adaptación como consecuencia de un efecto acumulativo de estresores en un corto período de tiempo. Canali et al. (2000) encontró valores de corticosterona aún mayores, que tras 6 horas de transporte superaban los 100 ng/ml. Los niveles de glucosa y lactato fueron similares a los comunicados en la literatura ante situaciones de estrés medio por transporte (Canali et al., 2000). Estos mismos autores, encontraron valores de CK similares a los de nuestro estudio, tras 6 horas de transporte.

La estación del año también afectó significativamente a los valores de corticosterona y CK. La corticosterona presentaba valores mayores en los animales transportados durante la estación fría, aunque con poco nivel de significación ($p \leq 0,05$). Esto contrasta con los resultados de De la Fuente et al. (2004), que encontraron mayores niveles de corticosterona en los animales transportados durante el verano, aunque con valores mucho menores (20-30 ng/ml). En casos de estrés por ruido



o calor, Verde et al. (1987) encontraron valores de corticosterona de 108,8 ng/ml (calor) y de 134,4 ng/ml (ruido), superiores a los nuestros, debido a que sus tratamientos eran más extremos. En cuanto a la CK la significación fue alta ($p \leq 0,001$), con valores mayores en los animales transportados durante la estación cálida. Esto es debido probablemente al mayor estrés térmico al que estos animales estaban sometidos, así como a la rutina de aspersión de agua aplicada por el matadero. Aquí nuestras significaciones coinciden con las de De la Fuente, aunque otra vez sus niveles de enzima CK son mucho menores que los de nuestro estudio (600-800 U/l). Los niveles de glucosa y lactato fueron ligeramente inferiores a los encontrados en la literatura ante situaciones de estrés térmico agudo (Verde et al., 1987; Abdelatif et al. 1992). Sin embargo los valores de CK obtenidos por Abdelatif frente a estrés térmico apenas llegaban a las 1000U/l, frente a las más de 3000U/l encontradas en nuestro ensayo.

Respecto a la posición en las torres de transporte, los conejos situados en la parte inferior de las torres de jaulas presentaron valores de corticosterona más elevados ($p < 0,05$) que los ubicados centralmente. Estos tuvieron niveles más altos que los de las jaulas superiores, que no tenían otros animales por encima. Los valores de glucosa fueron más altos en los planos bajos y medios de las torres, mientras que el lactato se mantuvo elevado por igual en los tres planos. Los conejos situados en la parte media e inferior de las torres tuvieron valores significativamente más altos de CK ($p < 0,001$). Ello indica, conjuntamente con los niveles elevados de lactato, una mayor actividad muscular, quizá derivada de la falta de visibilidad y acumulación de suciedad (proveniente de los compañeros situados por encima). No hemos encontrado ningún estudio en la literatura reciente que analice este factor de variación del transporte de conejos comerciales.

En cuanto a los valores de pH de la carne a las 24 horas post mortem, se mantuvo dentro del rango de carnes de calidad (5,50-5,80), sin observarse ningún efecto significativo debido al tiempo de transporte. Estos resultados concuerdan con los hallados por Trocino et al. (2002) y por Xiccato et al. (1994). No obstante, otros autores encuentran valores de pH a 24 horas significativamente más elevados (> 6) en animales que han sufrido transportes de larga duración (Jolley, 1990; Masoero et al., 1992; Dal Bosco et al., 1997). La estación del año afectó significativamente al pH 24h ($p < 0,001$). Los animales transportados durante la estación fría arrojaron datos de pH cercanos al 6 (sin llegar a provocar carnes de baja calidad), lo que implica una situación de estrés plasmada en uno de los parámetros más importantes y habitualmente medidos al hablar tanto de bienestar animal como de calidad de la carne. Parece ser que las temperaturas extremas (en este caso frías) tienen peores consecuencias sobre el bienestar de los animales, que el propio transporte.

En las Tablas 4 y 5 se muestran las medias de las interacciones para los valores de corticosterona entre el tiempo de transporte y la posición en la torre, y entre el tiempo de transporte y la estación del año. La estación fría provoca más estrés en el animal si va unida a los transportes largos (7 h), justificable por el mayor tiempo que pasa el animal sometido a un agente estresor. Por otro lado, los animales se adaptan mejor al estrés provocado por los transportes cortos (y la falta de tiempo de adaptación que conllevan) cuando están situados en la parte superior de las torres (por mayor visibilidad, ventilación) mientras que si están alojados en las zonas media o inferior el estrés se agudiza. En general podemos afirmar que el transporte durante épocas de temperaturas extremas en un clima como el de Aragón, constituyó un estresor de alta magnitud. Los transportes demasiado cortos (1 hora), no permiten el tiempo de adaptación necesario a la nueva situación requerido por el animal, por lo que también son inductores de un estrés importante. El tiempo de transporte no afectó el pH a las 24 horas post mortem, mientras que el frío lo hizo muy significativamente. La posición espacial dentro del camión es también un factor a tener en cuenta, ya que puede afectar de forma diferencial el bienestar de los animales transportados en la parte inferior de las torres.

Debería ser importante para la industria de la carne invertir en mejoras relacionadas con aspectos que minimicen el estrés de los animales durante el transporte. Creemos que tales mejoras deberán venir regladas por parte de la sociedad mediante una legislación apropiada que, de acuerdo con la opinión de los consumidores, permita preservar el bienestar animal. Al mismo tiempo habrá que convencer a los consumidores de que el valor ético de un producto de origen animal es un valor en alza en Europa. Asegurar el bienestar de los animales repercutirá en una revalorización de los aspectos éticos asociados a la explotación de animales domésticos en una sociedad avanzada como la Europea.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (CICYT AGL-2000-01346). Los autores agradecen a la Empresa CUIN S.L. de Villanueva de Gállego, a las asociaciones MADECUN y ASESCU por su colaboración.

BIBLIOGRAFÍA

- ABDELATIF A.M., MODAWI S.M. 1994. Effects of hypertermia on blood constituents in the domestic rabbit. *Journal of thermal biology* 19: 357-363.
- BUIL T., MARÍA G.A., VILLARROEL M., LISTE G., LÓPEZ M. 2004. Critical points in the transport of commercial rabbits to slaughter in Spain that may compromise animals' welfare. *World Rabbit Science* 12: 269-279.
- CANALI C. 2000. The effect of transport and slaughter on rabbits reared in two different production systems. *Proceedings 7th World Rabbit Congress*, Vol. B, 511-517, Valencia (España).
- DAL BOSCO A., CASTELLINI C., Berbnardini M. 1997. Effect of transportation and stunning method on some characteristics of rabbit carcasses and meat. *World Rabbit Science* 5: 115-119.
- DE LA FUENTE, J., SALAZAR M.I., IBÁÑEZ M., GONZÁLEZ DE CHAVARRI E. 2004. Effects of season and stocking density during transport on live weight and biochemical measurements of stress, dehydration and injury of rabbits at time of slaughter. *Animal Science* 78: 285-292.
- FRASER A.F., BROOM D.M. 1990. *Farm animal behaviour and welfare*. Edited by Bailliere Tindall. UK.
- JOLLEY, P.D. 1990. Rabbit transport and its effects on meat quality. *Applied Animal Behaviour Science*. 28: 119-134.
- MASOERO G., RICCIONI L., BERGOGLIO G., NAPOLITANO F. 1992. Implications of fasting and the transportation for a high quality rabbit meat product. *J. Appl. Rabbit Res.*15: 841-847.
- RUSHEN J., DEPASILLE A.M.B. 1992. The scientific assessment of the impact of housing on animal welfare: a critical review. *Canadian Journal of Animal Science* 72: 721-743.
- SAS 1985. *Statistical Analysis System, SAS. User's Guide: Version 6.1 edition*. SAS Institute Inc., Cary, N. C.
- TROCINO A., XICCATO G., QUEAQUE P.I., SARTORI A. 2002. Effect of transport duration and sex on carcass and meat quality of growing rabbits. *2nd Rabbit Congress of the America*, Habana City, Cuba, June 19-22, pages 232-235.
- VERDE M.T., PIQUER J.G. 1987. Criterios de estrés en conejos de engorde. *Medicina Veterinaria*. 4: 367-375.
- VILLARROEL M., MARÍA G., SIERRA I., SAÑUDO C., GARCÍA BELENGUER S., GEBRESENBET G. 2001. Critical points in the transport of cattle to slaughter in Spain that may compromise the animals' welfare. *The veterinary record*, 149: 173-176.
- XICCATO G., PARIGI-BINI R., DALLE ZOTTE A., CARAZZOLO A. 1994. Effect of age, sex and transportation on the composition and sensory properties of rabbit meat. *40th International Congress Meat Science and Technology (I.Co.M.S.T.)*. The Hague, The Netherlands, 28/08-2/09, W-2.02.



Tabla 1. Resumen de las significaciones de los efectos principales del modelo factorial que incluyó los efectos fijos tiempo de transporte (corto o largo), posición en la torre de carga (superior, media e inferior), y estación del año (cálida o fría) sobre los indicadores fisiológicos de bienestar animal y el pH24.

Variables	Efectos fijos del modelo			Interacciones			
	Tiempo de transporte	Estación del año	Posición en la torre	T x P	T x E	P x E	T x P x E
Hematocrito	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS
Glucosa	NS	NS	**	NS	NS	*	NS
Lactato	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
Costicosterona	*	*	**	**	**	NS	NS
CPK	**	***	**	NS	NS	*	NS
pH	NS	***	NS	NS	NS	NS	NS

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

Tabla 2. Medias mínimos cuadráticas (\pm SE) de las variables fisiológicas de bienestar animal analizadas, según los efectos fijos de tiempo de transporte (1 o 7 horas) y estación del año (cálida o fría).

	Valores basales	Tiempo de transporte		Estación del año	
		Largo (7h)	Corto (1h)	Cálida	Fría
Hematocrito (%)	38,29 \pm 0,47 ^x	37,57 \pm 0,39 ^a	37,96 \pm 0,39 ^a	37,21 \pm 0,38 ^a	38,32 \pm 0,41 ^b
Glucosa (mg/dl)	170 \pm 2,8 ^x	144,13 \pm 2,01 ^a	147,45 \pm 1,98 ^a	147,28 \pm 1,93 ^a	144,3 \pm 2,05 ^a
Lactato (mg/dl)	36,37 \pm 2,4 ^x	72,64 \pm 2,53 ^a	75,02 \pm 2,49 ^a	75,35 \pm 2,44 ^a	72,31 \pm 2,59 ^a
Costicosterona(mg/dl)	16,1 \pm 1,81 ^x	70,46 \pm 4,7 ^a	84,48 \pm 4,64 ^b	69,09 \pm 4,52 ^a	85,85 \pm 4,82 ^b
CPK (UI/l)	1343 \pm 100 ^x	2631,9 \pm 107,8 ^a	3041,4 \pm 106,3 ^b	3522,3 \pm 103,7 ^a	2151,1 \pm 110,4 ^b
pH24	-	5,86 \pm 0,02 ^a	5,83 \pm 0,02 ^a	5,76 \pm 0,02 ^a	5,93 \pm 0,02 ^b

- Diferentes letras minúsculas (a-b-c) en la misma fila indican diferencias significativas con p \leq 0,05 entre los tratamientos analizados.

- Diferentes superíndices (x-y-z) en la misma fila indican diferencias significativas con p \leq 0,05 entre los valores basales y las medias de los tratamientos analizados.

Tabla 3. Medias mínimos cuadráticas (\pm SE) de las variables fisiológicas de bienestar animal analizadas, según el efecto fijo posición en la torre (arriba, centro o abajo).

	Valores basales	Posición en la torre		
		Arriba	Centro	Abajo
Hematocrito(%)	38,29 \pm 0,47 ^x	37,70 \pm 0,50 ^{a^x}	37,84 \pm 0,49 ^{a^x}	37,74 \pm 0,44 ^{a^x}
Glucosa (mg/dl)	170 \pm 2,8 ^x	139,47 \pm 2,55 ^{a^y}	148,11 \pm 2,52 ^{b^y}	149,8 \pm 2,24 ^{b^y}
Lactato (mg/dl)	36,37 \pm 2,4 ^x	73,42 \pm 3,22 ^{a^y}	70,93 \pm 18 ^{a^y}	77,16 \pm 2,83 ^{a^y}
Costicosterona(mg/dl)	16,1 \pm 1,81 ^x	64,82 \pm 5,98 ^{a^z}	79,55 \pm 5,91 ^{b^z}	88,04 \pm 5,24 ^{c^z}
CPK (UI/l)	1343 \pm 100 ^x	2583,6 \pm 137,5 ^{a^y}	3154,3 \pm 135,4 ^{b^z}	2772,1 \pm 120,2 ^{c^z}
pH	-	5,83 \pm 0,02 ^a	5,86 \pm 0,02 ^a	5,85 \pm 0,02 ^a

- Diferentes letras minúsculas (a-b-c) en la misma fila indican diferencias significativas con $p \leq 0,05$ entre los tratamientos analizados.

- Diferentes superíndices (x-y-z) en la misma fila indican diferencias significativas con $p \leq 0,05$ entre los valores basales y las medias de los tratamientos analizados.

Tabla 4. Medias mínimos cuadráticas (\pm SE) de la interacción estación del año x tiempo de transporte, para la variable fisiológica Corticosterona.

	Estación cálida		Estación fría	
	Transporte corto (1 h.)	Transporte largo (7 h.)	Transporte corto (1 h.)	Transporte largo (7 h.)
Costicosterona(mg/dl)	70,88 \pm 6,22 ^a	67,94 \pm 6,22 ^a	68,63 \pm 6,22 ^a	100,37 \pm 6,22 ^b

- Diferentes letras minúsculas (a-b) en la misma fila indican diferencias significativas con $p \leq 0,05$ entre los tratamientos analizados.

Tabla 5. Medias mínimos cuadráticas (\pm SE) de la interacción tiempo de transporte x posición en la torre, para la variable Corticosterona.

	Transporte largo (7 h.)			Transporte corto (1 h.)		
	Arriba	Centro	Abajo	Arriba	Centro	Abajo
Costicosterona(mg/dl)	71,75 \pm 8,46 ^a	67,44 \pm 8,46 ^a	72,2 \pm 7,49 ^a	57,88 \pm 8,46 ^a	91,67 \pm 8,25 ^b	103,88 \pm 7,34 ^b

- Diferentes letras minúsculas (a-b) en la misma fila indican diferencias significativas con $p \leq 0,05$ entre los tratamientos analizados.

Figura 1. Temperatura y humedad relativa dentro del camión, durante los diferentes tiempos de transporte (1 h y 7 h) y estación del año (verano o invierno).

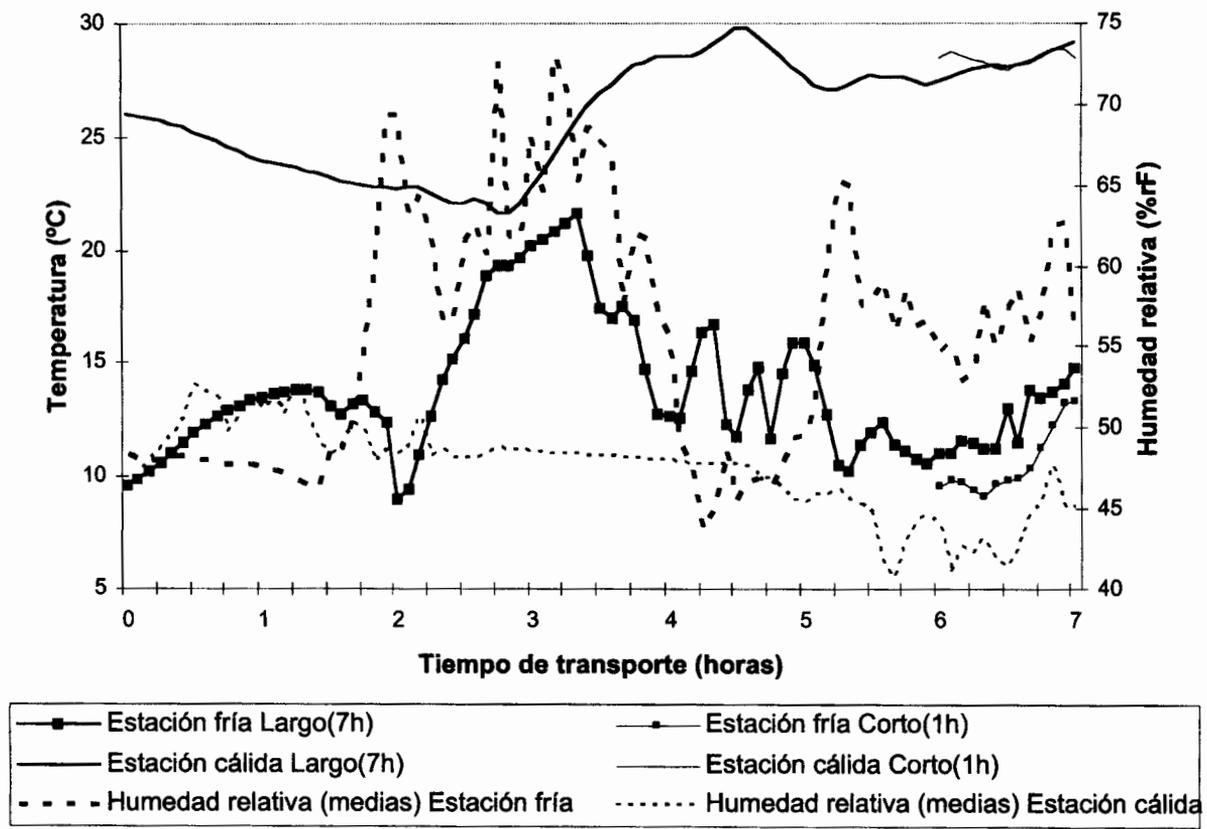
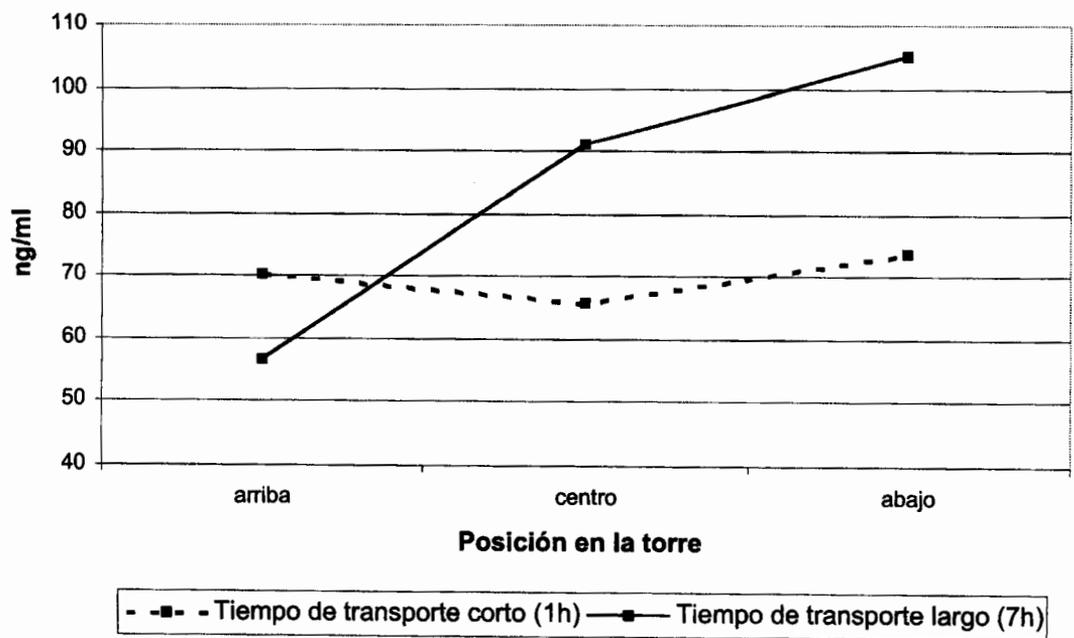


Figura 2. Interacción entre el tiempo de transporte y la posición en la torre sobre la variable Corticosterona.



Bienestar Animal

COMO LA DENSIDAD Y EL TIPO DE SUELO INFLUYEN EN LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS Y EL BIENESTAR DE CONEJOS DE ENGORDE EN JAULAS COLECTIVAS

Effect of stock density and type of floor on growth performance, carcass characteristics and animal welfare

A. Trocino, L. Carraro, M. Fragkiadakis, G. Xiccato

Dipartimento di Scienze Animali, Università di Padova, Agripolis, viale dell'Università 16,
35020 Legnaro (PD), Italia - e-mail: gerolamo.xiccato@unipd.it

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del aumento de la densidad de cría (14, 16, 18 y 20 conejos/m²) y del tipo de suelo (rejilla vs slat) sobre los rendimientos productivos, la reactividad animal, la calidad de la canal y de la carne de 380 conejos destetados a los 28 días de edad (peso vivo: 640 ± 48 g) y alojados en grupos de 9 o 10 animales en jaulas colectivas. El aumento de la densidad hasta 18 y sobre todo 20 animales/m² disminuyó significativamente ($P < 0,01$) la ganancia diaria, el consumo de pienso y el peso vivo final. El efecto de la densidad sobre los resultados al sacrificio fue principalmente debido a las diferencias de peso vivo final entre grupos experimentales, mientras la calidad de la carne no se vio afectada. En el test de inmovilidad tónica, los animales criados a la máxima densidad necesitaron más intentos para inducir la inmovilidad y permanecieron inmóviles menos tiempo ($P < 0,01$). Por otra parte, en el test de open-field, los mismos animales mostraron una menor duración de la locomoción ($P = 0,02$) junto a una mayor actividad de carrera ($P < 0,01$). El alojamiento en slat determinó un aumento significativo de la ganancia diaria ($P = 0,07$), del peso vivo final ($P = 0,07$) y del consumo de pienso ($P < 0,01$) respecto a la rejilla, aunque no afectó los resultados al sacrificio ni la calidad de la canal y de la carne. En cuanto a la reactividad de los conejos, los intentos para inducir inmovilidad tónica fueron menores ($P < 0,01$) y la actividad de morder en el test de open-field fue mayor ($P = 0,02$) en los conejos alojados sobre slat. En conclusión, el aumento de densidad por encima de los 18 animales/m² empeoró los rendimientos productivos, sobre todo en las dos últimas semanas de prueba como consecuencia de una reducción del consumo de pienso, y afectó la reactividad de los animales frente al hombre o a un nuevo ambiente. El tipo de suelo mostró un efecto bastante débil sobre los rendimientos productivos y sobre la reactividad, si bien parece que el suelo en slat sea más confortable para animales pesados al final de la cría.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of increasing stocking density (14, 16, 18 and 20 rabbits/m²) and type of floor (wire net vs slatted floor) on productive performance, animal reactivity, carcass and meat quality of 380 rabbits weaned at 28 d of age (live weight: 640 ± 48 g) and put in collective cages by 9 or 10. Increasing stocking density at 18 and, specially, 20 animals/m² significantly reduced



daily weight gain, feed intake and final live weight. The effect of stocking density on slaughter traits mainly depended on the differences in final live weight among groups, while carcass and meat quality was not affected. During the tonic immobility test, rabbits reared at the highest density required more attempts to induce tonic immobility and remained immobile for a longer time ($P < 0.01$). During the open-field test, the same animals moved less ($P = 0.02$) and run more ($P < 0.01$). Keeping the rabbits on a slat floor increased daily weight gain ($P = 0.07$), final live weight ($P = 0.07$) and feed intake ($P < 0.01$) in comparison with wire net floor, while did not modify slaughter trait and carcass and meat quality. The attempts to induce immobility were less ($P < 0.01$) and biting during the test the open-field higher in rabbits kept on slat floor. In conclusion, increasing stocking density above 18 rabbits/m² impaired productive performance, especially in the last two weeks of growing as a consequence of a reduced feed intake, and modified animal reactivity towards man or a new environment. The type of floor showed a weak effect on productive performance and reactivity, whereas a slatted floor was likely more comfortable for the heavier animals in the last weeks of fattening period.

INTRODUCCIÓN

De forma parecida a lo que ha pasado en otros animales de cría, el tema del bienestar animal está asumiendo mayor importancia también en el conejo de engorde. Desde 1996, el Comité Permanente para la Protección de los Animales en Cría del Consejo de Europa está trabajando sobre las recomendaciones para mejorar el bienestar del conejo doméstico (Morisse, 1998; Xiccato y Trocino, 2005).

Entre los diferentes aspectos técnicos a tratar en estas Recomendaciones, los que mayormente afectan y preocupan a los productores atañen a la obligación de cría en grupo, el aumento de las dimensiones de las jaulas y, por tanto, la reducción de la densidad de cría. En el conejo de engorde, la cría en grupo podría ser un problema que afecta exclusivamente a los cunicultores italianos, que alojan generalmente a los conejos en jaulas bicelulares, mientras que los otros temas afectarán el sistema de producción de toda Europa. En este sentido, la propuesta de disminuir la densidad de cría (hasta 8-10 animales/m²) respecto a la que actualmente se utiliza (alrededor de los 16-18) no parece justificada por la mayoría de los estudios científicos (Mirabito, 2003; Maertens, 2004; Xiccato y Trocino, 2005).

Además, la cría sobre rejilla metálica no se considerada adecuada al bienestar animal, a pesar de las ventajas higiénicas de este tipo de suelo. Sin embargo, se necesitan más estudios para encontrar el suelo apropiado para garantizar el bienestar animal y limitar al mismo tiempo los problemas higiénico-sanitarios.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la densidad de cría (desde 14 hasta 20 animales/m²) y del tipo de suelo (rejilla vs slat) sobre los rendimientos productivos, la calidad de la canal y de la carne y la reactividad en conejos criados en jaulas colectivas.

MATERIAL Y METODOS

Trescientos ochenta conejos híbridos Grimaud de ambos sexos fueron destetados a los 28 días de edad (peso vivo: 640 ± 48 g) y alojados en grupos de 9 o 10 animales en jaulas colectivas de dos tamaños, 105 x 60 cm (6.300 cm²) y 100 x 50 cm (5.000 cm²), obteniendo cuatro densidades de cría como aparece esquematizado en la Tabla 1 (aproximadamente 14, 16, 18 y 20 conejos/m²).



Tabla 1. Densidad de cría y superficie individual en función de las dimensiones de las jaulas y del número de conejos alojados

Dimensiones de la jaula	105 x 60 cm.		100 x 50 cm.	
Número de conejos/jaula	9	10	9	10
Densidad (conejos/m ²)	14,3	15,9	18,0	20,0
Superficie (cm ² /conejo)	700	630	555	500

La mitad de las jaulas tenían el suelo con rejilla metálica (diámetro 2,5 mm con rejilla de 7,5 x 1,5 cm), y la otra mitad en slat (barras de hierro galvanizado con sección de 2 x 2 cm y distantes 1,5 cm). Las jaulas tenían paredes altas 80 cm y sin techo. Las paredes laterales eran de hierro galvanizado, mientras las paredes posteriores y anteriores de rejilla. Los dos bebederos estaban colocados en la parte posterior de la jaula y dos comederos anchos (20 cm) en la parte anterior. Los conejos fueron alimentados con una dieta de engorde (PB: 16%, LAD: 5,4%, ED: 9,5 MJ/kg) y no se les suministró antibióticos en pienso ni en agua. El peso individual y el consumo de la jaula se midieron dos veces a la semana. El estado de salud fue controlado diariamente. Siete conejos murieron en las primeras dos semanas de la prueba y fueron reemplazados por otros criados en la misma nave y en las mismas jaulas, para evitar variaciones de la densidad de cría. Las jaulas donde se reemplazaron animales no fueron utilizadas para seleccionar animales destinados a los tests de reactividad y al sacrificio. El test de inmovilidad tónica y el test de open-field (Ferrante y col., 1992) fueron realizados a los 37, 50 y 64 días y 38, 51 y 65 días de edad, respectivamente, sobre 48 conejos (3 conejos seleccionados de 16 jaulas). Ciento veintiocho conejos (4 de 32 jaulas) fueron sacrificados a los 70 días en un matadero comercial según los protocolos científicos internacionales (Blasco y col., 1993). Después de 24 horas, se midió el pH y el color sobre los músculos longissimus lumborum y biceps femoris (Xiccato y col., 1994). Las canales fueron seccionadas separando las extremidades posteriores y la grasa perirenal y escapular. En las extremidades posteriores se midieron la relación carne/hueso, las pérdidas de cocinado (80°C durante 2 horas) y el esfuerzo de corte (equipo Instron 4301 con cizalla Warner-Blatzer). Los datos productivos fueron analizados por el procedimiento GLM del SAS (1991), considerando como factores de variabilidad la densidad de cría, el tipo de suelo y sus interacciones y como unidad experimental la jaula. Los resultados de calidad de la canal y de la carne fueron analizados como datos individuales teniendo en cuenta también el efecto de la jaula. Los datos de comportamiento y reactividad fueron analizados teniendo en cuenta el efecto de la edad al momento del test (aquí no discutido). Los datos no normales a los tests de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney fueron analizados por PROC NPAR1WAY (SAS, 1991).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A pesar del grupo experimental, la ganancia diaria (49,2 g/d) y el peso vivo final (2706 g) a los 71 días de edad fueron muy elevados (Tabla 2) y superiores a los que se pueden encontrar en condiciones comerciales, pero similares a los descritos por Trocino y col (2004) en el mismo sistema de alojamiento. El aumento de la densidad hasta 18 y sobre todo 20 animales/m² disminuyó significativamente la ganancia diaria, el consumo de alimento y el peso vivo final, con la mejor conversión alimenticia para los animales criados a 18 conejos/m². Resultados bastante antiguos pero todavía actuales (Maertens y De Groote, 1984; Aubret y Duperray, 1992) señalan una situación crítica por encima de los 15-20 conejos/m² o de un peso vivo al sacrificio de 40-46 kg/m². Según nuestro estudio, los rendimientos van empeorando, sobre todo en la segunda parte de la prueba, por encima de los 18 conejos/m²,



correspondientes a una carga al sacrificio de 49 kg/m². Utilizando las mismas jaulas de este estudio y comparando densidades de 12 y 16 animales/m², Trocino y col. (2004) no habían encontrado diferencias significativas entre grupos, excepto una reducción del consumo de pienso en los animales criados a elevada densidad en las últimas dos semanas de prueba. Esta menor ingestión puede depender de la reducción de superficie disponible al aumentar la edad y el peso de los animales y de la creciente competencia para acceder a los comederos.

Tabla 2. Resultados productivos en engorde (28-70 días de edad)

	Densidad de cría (conejos/m ²)					Suelo			
	14	16	18	20	Prob.	Rejilla	Slat	Prob.	RSD
Jaulas, n	10	10	10	10		20	20		
Peso inicial, g	641	639	642	639	0,84	640	641	0,62	9
Peso final, g	2735 ^B	2745 ^B	2698 ^{AB}	2648 ^A	<0,01	2690	2723	0,07	57
Ganancia diaria, g/d	49,9 ^{Bb}	50,1 ^{Bb}	48,9 ^{ABa}	47,8 ^{Aa}	<0,01	48,8	49,6	0,07	1,3
Consumo, g/d	153 ^B	152 ^B	147 ^A	145 ^A	<0,001	147	152	<0,001	3
Conversión alimenticia	3,07 ^b	3,04 ^b	2,95 ^a	3,04 ^{ab}	0,09	3,01	3,04	0,33	0,11

A, B: P<0,01<, a, b: P<0,05

El tipo de suelo afectó la ganancia (P=0,07), el peso vivo final (P=0,07) y el consumo de alimento (P<0,01) que fueron superiores en los conejos criados sobre slat (Tabla 2). También en este caso, el efecto empezó a ser evidente en la segunda mitad de la prueba (desde alrededor de los 45 días), cuando los animales alcanzaron un peso vivo superior a 1500 g, confirmando los resultados anteriores (Trocino y col., 2004). Aparentemente, los animales pesados al final del engorde se movían con más dificultad sobre la rejilla que sobre el suelo de slat.

Tabla 3. Resultados al sacrificio y calidad de la canal y de la carne

	Densidad de cría (conejos/m ²)					Suelo			
	14	16	18	20	Prob.	Rejilla	Slat	Prob.	RSD
Conejos	32	32	32	32		64	64		
Peso vivo al matadero, g	2731 ^{Bb}	2710 ^{ABb}	2670 ^{Abab}	2616 ^{Aa}	0,06	2663	2700	0,16	164
Canal, fría g	1584	1565	1552	1510	0,06	1543	1563	0,32	103
Rendimiento de la canal, %	58,1	57,9	58,2	57,8	0,73	58,0	58,0	0,19	1,4
Canal de referencia (CR), g	1308	1295	1287	1251	0,06	1277	1293	0,48	88
Grasa total, % CR	4,4	4,4	4,1	3,8	0,16	4,1	4,3	0,83	0,9
Extremidades posteriores, %	33,3	33,1	33,6	33,7	0,15	33,5	33,4	0,52	0,9
-Relación carne/hueso	7,78	7,65	7,80	7,69	0,39	7,70	7,76	0,25	0,53
-Pérdidas de cocida, %	23,7	22,9	22,9	23,0	0,33	23,1	23,2	0,46	1,9
-Esfuerzo corte (kg/cm ²)	2,17	2,08	2,13	2,28	0,91	2,12	2,18	0,28	0,42
pH <i>Longissimus dorsi</i>	5,45	5,5	5,49	5,54	0,50	5,5	5,49	0,68	0,10
L* <i>Longissimus dorsi</i>	50,1	50,2	49,5	50,2	0,51	50,3	49,6	0,21	2,26
a* <i>Longissimus dorsi</i>	-1,51	-1,53	-1,51	-1,66	0,35	-1,56	-1,54	0,68	0,66
b* <i>Longissimus dorsi</i>	4,37	4,24	3,63	3,13	0,41	3,91	3,78	0,43	1,58

El efecto de la densidad de cría sobre los resultados al sacrificio fue principalmente consecuencia de las diferencias de peso final entre los grupos experimentales, mientras que la calidad de la carne no fue afectada (Tabla 3). El peso vivo al matadero y el peso de la canal fueron inferiores ($P=0,06$) en los animales criados con la máxima densidad (20 conejos/m²), mientras el rendimiento de la canal no fue afectado. El débil efecto del tipo de suelo sobre el peso vivo final se perdió en los animales enviados al matadero, debido en parte al menor número de animales controlados. No se vio ningún efecto significativo del tipo de suelo sobre los resultados al sacrificio, la calidad de la canal y de la carne. La joven edad de los animales al sacrificio (71 d) puede justificar la ausencia de agresividad entre ellos y, por tanto, explicar la buena calidad de canal y carne, a pesar de los factores experimentales. Otros autores (Maertens y Van Oeckl, 2001; Dal Bosco y col., 2002; Combes y Lebas, 2003) encontraron igualmente escasas diferencias en los resultados al sacrificio y calidad de la canal y de la carne en conejos criados en grupo con diferentes sistemas, sobre todo cuando el sistema de alojamiento no perjudicó los rendimientos productivos.

En el test de inmovilidad tónica, que mide la reactividad de los animales frente al hombre, los conejos criados a la máxima densidad (20/m²) necesitaron más intentos para inducir la inmovilidad ($P<0,01$) y se quedaron inmóviles por un tiempo menor ($P<0,01$) (Tabla 4). Este tipo de reacción está normalmente asociado a un inferior nivel de estrés y un menor miedo frente al hombre. En el test de open-field los mismos animales (20 conejos/m²) mostraron una menor duración de la locomoción ($P=0,02$) junto a una mayor actividad de carrera ($P<0,01$). La primera actividad se considera indicador de una reactividad pasiva frente a un nuevo medioambiente y la segunda de reacción activa con intento de escape. En ambos casos, los animales criados a la máxima densidad se diferenciaron significativamente de aquellos criados a densidades menores, indicando como límite una densidad de cría de 18 conejos/m² por encima de la cual la reactividad parece ser afectada. También, en un estudio anterior realizado en condiciones similares (Trocino y col., 2004), no se detectaron diferencias claras de reactividad al aumentar la densidad de cría de 12 hasta 16 animales/m².

Tabla 4. Comportamientos en los tests de reactividad (datos medios de tres edades)

	Densidad de cría (conejos/m ²)					Suelo			
	14	16	18	20	Prob.	Rejilla	Slat	Prob.	RSD
Conejos	36	36	36	36		72	72		
Test de inmovilidad tónica									
Intentos, n	1,9 ^{Aa}	2,1 ^{ABa}	2,0 ^{ABa}	2,5 ^{Bb}	<0,01	2,3	1,9	<0,01	0,8
Duración, seg	77,4 ^{Bb}	67,0 ^{ABa}	70,3 ^{ABb}	42,1 ^{Aa}	<0,01	72,3	56,0	0,11	60,5
Test de open field									
Lactancia, seg	33,1	28,1	32,6	35,4	0,59	33,4	31,2	0,56	22,6
Exploración, seg	355	329	335	337	0,24	341	337	0,74	58,4
Locomoción, seg	48,9 ^b	44,1 ^{ab}	42,8 ^{ab}	37,7 ^a	0,02	42,3	44,5	0,38	15,3
Correr, Huida, seg	3,6 ^{aA}	4,2 ^{Aa}	6,9 ^{Ab}	8,9 ^{Bb}	<0,01	5,9	5,9	0,94	6,7
Inmovilidad ¹ , seg	46,8	62,0	59,9	50,8	0,92	66,6	62,3	0,10	-
Morder ¹ , seg	14,4	34,6	20,1	31,3	0,01	39,9	47,8	0,02	-
Confort ¹ , seg	9,7	6,0	6,1	9,6	0,05	7,3	14,3	0,87	-

¹Distribución no normal; análisis de varianza no paramétrica



Según Morisse y Maurice (1997) un límite de 20 conejos/m² y una carga de 40 kg/m² serían recomendables para evitar que una excesiva disminución de la superficie disponible redujera la alimentación y las actividades sociales, aumentando el tiempo dedicado al confort y a la exploración. En conejos criados en parque se detectó un efecto negativo del aumento de la densidad (desde 12 hasta 17 animales/m²) sobre la reactividad, con el aumento del tiempo de bloqueo y la reducción de la exploración frente a un nuevo ambiente (Ferrante y col., 1997).

Los efectos del tipo de suelo sobre la reactividad fueron menos importantes y difícilmente relacionados con la eventual condición de estrés de los animales. Los intentos para inducir inmovilidad fueron menores ($P < 0,01$) y la actividad de morder (considerada un comportamiento positivo de exploración en el test de open-field) fue mayor ($P = 0,02$) en los conejos alojados sobre slat. A pesar de estos resultados poco claros, el suelo en slat parece garantizar una aceptable condición de bienestar y de limpieza. A diferencia del suelo en slat, una cama de paja no parece ser una alternativa válida a la rejilla, ya que causa muchos problemas higiénico-sanitarios y, sobretodo, los conejos manifiestan una clara preferencia por la rejilla (Morisse y col., 1999; Orova y col., 2004).

■ CONCLUSIONES

Los rendimientos productivos obtenidos por el sistema de alojamiento en grupo hasta 18 animales/m² fueron muy buenos, incluso mejores que los resultados comerciales en jaulas bicelulares que se pueden encontrar en Italia. Los animales en jaulas colectivas no manifestaron comportamientos agresivos, presumiblemente debido a la joven edad al sacrificio (70 días). Una densidad de 20 animales/m² empeoró los rendimientos productivos, como consecuencia de una reducción del consumo de pienso en las últimas semanas de prueba, y afectó débilmente la reactividad de los animales. La calidad de la canal y de la carne no fue afectada por el sistema de alojamiento. Estos resultados parecen confirmar la validez del sistema actual de producción y no justifican las propuestas europeas de disminuir la densidad de cría hasta 8-9 conejos/m².

El tipo de suelo provocó un efecto aún más débil sobre rendimientos productivos y de reactividad, aunque en las últimas semanas el consumo de pienso fue mayor en los conejos criados sobre slat. La hipótesis de que este suelo sea más confortable que la rejilla necesita, sin embargo, ser confirmada por estudios de preferencia en conejos de engorde a diferente edad y peso.

■ AGRADECIMIENTO

Proyecto financiado por el Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica (Italia) (PRIN-2003, Prot. 2003077843).



BIBLIOGRAFÍA

- AUBRET J.M., DUPERRAY J. 1992. Effect of cage density on the performance and health of the growing rabbit. *J. Appl. Rabbit Res.* 15: 656-660.
- BLASCO A., OUHAYOUN J., MASOERO G. 1993. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. *World Rabbit Sci.* 1: 3-10.
- COMBES S., LEBAS F. 2003. Les modes de logement du lapin en engraissement: influence sur les qualités des carcasses et des viandes. *Proc. 10^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 19-20/11/2003, Paris, France, 185-200.
- DAL BOSCO A., CASTELLINI C., MUGNAI C. 2002. Rearing rabbits on a wire net floor or straw litter: behaviour, growth and meat qualitative traits. *Livest. Prod. Sci.* 75: 149-156.
- FERRANTE V., CANALI E., MATTIELLO S., VERGA M. 1997. Allevamento del coniglio a terra: effetto della densità. *Proc. XII Congresso ASPA*, 23-26/6/1997, Pisa, Italia, 385-386.
- FERRANTE V., VERGA M., CANALI E., MATTIELLO S. 1992. Rabbits kept in cages and in floor pens: reaction in the open-field test. *J. Appl. Rabbit Res.* 15 700-707.
- MAERTENS L. 2004. Colony rearing of fattening rabbits. *Proc. 8th World Rabbit Congress*, 7-10/9/2004, Puebla, Mexico, 1124.
- MAERTENS L., DE GROOTE G. 1984. Influence of the number of fryer rabbits per cage on their performance. *J. Appl. Rabbit Sci.* 7: 151-155.
- MAERTENS L., VAN OECKEL M.J. 2001. Effet du logement en cage ou parc et de son enrichissement sur les performances et la couleur de la viande des lapins. *Proc. 9^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 28-29/11/2001, Paris, France, 31-34.
- MIRABITO L. 2003. Logement et bien-être du lapin: les nouveaux enjeux. *Proc. 10^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 19-20/11/2003, Paris, France, 163-172.
- MORISSE J.P. 1998. Le bien-être chez le lapin: rapport de synthèse. *Proc. 7^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 13-14/5/1998, Lyon, France, 205-214.
- MORISSE J.P., MAURICE R. 1997. Influence of stocking density or group size on behaviour of fattening rabbits kept under intensive conditions. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 54: 351-357.
- MORISSE J.P., BOILLETOT E., MARTRENCAR A. 1999. Preference testing in intensively kept meat production rabbits for straw on wire grid floor. *Appl. Anim. Sci.* 64: 71-80.
- OROVA Z., SZENDRO ZS., MATICS ZS., RADNAI I., BIRO-NEMETH E. 2004. Free choice of growing rabbits between deep litter and wire net floor in pens. *Proc. 8th World Rabbit Congress*, 7-10/9/2004, Puebla, Mexico, 1263-1265.
- SAS, Statistical Analysis System Institute Inc. 1991. *User's Guide, Statistics*, version 6.03. Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1028 pp.
- TROCINO A., XICCATO G., QUEAQUE P.I., SARTORI A. 2004. Group housing of growing rabbits: effect of stocking density and cage floor on performance, welfare, and meat quality. *Proc. 8th World Rabbit Congress*, 7-10/9/2004, Puebla, Mexico, 1277-1282.
- XICCATO G., TROCINO A. 2005. Condiciones de bienestar animal en la especie cunícola, últimos avances. *Proc. XXX Symposium de Cunicultura*, 19-20/5/2005, Valladolid, España, 45-62.
- XICCATO G., PARIGI BINI R., DALLA ZOTTE A., CARAZZOLO A. 1994. Effect of age, sex and transportation on the composition and sensory properties of rabbit meat. *Proc. 40th ICoMST*, 28/8-2/9/1994, The Netherlands, W 2.02.

Nutrición

RESPUESTA DE UNA LÍNEA LONGEVO-PRODUCTIVA A DIFERENTES NIVELES DE PRESIÓN REPRODUCTIVA

Response of a line hyper selected for reproductive longevity to different productive challenges

Theilgaard P., Ródenas L., Martínez E., Sánchez J.P., Baselga M., Pascual J.J.

Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera, s/n, 46071. Valencia.

RESUMEN

Un total de 130 conejas, 59 de una línea (V) seleccionada intra-línea por tamaño de camada al destete y 71 de una línea longevo productiva (LP) caracterizada por un mínimo de 25 partos y 7.5 gazapos nacidos vivos, fueron utilizadas para evaluar como afecta la exposición a distintos niveles de exigencias reproductiva a la respuesta de las conejas durante su 2ª lactación. Para ello, se constituyeron en ambas líneas tres grupos experimentales: PP9 (cubrición previa post-parto y con 9 gazapos), PD9 (cubrición previa post-destete y con 9 gazapos) y PD5, (cubrición previa post-destete y con 5 gazapos). La ingestión de pienso fue mayor para la línea LP (322 ± 4 g/d) que para la línea V (304 ± 5 g/d). La producción de leche de las conejas de la línea LP fue mayor (214 ± 3 g/d) que en la línea V (194 ± 3 g/d), especialmente en los grupos experimentales de tamaño de camada alto (+12 y +13% para los grupos PP9 y PD9, respectivamente). Las conejas de la línea LP presentaron un mayor peso vivo (4128 ± 41 g) que las de la línea V (4001 ± 45 g). Estas diferencias de peso vivo no fueron tan evidentes en el grupo PP9 ($+46 \pm 106$ g), aumentaron en el grupo PD9 ($+138 \pm 103$ g) y sólo fueron significativas para el grupo PD5 ($+207 \pm 103$ g; $P < 0.05$). Las conejas de la línea LP presentaban un mayor grosor de su grasa perirenal que las V en el día post-parto ($+0.50$ mm; $P < 0.01$), pero no se observaron diferencias entre líneas a partir de dicho momento. Estos resultados confirman el importante papel de las reservas corporales sobre las capacidades reproductivas y de supervivencia de las conejas reproductoras.

ABSTRACT

A total of 130 rabbit does, 59 from a genetic line (V) intra-line selected for litter size at weaning and 71 from a line (LP) hyper selected for reproductive longevity (minimum of 25 cycles) and average reproductive performance (7.5 born alive), were used to evaluate response of the animals to different productive challenges during their 2nd lactation. In each line, 3 experimental group were constituted: PP9 (previous mating post-partum and 9 kits), PD9 (previous mating post-weaning and 9 kits) and PD5, (previous mating post-weaning and 5 kits). Feed intake was higher for LP does (322 ± 4 g/d) than for V does (304 ± 5 g/d). Milk yield of LP does was also higher (214 ± 3 g/d) than for those from V line (194 ± 3 g/d), especially for large litter size groups (+12 and +13% for PP9 and PD9 groups, respectively). Females of LP line showed a greater live weight (4128 ± 41 g) than V does (4001 ± 45 g). These differences were not obvious in the PP9 group ($+46 \pm 106$ g), increased for the PD9 group ($+138 \pm 103$ g) and were only significant for the PD5 group ($+207 \pm 103$ g; $P < 0.05$). Rabbit does from the LP line showed a significant greater



perirrenal fat thickness than those from V line at the post-partum day (+0.50 mm; $P < 0.01$), but any significant difference was detected from this moment. These results confirm the integrated role of body reserves on survival and reproduction properties of the rabbit does.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha aumentado el interés de la búsqueda de estrategias de selección que permitan obtener de animales con una adecuada productividad tanto a corto (número de gazapos destetados), como a largo plazo (mayor longevidad y menor índice de reposición). Tanto la reproducción como la supervivencia están muy influenciadas por las reservas corporales de las hembras. El principal papel de dichas reservas es asegurar un suficiente aporte energético a su descendencia en un determinado ciclo reproductivo (Friggens, 2003), pero una excesiva desviación del nivel óptimo puede tener consecuencias negativas a largo plazo (longevidad). De hecho, se ha observado que la selección por prolificidad puede aumentar el estado de engrasamiento corporal de cerdas (Hol y Robinson, 2003) y, la esperanza de vida de conejas (Theilgaard *et al.*, 2005) y cerdas (Yazdi *et al.*, 2000).

Así, la forma de utilización de las reservas corporales ante distintos desafíos productivos por dos líneas de conejas, una hiper-seleccionada por longevidad y prolificidad media (línea LP: longevo-productiva) respecto a otra seleccionada por prolificidad (línea V), sería de gran valor para conocer mejor la relación entre las reservas corporales, prolificidad y longevidad. Considerando que la movilización de reservas durante la lactación varía principalmente por el ritmo reproductivo y el tamaño de camada, el objetivo del presente trabajo fue analizar como afecta la exposición de ambas líneas genéticas a distintos niveles de exigencias reproductiva en los 2 primeros ciclos reproductivos, críticos para la supervivencia y definición del animal adulto (Pascual, 2005), a la respuesta de las conejas durante su 2ª lactación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales

Los datos procedentes de un total de 130 conejas fueron utilizados en el presente trabajo; 59 conejas procedían de la línea V, seleccionada intra-línea por tamaño de camada al destete durante 31 generaciones (García y Baselga, 2002), y 71 de una línea longevo productiva (LP) recientemente constituida mediante la captación de animales caracterizados por un mínimo de 25 partos con un número medio de nacidos vivos de 7.5 gazapos (proceso de constitución de la línea en Sánchez, 2006). El experimento fue llevado a cabo entre Mayo a Junio de 2005 (68 conejas), y entre Diciembre 2005 a Enero de 2006 (64 conejas), para tratar de disminuir el efecto estación sobre los resultados.

Tabla 1. Causas de eliminación y distribución de los animales en los grupos experimentales.

	Línea V			Línea LP		
Nº total de animales	78			80		
Animales muertos	9			5		
Animales eliminados ¹	9			3		
Animales controlados	60			72		
Grupos experimentales	PP9	PD9	PD9	PD9	PD9	PD9
Animales por grupo	21	20	19	24	24	24

¹ Causas de eliminación: enfermedad o baja fertilidad.



Procedimiento experimental

Los animales fueron llevados a la granja experimental con aproximadamente 2 meses de edad, recibiendo un pienso comercial para conejas reproductoras durante todo el período experimental. A los 4.5 meses de edad fueron inseminadas (IA). Las conejas que tuvieron un primer parto fueron asignados de forma aleatoria para ser inseminadas 4 días post-parto o 2 días post-destete. Durante su primera lactación de 30 días, las camadas fueron estandarizadas al parto a 9 gazapos. En el segundo parto, las camadas fueron estandarizadas al parto, a 9 gazapos en el caso de las conejas cubiertas al post-parto, mientras que las cubiertas al post-destete fueron estandarizadas al azar a 5 ó 9 gazapos. De esta forma, se constituyeron en ambas líneas tres grupos experimentales con distinta presión productiva, de más amenos: PP9, conejas cubiertas post-parto en la 1ª lactación (sólo 5 días entre destete y parto) y con un tamaño de camada de 9 gazapos durante la 2ª lactación; PD9, conejas cubiertas post-destete en la 1ª lactación y con 9 gazapos en la 2ª; y PD5, conejas cubiertas post-destete en la 1ª lactación y con 5 gazapos en la 2ª. La distribución de los animales en los diferentes grupos experimentales se detalla en la Tabla 1.

Durante los 10 primeros días los gazapos muertos fueron sustituidos, y el día 17 de lactación las madres fueron alojadas en jaulas individuales, permitiendo el acceso al pienso a los gazapos y realizando control de lactación. Las conejas no fueron inseminadas durante la segunda lactación para evitar heterogeneidad (animales gestantes y no gestantes).

Controles

El grosor de la grasa perirrenal (GGP) fue controlado los días 1, 10 y 30 de la 2ª lactación mediante un equipo de ultrasonidos Justvision 200 "SSA-320a" (Toshiba) siguiendo la metodología descrita por Pascual et al. (2004). Se obtuvo el valor medio de GGP a partir del control del GGP en los lados derecho e izquierdo de cada animal. La producción de leche fue controlada diariamente mediante la técnica de peso-amamantamiento-peso de la coneja, siendo utilizado el peso tras el amamantamiento como su peso vivo diario de la coneja. La ingestión de pienso de la madre fue controlada semanalmente durante las 3 primeras semanas y al destete.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante un modelo mixto de repetibilidad (SAS, 1996), incluyendo la línea genética (LP o V), el grupo experimental (PP9, PD9 ó PD5), el día de lactación (parto a destete), estación del año (primavera, invierno), y sus interacciones como efectos fijos y, el animal y el término de error como efectos aleatorios. Se realizaron análisis de contrastes para el efecto de la línea genética (LP-V), del ritmo reproductivo previo (PP9-PD9) y para el tamaño de camada (PD9-PD5).

RESULTADOS

En la Tabla 2 se muestran los principales contrastes del efecto de la línea genética, del ritmo reproductivo previo y del tamaño de la camada sobre diferentes parámetros de las conejas durante su segunda lactación. La ingestión de pienso fue significativamente mayor para la línea LP (322 ± 4 g/d) que para la línea V (304 ± 5 g/día), independientemente del grupo experimental (Figuras 1a,b,c), aunque cuando la ingestión de pienso se expresa respecto al peso metabólico del animal las diferencias entre líneas desaparecen (110 y 107 g/PV^{0.75} y día, respectivamente). Como era de esperar las conejas del grupo PD5 mostraron una menor ingestión de pienso (289 ± 5 g/d) que las conejas del grupo PD9 (323 ± 5 g/d) y PP9 (328 ± 5 g/d). La producción de leche de las conejas de la línea LP fue mayor (214 ± 3 g/día) que en la línea V (194 ± 3 g/d), especialmente en los grupos experimentales de tamaño de camada alto (+12 y +13% para los grupos PP9 y PD9, respectivamente; Figuras 1d,e,f). Cuando la producción de leche se expresa por peso metabólico, las diferencias siguen manteniéndose (74 y 68 g/kg PV^{0.75} y día para las líneas LP y V, respectivamente).

Tabla 2. Efecto de la línea genética, el ritmo reproductivo previo y el tamaño de camada sobre la ingestión, producción de leche, peso vivo y grosor de la grasa perirrenal de conejas en su segunda lactación

	Contraste línea LP - V	Contraste IA previa PP - PD	Contraste nº gazapos 9 - 5
Ingestión	+18± 6**	+5± 8	+34±8***
Producción de leche (g/día)	+20±5***	-8±6	+62±6***
Peso vivo (g)	+127±60*	-68±73	-88±73
Grosor de la grasa perirrenal)	+0.11±0.10	+0.30±0.12*	-0.24±0.12*

Líneas genéticas: LP, línea longevo-productiva; V, línea seleccionada por tamaño de camada al destete.

Inseminación artificial A previa (1ª lactación): PP, 4 días post-parto; PD: más de 28 días post-parto.

Tamaño de camada: 9 ó 5 gazapos.
Nivel de significación: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001.

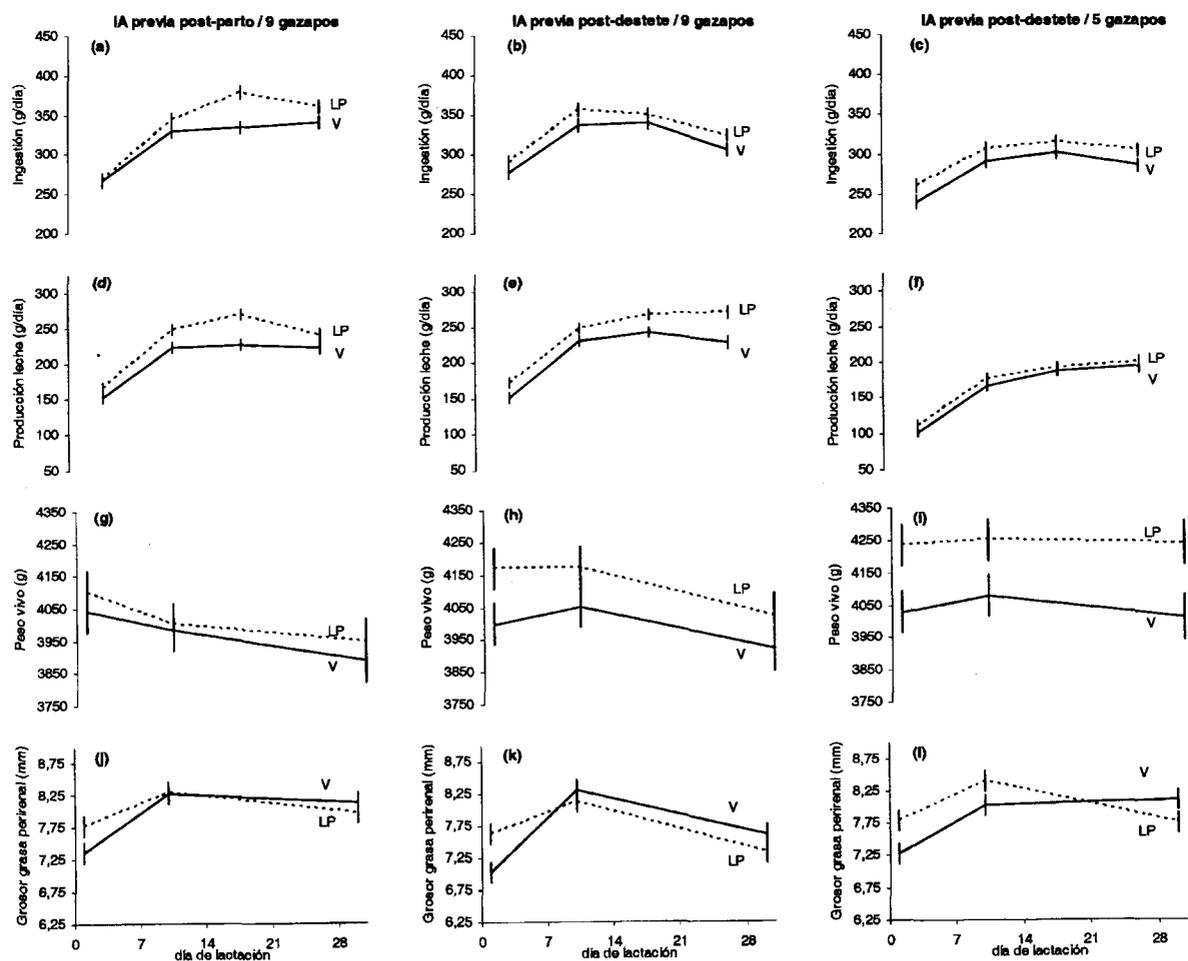


Figura 1. Evolución de la ingestión de pienso, producción de leche, peso vivo y grosor de la grasa perirrenal durante la segunda lactación de conejas de las líneas longevo-productiva (LP) y reproductiva (V) en diferentes situaciones de presión productiva inseminación artificial (IA) previa post-parto y con 9 gazapos, IA previa post-destete y con 9 gazapos, y IA previa post-destete y con 5 gazapos.



Las conejas de la línea LP presentaron un mayor PV (4128 ± 41 g) que las de la línea V (4001 ± 45 g). Estas diferencias de PV no fueron tan evidentes en el grupo PP9 ($+46 \pm 106$ g), aumentaron en el grupo PD9 ($+138 \pm 103$ g) y sólo fueron significativas para el grupo PD5 ($+207 \pm 103$ g; $P < 0.05$).

Por último, no se observó un efecto de la línea genética sobre el GGP de las conejas en su segunda lactación. Sin embargo, se observó una interacción significativa entre la línea genética y el día de lactación (Figuras 1j,k,l). Las conejas de la línea LP presentaban un mayor GGP que las V en el día post-parto ($+0.50$ mm; $P < 0.01$), pero no se observaron diferencias entre líneas a partir de dicho momento. Las conejas PP9 tuvieron un significativo mayor GGP (7.97 ± 0.09 mm) que las conejas PD9 (7.66 ± 0.09 mm), mientras que las conejas del grupo PD5 presentaron valores de GGP intermedios (7.89 ± 0.09 mm). El GGP de las conejas fue significativamente distinto en los 3 días controlados, siendo mínimo el día 1 (7.47 ± 0.08 mm), máximo el día 10 (8.24 ± 0.08 mm), seguido de una reducción al día 30 (7.81 ± 0.08 mm).

DISCUSIÓN

La mayor capacidad de ingestión y producción de leche de las conejas LP parece ser una consecuencia directa de su mayor PV. Así, los animales grandes comen más pienso, pero cuando es expresado en relación al peso metabólico dichas diferencia prácticamente desaparecen.

Sin embargo, se puede observar que la respuesta de las conejas ($PV^{0.75}$ y producción de leche) es diferente para las dos líneas en función del desafío productivo al que son expuestas. En el caso de las conejas PD5, la baja presión productiva permite a las conejas LP y V cubrir fácilmente sus necesidades, mostrando una ingestión y producción de leche similar (58 y 57 g de leche por kg $PV^{0.75}$ y día, respectivamente), y manteniendo sus diferencias genéticas de PV ($+207$ g a favor de la LP). Este aumento en el PV ya ha sido anteriormente observado ($+174$ g) para estas mismas líneas por Theilgaard *et al.* (2005) y está de acuerdo con el mayor PV de ratones seleccionados por longevidad (Nagai *et al.*, 1995).

Sin embargo, a medida que aumenta la presión productiva sobre los animales mediante un mayor tamaño de camada (PD9) y especialmente cuando además los animales proceden de un ritmo reproductivo intensivo (PP9), las conejas LP parecen mostrar una mayor capacidad de respuesta, incluso con una mayor producción de leche que las conejas V (83 y 74 g de leche por kg $PV^{0.75}$ y día, respectivamente), probablemente a costa de una reducción de su PV (Figuras 1g,h,i). Por otra parte, las conejas de la línea LP afrontan la lactación con unas mayores reservas corporales al parto ($+0.50$ mm; $P < 0.01$) que las conejas de la línea V, independientemente del grupo experimental, que podría apoyar la hipótesis de que dichos animales presenten una mayor capacidad inicial para afrontar diferentes retos productivos. De hecho, Quevedo *et al.* (2006) observa que las conejas que muestran una mejor condición corporal al inicio de la lactación tienen una mayor probabilidad de quedar gestante durante la lactación, que las que registraron unas mayores pérdidas de condición pre-parto.

Los resultados del presente trabajo permiten confirmar el importante papel que las reservas corporales tienen sobre la capacidad reproductiva y la supervivencia de las conejas.

AGRADECIMIENTOS

Este experimento ha sido financiado por la CICYT a través del proyecto AGL2004-0271GAN.

REFERENCIAS

- FRIGGENS N.C. 2003. Body lipid reserves and the reproductive cycle: towards a better understanding. *Livest. Prod. Sci.* 83: 219-236.
- GARCÍA M.L., BASELGA M. 2002. Estimation of genetic response to selection in litter size of rabbits using a cryopreserved control population. *Livest. Prod. Sci.* 74: 45-53.
- HOLL J.W., ROBISON O.W. 2003. Results from nine generations of selection for increased litter size in swine. *J. Anim. Sci.*, 81: 624-629.
- NAGAI J., LIN C.Y., SABOUR M.P. 1995. Lines of Mice selected for Reproductive Longevity. *Growth, Development & Aging* 59: 79-91.
- PASCUAL J.J. 2005. Necesidades nutricionales de las conejas reproductoras: hacia la búsqueda de estrategias globales. En *Proc.: 3ª Jornadas Internacionais de Cunicultura*, 2 Nov., UTAD, Vila Real, Portugal, 1-25.
- PASCUAL J.J., BLANCO J., PIQUER O., QUEVEDO F., CERVERA C. 2004. Ultrasound measurements of perirenal fat thickness to estimate the body condition of reproducing rabbit does in different physiological status. *World Rabbit Sci.* 12: 7-22.
- QUEVEDO F. 2005. *Adecuación de la nutrición a la mejora genética de la coneja reproductora*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. Spain. 218 pp.
- SÁNCHEZ J.P., 2005. *Análisis genético de la longevidad en conejas de producción cárnica. Constitución y evolución de una línea longevo-productiva de conejos*. PhD Thesis. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, Spain, 2005, 167 pp.
- THEILGAARD P., SÁNCHEZ J.P., PASCUAL J.J., FRIGGENS N.C., BASELGA M. 2005. Effect of body fatness and selection for prolificacy on survival of rabbit does assessed using a cryopreserved control population. *Submitted to Livest. Prod. Sci.*
- THEILGAARD P., AÑO V., SANCHEZ J.P., BASELGA M., PASCUAL J.J. 2005. Efecto de la selección por prolificidad y longevidad sobre el desarrollo de las conejas primíparas. Resultados preliminares. En: *XXX Symposium ASESCU*, 19-20 de Mayo 2005. Valladolid, 153-156.
- YAZDI M.H., LUNDEHEIN N., RHYMER L., RINGMAR-CEDERBERG E., JOHANSSON K. 2000. Survival of Swedish Landrace and Yorkshire sows in relation to osteochondrosis: a genetic study. *Anim. Sci.* 71: 1-9.



Nutrición

ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL DE LAS CONEJAS REPRODUCTORAS MEDIANTE IMPEDANCIA BIOELÉCTRICA (BIA): PRIMEROS RESULTADOS

Prediction of body composition by bioelectrical impedance (BIA) in rabbit does: preliminary results

Corchado V.*, Rebollar P.G.*, Pereda N.*, Rosato M.P.**, Iaffaldano N.**,
García Rebollar P.*, Nicodemus N.*¹

*Departamento de Producción Animal, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid.

**Department of Animal, Vegetable and Environmental Sciences, University of Molise, vía De Sanctis, 86100 Campobasso, Italy.

¹ correo electrónico: nuria.nicodemus@upm.es

RESUMEN

El objetivo de este trabajo experimental fue evaluar la utilidad de la técnica de impedancia bioeléctrica (BIA) para estimar *in vivo* la composición corporal de las conejas reproductoras. Para ello se utilizaron 36 conejas (Neozelandés Blanco x Californiano) de diferentes estados fisiológicos (gestantes y lactantes, lactantes-no gestantes y no lactantes-no gestantes), con un rango de pesos comprendido entre 3173 y 5736 g. Las medidas BIA se realizaron con el aparato Quantum II (Model BIA-101, RJL Systems, Detroit, MI USA), obteniéndose los valores de la resistencia y reactancia. Tras las mediciones, los animales fueron sacrificados y almacenados a -20° C hasta el momento de analizar su composición química (materia seca, extracto etéreo, proteína bruta, cenizas y energía bruta). Se utilizó un análisis de regresión múltiple para determinar las ecuaciones de predicción de la composición corporal de las conejas. El estado fisiológico, que se incluyó como efecto fijo en el modelo, no influyó en la estimación de grasa y energía de las conejas. El peso vivo, el número de parto, la resistencia y la reactancia explicaron un 69% y 77%, respectivamente, la variabilidad total observada en el contenido de grasa y energía (MJ) de las conejas. Al incluir en este modelo el estado fisiológico, este explicó en un 85% la variabilidad total observada en el contenido de humedad. En la estimación del contenido total de cenizas el R² fue de un 62%, utilizando como variables independientes el estado fisiológico, el peso vivo, el número de parto y la resistencia. En la estimación del contenido total de proteína ninguna de las medidas BIA fueron significativas al incluirlas en el modelo y, se explicó en un 71% a partir del estado fisiológico y el peso vivo de las conejas. Estos resultados son preliminares y forman parte de un estudio más amplio en el que se incrementará el número de animales utilizados para estimar la condición corporal de las conejas reproductoras mediante la técnica BIA y, que posteriormente será necesario validar para su posterior aplicación.



ABSTRACT

The purpose of this experiment was to evaluate the accuracy of a bioelectrical impedance technique (BIA) to estimate *in vivo* body composition of reproductive rabbit does. Thirty-six female rabbits (New Zealand x Californian, weight range: 3173-5736 g) at different physiological states were used. A body composition analyser (Model BIA-101, RJL Systems, Detroit, MI USA) was used to determine resistance and reactance values. After BIA assessment, animals were slaughtered and stored at -20° C until chemical analyses (dry matter, lipids, proteins, ash and energy). A multiple regression analysis was employed to develop prediction equations for chemical composition. The physiological state, included as a fixed effect in the statistical model, was not influence for fat and energy content. The live weight, parity order, resistance and reactance explained 69% and 77% of the total variability observed on the fat and energy (MJ) content of the doe rabbits, respectively. The inclusion of the physiological state explained 85% of the total variability observed on the water content. In the ash estimation ($R^2 = 62\%$) were used as independent variables the physiological state, live weight, parity order and resistance. BIA measurements were not included in the estimation of the total protein content. The physiological state and the live weight of the doe rabbit accounted for 71 % of the total variability observed in the protein content.

These results are preliminary and further studies with bioelectrical impedance procedures are needed to validate their potential application.

INTRODUCCIÓN

La condición corporal de los animales tiene gran influencia sobre su productividad a largo plazo. La estimación de la condición corporal en cada estado fisiológico y a lo largo de la vida productiva de las conejas, nos permitirá conocer cuál es su balance energético y tomar mejores decisiones sobre las estrategias reproductivas y nutritivas para mejorar los rendimientos productivos y, por tanto, disminuir los costes de producción de la explotación. El sacrificio comparativo (Parigi Bini et al., 1992; Xiccato et al., 1995, 1999, 2004 y 2005) ha sido el método más utilizado en conejos para valorar la condición corporal. Sin embargo este método resulta muy caro, por la necesidad de sacrificar a las madres y, además, no permite hacer un seguimiento de los mismos animales durante diferentes ciclos productivos. Por ello, muchos investigadores han intentado poner a punto técnicas para predecir *in vivo* la condición corporal. La utilización de la espectroscopía del infrarrojo cercano (NIR) (Masoero et al., 1992), la técnica de dilución con óxido de deuterio (D_2O) (Fekete y Brown, 1992; Bondi, 1988) y la resonancia magnética (MRI) (Köver et al., 1996 y 1998; Szendrő et al., 1992), aunque son interesantes, resultan demasiado caras, en especial para esta especie doméstica, y difíciles de llevar a cabo para poder ser consideradas como métodos alternativos al sacrificio comparativo. Otra alternativa es el uso del ecógrafo para estimar la condición corporal. Se basa en la medición del espesor de la grasa perirrenal (Pascual et al., 2000). Este método es rápido y poco costoso, sin embargo, presenta como desventaja la necesidad previa del rasurado del animal. Finalmente, la técnica TOBEC (Total Body Electrical Conductivity) (Fekete y Brown, 1992; Fortun-Lamothe et al., 2002) es un método rápido y no invasivo, pero en algunos casos requiere la anestesia del animal, para su inmovilización, y los equipos son costosos.

El método de análisis de la impedancia bioeléctrica ha sido ya evaluado para estimar la condición corporal en otras especies como corderos (Berg and Marchello, 1994), terneros (Marchello et al., 1999), cerdos (Daza et al., 2006; Swantek et al., 1992, 1999) e incluso en humanos (Lukaski et al., 1986). Sin embargo, en conejos no ha sido utilizado todavía, de ahí el interés estudiar su utilidad en conejas reproductoras.

La impedancia nos permite conocer la reducción de voltaje que se produce en un cuerpo, cuando éste es atravesado por una corriente eléctrica. Esta reducción depende de la geometría y volumen del cuerpo, además de la intensidad y frecuencia de la corriente. Se ha comprobado que la conductividad de un animal depende de su composición corporal. Así, debido a la reducida conductividad de los lípidos, en comparación con los otros compuestos del organismo, un animal con mayor cantidad de grasa tiene un valor más elevado de impedancia que un animal con más magro (Swantek et al., 1999). La técnica BIA es sencilla, no invasiva, rápida, indolora y no necesita de una preparación previa del animal (rasurado y anestesia). Es más barata y menos costosa de realizar que la técnica TOBEC, puesto que no se necesita de una cámara especial en la que alojar al animal para realizar las mediciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales, alojamiento y condiciones experimentales

Se utilizaron 36 conejas múltiparas (Neozelandés Blanco x Californiano). Todas ellas se manejaron en banda única, realizándose la inseminación artificial 11 días tras el parto y el destete a los 35 días de edad.

Los animales se encontraban en diferente estado fisiológico y número de parto en el momento de realizar las mediciones:

9 conejas de entre 1 y 9 partos, gestantes y lactantes (GL), fueron sacrificadas el día 30 de lactación. Otras 9 conejas de entre 3 y 10 partos, solamente lactantes (LNG), fueron sacrificadas el día 11 de lactación.

Un grupo de 18 conejas de entre 2 y 8 partos, ni gestantes ni lactantes (NGNL). Las conejas estuvieron sometidas a 16 horas de luz y 8 h de oscuridad, manteniéndose la temperatura entre 20-25° C.

Todos los animales se alimentaron con un pienso único (Cunimax) administrado *ad libitum* a las lactantes y, restringido (150 g/d) a las no lactantes.

Procedimiento experimental

Las conejas fueron pesadas y se realizaron tres mediciones dorsales en cada coneja. Para ello, los electrodos se colocaron a lo largo de la columna vertebral de la coneja, un par a 4 cm de la base de las orejas, y el otro par a 4 cm de la base de la cola. Además se midió la distancia entre los electrodos internos y la resistencia y reactancia, para conocer el valor de la impedancia. Tras realizar cada medida, a la coneja se la devolvía a su jaula durante 10-15 minutos para que descansara. Tras la toma de medidas BIA los animales fueron sacrificados. El sacrificio se realizó con una sobredosis de pentatobarbital-sódico (120mg/kg; Dolethal) administrado por vía endovenosa en la vena marginal de la oreja. Tras el sacrificio, las conejas se congelaron a -20° C hasta el momento de su análisis. Las 36 conejas se molieron en una picadora industrial (Cruells C-15), incluyendo el contenido visceral completo, puesto que las mediciones BIA se refieren a todo el animal. Posteriormente se congelaron a -20° C para su posterior liofilización. En total se liofilizaron 72 muestras, de 100 gramos cada una, es decir, 2 muestras/coneja.

Una vez liofilizadas las muestras, se molieron en un molino centrífugo. Primero se molió toda la muestra con una criba de 2 mm de diámetro, y después se molió con una criba de 1mm.



Análisis químicos

Para la determinación del contenido de materia seca de la carne, se pesaron, por triplicado, 5 g de muestra, a los que se añadieron 20 g de arena de mar y 5 ml de etanol y se mantuvieron a 103 ° C durante 24 h. Una vez liofilizadas, los análisis de MS, EE previa hidrólisis ácida, CEN y PB (método Dumas, N x 6,25, LECO) se realizaron de acuerdo con la AOAC (2000). Se utilizó una bomba calorimétrica adiabática para estimar el contenido en EB.

Análisis estadístico

La repetibilidad de las medidas BIA fue estudiada utilizando un análisis de medidas repetidas. La selección de las variables independientes se llevó a cabo mediante el método RSQUARE. Se utilizó un análisis de regresión múltiple, utilizando el procedimiento PROC GLM, para predecir los contenidos en gramos de agua, lípidos, proteínas y cenizas, además del contenido en energía (kJ/100 g). El estado fisiológico fue incluido en el modelo como efecto fijo. Los coeficientes de correlación entre las mediciones BIA y la composición corporal se calcularon utilizando el procedimiento CORR. Todos los análisis estáticos se realizaron utilizando el paquete estático SAS (Sistema Aystems Institute Inc., Cary, NC, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tres medidas BIA realizadas consecutivamente no difirieron significativamente (P>0,05). Por ello, los valores que aparecen en las tablas corresponden a la medida de las tres mediciones dorsales

Tabla 1. Correlaciones entre las medidas BIA, composición corporal (g), número de parto y peso de las conejas (n = 36)

	Resistencia	Reactancia	Distancia	Humedad	Cenizas	Proteína	Grasa	Energía	Nº Parto	Peso Coneja
Resistencia		+	+	-	-					-
Reactancia										
Distancia									+	
Humedad					+	+				+
Cenizas						+		+		+
Proteína							+	+		+
Grasa								+	-	+
Energía									-	+
Nº Parto										
Peso Coneja										

+,-(P<0,05)

Las medidas de resistencia, reactancia y distancia entre electrodos están correlacionadas positivamente entre sí. La resistencia está correlacionada negativamente con la humedad (P < 0,01). Esto se debe a que la corriente eléctrica es llevada por el cuerpo a través del agua y fluidos de éste. En otras especies se ha descrito que los tejidos libres de grasa tienen un contenido en agua mayor y la señal eléctrica pasa más fácilmente (Marchello and Slanger, 1994). El contenido en cenizas también se correlaciona negativamente con la resistencia (P < 0,01), debido al menor contenido en agua que presenta el tejido óseo.

El número de parto se encuentra correlacionado de forma negativa con el contenido en grasa y energía del animal (P < 0,01), y de forma positiva con la distancia entre electrodos (P < 0,05), debido a que las conejas tienen una mayor longitud al aumentar el número de parto.

El intervalo de pesos de las conejas osciló entre 3173 y 5736 g (Tabla 2). El peso vivo medio de las conejas fue de 4609 ± 496 g (desviación estándar). Este peso fue algo mayor que el encontrado en otros trabajos (4199 g; Fortun-Lamothe et al., 2002), donde hubo un mayor porcentaje de conejas más jóvenes.

El contenido en grasa de las conejas varió desde 2,45 % y 90,6 g hasta 21,8% y 1154 g, respectivamente. Este rango de variación fue menor que el obtenido por Fortun-Lamothe et al. (2002), probablemente porque en nuestro estudio la mayoría de las conejas utilizadas tenían más de tres partos, y como ya se ha comentado anteriormente, el contenido en grasa disminuye al aumentar el número de parto de las conejas, efecto también observado por Xiccató et al. (2004).

Los valores medios obtenidos para la resistencia y reactancia fueron $86,7 \pm 10,2 \Omega$ y $22,9 \pm 4,59 \Omega$, respectivamente.

El estado fisiológico afectó al peso vivo y a la composición corporal de las conejas (Tabla 2). En las conejas no gestantes ni lactantes, el peso ($P = 0,030$) y el contenido en agua ($P < 0,008$) fueron menores, mientras que el porcentaje de proteína ($P < 0,001$) y de cenizas ($P = 0,006$) fueron mayores, con respecto a las conejas gestantes y lactantes y a las lactantes no gestantes. Sin embargo, cuando estos dos últimos parámetros se expresaron en gramos no se observaron diferencias significativas.

Los coeficientes de regresión y errores estándar para la estimación de la composición corporal de las conejas a partir de las medidas BIA tomadas se muestran en la Tabla 3.

El estado fisiológico, que se incluyó como efecto fijo en el modelo, no influyó en la estimación de grasa y energía de las conejas.

El peso vivo, el número de parto, la resistencia y la reactancia explicaron un 69% y 77%, respectivamente, la variabilidad total observada en el contenido de grasa y energía (MJ) de las conejas. Al incluir en este modelo el estado fisiológico, este explicó en un 85% la variabilidad total observada en el contenido de humedad. En la estimación del contenido total de cenizas el R^2 fue de un 62%, utilizando como variables independientes el estado fisiológico, el peso vivo, el número de parto y la resistencia. En la estimación del contenido total de proteína ninguna de las medidas BIA fueron significativas al incluirlas en el modelo y, se explicó en un 71% a partir del estado fisiológico y el peso vivo de las conejas.

Estos resultados son preliminares y forman parte de un estudio más amplio en el que se incrementará el número de animales utilizados para estimar la condición corporal de las conejas reproductoras mediante la técnica BIA y, que posteriormente será necesario validar para su posterior aplicación.

■ AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto AGL-2005-0196.

Por su ayuda técnica a D. Clemente López Bote del Departamento de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria de la UCM.



REFERENCIAS

- AOAC 2000. *Association of Official Analytical Chemists*. Official Methods of Analysis (17th edition), Gaithersburg, MD.
- BERG E.P., MARCHELLO M.J. 1994. Bioelectrical impedance analysis for the prediction of fat-free mass in lambs and lamb carcasses. *Journal of Animal Science* 72: 322-329.
- BONDI A. 1988. Principios para la estimación de la composición corporal. En: *Nutrición Animal*. Ed. Acribia. Zaragoza, España, pp. 12-13.
- DAZA A., MATEOS A., OVEJERO I., LÓPEZ BOTE C.J. 2006. Prediction of body composition of Iberian pigs by means of bioelectrical impedance. *Meat Science* 72: 43-46.
- FEKETE S., BROWN D.L. 1992. Prediction of body composition in rabbits by deuterium oxide dilution and total body electrical conductivity with validation by direct chemical analysis. *Journal of Applied Rabbit Research* 15: 787-798.
- FORTUN-LAMOTHE L., LEBAS F., LAMBOLEY-GAÛZÈRE B., BANNELIER C. 2002. Prediction of body composition in rabbit females using total body electrical conductivity (TOBEC). *Livestock Production Science* 78: 133-142.
- KÖVER G.Y., SORENSEN P., SZENDRŐ Z.S., MILILSITS G. 1996. In vivo measurement of perirenal fat by magnetic resonance tomography. En: *6th World Rabbit Congress*, Toulouse, Francia, 3: 191-194.
- KÖVER G.Y., SZENDRŐ Z.S., ROMVARI R., JENSEN J.F., SORENSEN P., MILILSITS G. 1998. In vivo measurement of body parts and fat deposition in rabbits by MRI. *World Rabbit Science* 6: 191-194.
- LUKASKI, H.C., BOLONCHUK W.W., HALL C.B., SIDERS W.A. 1986. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *Journal of Applied Physiology* 60: 1327-1332.
- MARCHELLO M.J., SLANGER W.D., CARLSON J.K. 1999. Bioelectrical impedance: Fat content of beef and pork from different size grinds. *Journal of Animal Science* 77: 2464-2468.
- MASOERO G., BERGOGLIO G., RICCIONI L., DESTEFANIS G., BARGE M.T. 1992. Near infrared spectroscopy applied to living rabbits to estimate body composition and carcass and meat traits: a calibration study. *Journal of Applied Rabbit Research* 15: 810-818.
- PARIGI BINI R., XICCATO G., CINETTO M., DALLE ZOTTE A. 1992. Energy and protein utilization and partition in rabbit does currently pregnant and lactating. *Animal Production* 55: 153-169.
- PASCUAL J.J., CASTELLA F., BLAS E., FERNÁNDEZ-CARMONA J. 2000. The use of ultrasound measurement of perirenal fat thickness to estimate changes in body condition of young female rabbits. *Animal Science* 70: 435-442.
- SAS INSTITUTE 1999. *User's guide. Statistical Analysis System Institute Inc.*, Cary, NC.
- SWANTEK P.M., CRENSHAW J.D., MARCHELLO M.J., LUTASKI H.C. 1992. Bioelectrical impedance: a non-destructive method to determine fat-free mass of live market swine and pork carcasses. *Journal of Animal Science* 70: 169-177.
- SWANTEK P.M., MARCHELLO M.J., TILTON J.E., CRENSHAW J.D. 1999. Prediction of fat-free mass pigs from 50 to 130 kilograms live weight. *Journal of Animal Science* 77: 893-897.
- SZENDRŐ Z.S., HORN P., KÖVER G.I., BERÉNYI E., RADNAI I., BIRO-NEMETH E. 1992. In vivo measurement of the carcass traits of meat type rabbits by X-ray computerised tomography. *Journal of Applied Rabbit Research* 15: 799-809.
- XICCATO G., PARIGI- BINI R., DALLE ZOTTE A., CARAZOLLO A., COSSU M.E. 1995. Effect of dietary energy level, addition of fat and physiological state on performance and energy balance of lactating and pregnant rabbit does. *Animal Science* 61: 387-398.
- XICCATO G., BERNARDINI M., CASTELLINI C., DALLE ZOTE A., QUEAQUE P.I., TROCINO A. 1999. Effect of postweaning feeding on the performance and energy balance of female rabbits at different physiological states. *Journal of Animal Science* 77: 416-426.
- XICCATO G., TROCINO A., SARTORI A., QUEAQUE P.I. 2004. Effect of parity order and litter weaning age on the performance and body energy balance of rabbit does. *Livestock Production Science* 85: 239-251.
- XICCATO G., TROCINO A., BOITI C., BRECCIA G. 2005. Reproductive rhythm and litter weaning age as they affect rabbit doe performance and body energy balance. *Animal Science* 81: 289-296.



Tabla 2. Composición corporal de las conejas según su estado fisiológico

E s t a d o f i s i o l ó g i c o					
	G-L	L-NG	NG-NL	RSD	P
Número de conejas	9	9	18		
Peso vivo, g	4902^a	4702^{ab}	4416^b	443	0,03
Composición química, %					
Agua	63,2	64,3	62,3	3,85	0,50
Proteína	18,0 ^a	17,6 ^a	19,5 ^b	1,05	0,0001
Grasa	13,6	11,9	12,1	3,80	0,61
Cenizas	3,06 ^a	3,09 ^a	3,38 ^b	0,27	0,006
Energía (kJ/100 g)	1018	963	1001	159	0,79
Composición química, g					
Agua	3096 ^a	3009 ^a	2742 ^b	282	0,008
Proteína	881	831	861	88,8	0,56
Grasa	668	574	545	201	0,34
Cenizas	150	145	149	16,0	0,83
Energía (MJ)	50,0	45,8	44,6	9,69	0,40

G: gestante; **L:** lactante; **NG:** no gestante; **NL:** no lactante

Superíndices a, b: letras diferentes en la misma fila indican que las diferencias son significativas (P < 0,05). Letras iguales en la misma fila indican que las diferencias no son significativas.



Tabla 3. Coeficientes de regresión y errores estándar de predicción de la composición corporal (g) de las conejas a partir de las medidas de bioimpedancia dorsales

Variables dependientes	Variables independientes	Estima	SE	P	R ²	RSD	CV(%)	P modelo
Humedad	Término independiente	1427,5	369,52	0,0006	0,85	134,5	4,64	0,0001
	Estado fisiológico							
	Gestante-Lactante	147,4	62,48	0,025				
	No gestante-Lactante	104,8	61,22	0,097				
	No gestante-No lactante	0,00	-	-				
	Peso coneja	0,46	0,055	0,0001				
	Nº Parto	26,8	10,056	0,012				
	Resistencia	-13,6	2,9	0,0001				
Reactancia	12,3	6,53	0,070					
Proteína	Término independiente	153,03	84,3	0,078	0,71	49,5	5,77	0,0001
	Estado fisiológico							
	Gestante-Lactante	-61,5	22,50	0,01				
	No gestante-Lactante	-64,0	20,43	0,003				
	No gestante-No lactante	0,00	-	-				
	Peso coneja	0,16	0,018	0,0001				
Grasa	Término independiente	-1235,3	347,06	0,001	0,69	136,0	23,33	0,0001
	Peso coneja	0,27	0,05	0,0001				
	Nº Parto	-31,2	9,27	0,002				
	Resistencia	12,3	2,9	0,0002				
	Reactancia	-13,2	6,56	0,053				
Cenizas	Término independiente	85,2	27,86	0,004	0,62	10,2	6,90	0,0001
	Estado fisiológico							
	Gestante-Lactante	-9,04	4,72	0,065				
	No gestante-Lactante	-12,2	4,65	0,013				
	No gestante-No lactante	0,00	-	-				
	Peso coneja	0,023	0,004	0,0001				
	Nº Parto	1,3	0,75	0,086				
Resistencia	-0,5	0,18	0,006					
Energía, MJ	Término independiente	-51,5	14,18	0,001	0,77	5,56	12,02	0,0001
	Peso coneja	0,01	0,002	0,0001				
	Nº Parto	-1,26	0,38	0,002				
	Resistencia	0,5	0,12	0,0001				
	Reactancia	-0,5	0,27	0,051				

SE: Error estándar; **R2:** Coeficiente de determinación; **RSD:** Desviación estándar residual; N=9 gestantes-lactantes, 9 no gestantes, 18 no gestantes-lactantes.

Nutrición

UTILIZACIÓN DE UN PIENSO RICO EN FIBRA DIGESTIBLE E INDIGESTIBLE Y POBRE EN ALMIDÓN EN CONEJOS DE ENGORDE: ENSAYO EN CONDICIONES DE CAMPO

Use of a feed rich in digestible and indigestible fibre and poor in starch for growing rabbits: trial in field conditions

Fabre C.¹, Juvero M.A.¹, Blas E.², Fernández Carmona J.², Pascual J.J.

¹ GUCO. Grupo Arcoiris. Ctra. de Beceite, km. 23, 44580-Valderrobres (Teruel)

² Departamento de Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia, Cno. de Vera 14, 46071-Valencia

RESUMEN

Entre Febrero y Abril de 2005, se realizaron 5 pruebas en otras tantas granjas de la comarca del Matarraña (Teruel). Tras el destete, los gazapos se alimentaron *ad libitum* con el pienso C (el habitualmente utilizado en tales granjas; grupo testigo) o P (más rico en fibra tanto digestible como indigestible y pobre en almidón, esencialmente como consecuencia de la sustitución de cebada y salvado de trigo por pulpa de remolacha; grupo experimental); la semana previa al sacrificio todos los animales recibieron un mismo pienso comercial de retirada. Los tratamientos antibióticos en pienso y agua de bebida variaron en las distintas pruebas: en las Pruebas 1 y 2 se trataron los grupos testigos y no los experimentales, mientras que en las Pruebas 3, 4 y 5 ambos grupos recibieron los mismos tratamientos durante el engorde. En estos últimos casos, se observó una reducción de la mortalidad en el grupo experimental en comparación con el grupo testigo (2.4 vs. 4.3%, NS, en la Prueba 3; 5.3 vs. 13.4%, $P < 0.01$, en la Prueba 4; 8.3 vs. 16.2%, $P < 0.001$, en la Prueba 5). La utilización del pienso P no pareció afectar al peso al sacrificio pero originó una reducción del rendimiento a la canal (56.16 vs. 56.88% para los grupos experimental y testigo respectivamente, $P < 0.01$).

ABSTRACT

Between February and April of 2005, 5 trials were carried out in so many farms of the region of the Matarraña (Teruel). After weaning, the rabbits were fed *ad libitum* on feed C (that usually consumed in such farms; control group) or P (richer in both digestible and indigestible fibre, and poorer in starch, essentially as a result of the substitution of barley and wheat bran by beet pulp; experimental group); the week before slaughtering all the animals received the same non-medicated commercial feed. The antibiotic treatments in feed or drink water varied in the different trials: in Trials 1 and 2, the control groups were treated but not the experimental ones, whereas in Trials 3, 4 y 5 both groups were submitted to identical treatments during growing. In these last cases, a reduction of mortality in the experimental group in comparison with the control group was observed (2.4 vs. 4.3%, NS, in Trial 3; 5.3 vs. 13.4%, $P < 0.01$, in Trial 4; 8.3 vs. 16.2%, $P < 0.001$, in Trial 5). The use of feed P did not seem to affect to the live-weight at slaughtering but it originated a reduction of the carcass yield (56.16 vs. 56.88% for the experimental and control groups respectively, $P < 0.01$).



■ INTRODUCCIÓN

Desde la aparición de la Enterocolitis Epizoótica del Conejo, el sector cunícola ha tenido que enfrentarse a un incremento de la mortalidad por desórdenes digestivos en engorde, recurriendo al empleo más o menos sistemático de antibióticos para minimizar las pérdidas. La alimentación no debe considerarse como causa primaria de problemas digestivos si se respetan las recomendaciones establecidas en materia tanto de niveles nutritivos como de control de calidad de las materias primas y del proceso de fabricación del pienso. Aún así, en los últimos años se han intensificado los estudios dirigidos a optimizar la alimentación en peridestete y engorde, con el objetivo de mejorar la salud digestiva de los gazapos y reducir la magnitud del problema en la medida de lo posible.

Por un lado, se han evaluado diferentes estrategias de restricción alimenticia en el postdestete, observándose que la reducción de la ingestión en un 20% disminuye la incidencia de diarreas y mejora la resistencia frente a la inoculación experimental de Enteropatía Epizoótica del Conejo, con posterior compensación del retraso en el crecimiento (Boisot *et al.*, 2003; Gidenne *et al.*, 2003). Por otro lado, se ha perseguido la adecuación del contenido nutritivo del pienso de peridestete, dada su importancia en la medida en que determina el substrato para la actividad microbiana, el ambiente cecal y la orientación de la colonización microbiana del ciego. Así, se han observado distintos efectos favorables sobre la salud digestiva y una reducción de la incidencia de problemas digestivos con: i) la reducción del nivel de proteína dietaria o el empleo de fuentes proteicas más digeribles, que implican menor flujo ileal de nitrógeno (Gutiérrez *et al.*, 2003; Chamorro *et al.*, 2005), ii) el aumento de la fibra soluble a costa de la insoluble (Gómez-Conde *et al.*, 2004 y 2005), iii) el aumento de la fibra indigestible (FAD) en sustitución de almidón (Gidenne, 2003) y iv) el aumento de la fibra digestible (hemicelulosas y pectinas) en sustitución de almidón (Soler *et al.*, 2004). En este último trabajo, se observó que parte de la ventaja obtenida se perdía al continuar el engorde con un pienso convencional con menos fibra digestible y más almidón, ya que hubo un repunte de la mortalidad entre el 4º y 9º día posterior al cambio de pienso. Desde la perspectiva del estado sanitario, parece aconsejable por tanto continuar el cebo con el mismo tipo pienso, lo que supone además un manejo más simple. Así, Casado *et al.* (2004) observaron que el índice de riesgo sanitario obtenido con un pienso rico en fibra digestible y pobre en almidón suministrado hasta el sacrificio fue casi la mitad del registrado cuando en la segunda parte del engorde se pasó a utilizar un pienso más concentrado.

En este contexto, el presente trabajo pretende testar el interés de utilizar piensos ricos en fibra tanto digestible como indigestible y pobres en almidón para el engorde de conejos en condiciones de campo.

■ MATERIAL Y MÉTODOS

Se fabricaron 2 piensos de engorde: C (el habitualmente utilizado en las granjas donde se desarrollaron las distintas pruebas) y P (más rico en fibra tanto digestible como indigestible y pobre en almidón, esencialmente como consecuencia de la sustitución de cebada y salvado de trigo por pulpa de remolacha); los niveles de aminoácidos, vitaminas y minerales se mantuvieron dentro de las recomendaciones habituales (De Blas y Mateos, 1998). La composición de estos piensos se recoge en la Tabla 1.



Tabla 1. Composición de los piensos de engorde utilizados

Ingredientes (%)	C	P
Cebada	10.00	
Salvado de trigo	32.00	14.3
Pulpa de remolacha		28.0
Tortas de gurasol	20.00	22.1
Feno de alfalfa	25.00	24.5
Granilla de uva	6.5	5.0
Maleza de caña	5.0	2.4
Grasa animal	0.5	1.8
Fosfato bicálcico		0.9
Premezcla ^A	1.0	1.0
Contenido nutritivo^B (%)		
ED (MJ/kg)	9.5	9.2
PB	16.8	16.2
FND	37.7	41.3
FAD	22.9	26.2
LAD	7.9	7.1
Hemicelulosa(1)	14.8	15.1
Pectinas (2)	2.0	7.6
Fibra digestible (1+2)	16.8	22.7
Almidón	14.2	4.7

^A L-lisina 50%, 0.16%; sal, 0.3%; corrector oligoelementos-vitaminas, 0.2%; acidificante, 0.2%; aromatizante, 0.04%; coccidiostático, 0.1%

^B Según FEDNA (2003)

Entre Febrero y Abril de 2005, se realizaron 5 pruebas en otras tantas granjas de la comarca del Matarraña (Teruel), en las condiciones que se resumen en la Tabla 2. El pienso consumido por los gazapos hasta el destete fue pienso comercial de madres (M; 15.9% PB, 17.7% FB, medicado con bacitracina de zinc), salvo en los casos indicados (C en el grupo testigo de la Prueba 5, P en los grupos experimentales de las Pruebas 3 y 5). Dependiendo de la prueba, la edad al destete fue de 34-39 días. Tras el destete, los animales se alimentaron *ad libitum* con el pienso C (grupo testigo) o P (grupo experimental), hasta una semana antes del sacrificio, en que todos los animales pasaron a recibir pienso comercial de retirada (R; 16.0% PB; 15.7% FB). Dependiendo de la prueba, los conejos se sacrificaron a los 58-68 días. Los tratamientos antibióticos en el pienso de engorde y en el agua de bebida variaron en las distintas pruebas: en las Pruebas 1 y 2 se trataron los grupos testigos y no los experimentales, mientras que en las Pruebas 3, 4 y 5 ambos grupos recibieron los mismos tratamientos.



En cada una de las pruebas, se obtuvieron los resultados medios de mortalidad, peso al sacrificio y rendimiento a la canal de ambos grupos. Los resultados de mortalidad se analizaron en cada una de las pruebas mediante el test de X^2 . El peso al sacrificio y el rendimiento a la canal se sometieron al test t para muestras pareadas.

Tabla 2. Características de las pruebas realizadas

	Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3		Prueba 4		Prueba 5	
	T	E	T	E	T	E	T	E	T	E
Pienso de predestete*	M		M		M		M		M	
Edad al destete (días)	39		34		39		34		35	
Nº de animales destetados utilizados	1487	102	5480	306	1476	125	2699	170	2396	337
Pienso engorde	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P
Pienso de retirada**	R		R		R		R		R	
Edad al sacrificio (días)	68		63		68		58		66	
Medicación en pienso de engorde	SI ¹	NO	SI ²	NO	SI ¹		SI ³		SI ¹	
Medicación en agua durante el engorde	SI ⁴	NO	NO		SI ⁴		SI ⁵		NO	

T: grupo testigo; E: grupo experimental

*: 24 días a destete; **: Durante la semana previa al sacrificio

1 : Tiamulina+Oxitetraciclina+Colistina, 2 : Apramicina+Clortetraciclina

3 : Bacitracina+Tiamulina+Colistina, 4 : Enrofloxacina+Tiamulina

5 : Enrofloxacina+Estreptomina; Neomicina+Gentamicina; Tiamulina+Estreptomina

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 3. Como puede verse, en aquellos casos en que se aplicaron los mismos tratamientos antibióticos a los dos grupos, se observó una reducción significativa de la mortalidad en el grupo experimental, tanto si los piensos C y P fueron ofrecidos desde antes del destete (Prueba 5) como tras el destete (Prueba 4), confirmando el efecto favorable de la inclusión de fibra digestible (Perez *et al.*, 2000; Casado *et al.*, 2004; Soler *et al.*, 2004) o indigestible (Gidenne, 2003) en sustitución de almidón. Este efecto guardaría más relación con el incremento del contenido fibroso y su repercusión sobre el desarrollo del área fermentativa y el tránsito digestivo, ya que no parece que las diferencias de mortalidad puedan explicarse sólo por diferencias en el flujo ileal de almidón (Gidenne *et al.*, 2005a y 2005b). En el caso de la Prueba 3, también se observó una reducción de la mortalidad en el grupo experimental, aunque no resultó estadísticamente significativa, quizá porque ya fuera bastante baja en el grupo testigo (4.3%), debiéndose tener en cuenta también que el tratamiento antibiótico en predestete fue distinto en el grupo testigo (bacitracina de zinc en el pienso M) que en el grupo experimental (tiamulina, oxitetraciclina y colistina en el pienso P).

Tabla 3. Resultados obtenidos en las pruebas realizadas

	Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3		Prueba 4		Prueba 5	
	T	E	T	E	T	E	T	E	T	E
Mortalidad (%)	5.9 ^B	16.7 ^A	10.0	9.8	4.3	2.4	13.4 ^a	5.3 ^b	16.2 ^A	8.3 ^B
Peso al sacrificio (kg)	1.845	1.901	1.880	1.810	1.862	1.972	1.976	2.003	2.040	2.025
Rendimiento a la canal (%)	55.67	55.01			57.29	56.59	57.71	56.76	56.84	56.29

T: grupo testigo; E: grupo experimental

a,b : Superíndices distintos difieren con P<0.01

A,B : Superíndices distintos difieren con P<0.001

En la Prueba 2, la utilización del pienso P sin acompañamiento de antibioterapia alguna se asoció a una tasa de mortalidad muy similar a la obtenida con el pienso C medicado, aunque en este caso no puede establecerse conclusión alguna ante la imposibilidad de separar el efecto de la composición del pienso del de la antibioterapia. Por último, en la Prueba 1 se observó una mortalidad significativamente mayor en el grupo experimental que en el grupo control; como en el caso anterior, sólo los animales del grupo control recibieron tratamiento antibiótico (tanto en pienso como en agua), lo que no permite aconsejar la utilización de un pienso fibroso y pobre en almidón como alternativa a la antibioterapia en condiciones de campo.

Finalmente, la utilización del pienso P no pareció afectar al peso al sacrificio (1.921 vs. 1.942 kg para los grupos testigo y experimental respectivamente, NS) pero originó una reducción del rendimiento a la canal (56.88 vs. 56.16% para los grupos testigo y experimental respectivamente, P<0.01), en la línea de lo observado por Pascual *et al.* (datos no publicados); en el presente trabajo, las diferencias en el rendimiento a la canal quedaron amortiguadas en relación con las observadas en el citado estudio porque los cambios en el contenido en fibra y almidón fueron menores y porque la semana previa al sacrificio los dos grupos pasaron a recibir el mismo pienso.

En resumen, la utilización de un pienso rico en fibra digestible e indigestible y pobre en almidón tiene efectos favorables sobre la salud digestiva de los conejos en engorde, aunque supone un ligero deterioro del rendimiento a la canal.

■ AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el Ministerio de Educación y Ciencia (AGL2002-03608) y la Consellería de d'Empresa, Universitat i Ciencia de la Generalitat Valenciana (Grupos04/49).



BIBLIOGRAFÍA

- BOISOT P., LICOIS D., GIDENNE T. 2003. Feed restriction reduces the sanitary impact of an experimental reproduction of Epizootic Rabbit Enteropathy syndrome (ERE), in the growing rabbit. *10^{èmes} Journées Recherche Cunicole*, Paris, 267-270.
- CASADO C., SOLER M.D., BIGLIA S., PIQUER O., BLAS E., CERVERA C., PASCUAL J.J. 2004. Use of a high digestible fibre/low starch feed in young rabbits. *4th Meeting on Nutrition and Pathology, Cost Action 848*, Cercedilla, <http://www.dcam.upv.es/cost848/>.
- CHAMORRO S., GÓMEZ-CONDE M.S., PÉREZ DE ROZAS, A.M., BADIOLA I., CARABAÑO C., DE BLAS C. 2005. Efecto del nivel y tipo de proteína en piensos de gazapos sobre parámetros productivos y salud intestinal. *XXX Symposium de Cunicultura*, Valladolid, 135-142.
- DE BLAS, C.; MATEOS G.G. 1998. Feed formulation. En: *The Nutrition of the Rabbit*. C. de Blas y J. Wiseman (ed). CABI Publishing, Wallingford, UK, pp 241-253.
- FEDNA. 2003. *Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos* (2ª ed.). Carlos de Blas, Gonzalo G. Mateos y Paloma G. Rebollar (ed). FEDNA, Madrid.
- GIDENNE T. 2003. Fibres in rabbit feeding for digestive troubles prevention: respective role of low-digested and digestible fibre. *Livestock Production Science* 81: 105-117.
- GIDENNE T., FEUGIER A., JEHL N., ARVEUX P., BOISOT P., BRIENS C., CORRENT E., FORTUNE H., MONTESSUY S., VERDELHAN S. 2003. A quantitative post-weaning feed restriction reduces the incidence of diarrhoea, without major impact on growth performances: results of a multi-site study. *10^{èmes} Journées Recherche Cunicole*, Paris, 29-32
- GIDENNE T., SEGURA M., LAPANOUSE A. 2005a. Effect of cereal sources and processing in diets for the growing rabbit. I. Effects on digestion and fermentative activity in the caecum. *Animal Research* 54: 55-64.
- GIDENNE T., JEHL N., PEREZ JM., ARVEUX P., BOURDILLON A., MOUSSET J.L., DUPERRAY J., STEPHAN S., LAMBOLEY B. 2005b. Effect of cereal sources and processing in diets for the growing rabbit. II. Effects on performances and mortality by enteropathy. *Animal Research* 54: 65-72.
- GÓMEZ-CONDE M.S., CHAMORRO S., NICODEMUS N., DE BLAS C., GARCÍA J., CARABAÑO R. 2004. Efecto del tipo de fibra en la alimentación de gazapos destetados precozmente. *XXIX Symposium de Cunicultura*, Lugo, 157-163.
- GÓMEZ-CONDE M.S., CHAMORRO S., REBOLLAR P.G., EIRAS P., GARCÍA J., CARABAÑO R. 2005. Efecto del tipo de fibra sobre el tejido linfoide asociado a intestino en gazapos de 35 días de edad. *ITEA* 26 (vol. extra, tomo II): 461-463.
- GUTIÉRREZ I., ESPINOSA A., GARCÍA J., CARABAÑO R., DE BLAS J.C. 2003. Effect of protein source on digestion and growth performance of early-weaned rabbits. *Animal Research* 52: 461-471.
- PEREZ J.M., GIDENNE T., BOUVAREL I., ARVEUX P., BOURDILLON A., BRIENS C., LE NAOUR J., MESSEGER B., MIRABITO L. 2000. Replacement of digestible fibre by starch in the diet of the growing rabbit. II. Effects on performance and mortality by diarrhoea. *Annales de Zootechnie* 49: 369-377.
- SOLER M.D., BLAS E., CANO J.L., PASCUAL J.J., CERVERA C., FERNÁNDEZ-CARMONA J. 2004. Effect of digestible fibre/starch ratio and animal fat level in diets around weaning on mortality rate of rabbits. *8th World Rabbit Congress*, Puebla (México), <http://www.dcam.upv.es/8wrc/>.

Nutrición

DIGESTIBILIDAD ILEAL DE PIENSOS CON DISTINTO CONTENIDO EN FIBRA DIGESTIBLE, ALMIDÓN Y GRASA ANIMAL EN GAZAPOS EN POSTDESTETE

Ileal digestibility in weaning rabbits of feeds differing in digestible fibre, starch and animal fat

Soler M.D.¹, Blas E.², Biglia S.², Casado C.², Moya J.², Cervera C.²

¹ Departamento de Producción Animal y Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad Cardenal Herrera-CEU, Avda. de Seminario s/n, 46113-Moncada (Valencia).

² Departamento de Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia, Cno. de Vera 14, 46071-Valencia.

RESUMEN

Se utilizaron 352 gazapos para valorar la digestibilidad ileal aparente de 4 piensos experimentales entre los 29 y 43 días de vida. Los tres primeros piensos (A, B, C) contenían niveles crecientes de fibra digestible y decrecientes de almidón (básicamente, por incorporación de pulpa de remolacha en sustitución de trigo); todos ellos contenían 3% de grasa animal. El cuarto pienso (D) era semejante al pienso C pero incluyendo más grasa animal (6%). La digestibilidad ileal de la MS varió significativamente entre los distintos piensos, descendiendo conforme era más rico en fibra digestible y pobre en almidón (desde 33.9% en el pienso A hasta 22.4% en el pienso C), sin que pasar de un 3% a un 6% de grasa animal añadida la modificase de forma apreciable. La digestibilidad ileal del almidón también se vio afectada significativamente por el pienso y por la interacción entre pienso y edad, de forma que aumentó conforme el pienso era más rico en fibra digestible y pobre en almidón, siendo particularmente baja con el pienso A a los 29 y 36 días (92.6% y 89.5%, respectivamente), lo que permitió estimar un flujo ileal de almidón a estas edades 9-11 veces superior con este pienso que con el pienso C. Se observó un aumento significativo de la digestibilidad ileal de MS, PB, FAD y almidón (en este último caso, por lo observado fundamentalmente en el pienso A) entre los 36 y los 43 días, lo que podría interpretarse como una consecuencia del proceso de maduración digestiva. Sin embargo, el hecho de que la digestibilidad ileal de MS y PB sea significativamente mayor a los 29 días que a los 36 días resulta, en principio, más sorprendente.

ABSTRACT

352 young rabbits were used to determine the apparent ileal digestibility of 4 experimental feeds between 29 and 43 days of age. The first three feeds (A, B, C) contained increasing digestible fibre and decreasing starch levels (basically, by incorporation of beet pulp in substitution of wheat); all of them contained 3% of animal fat. The fourth feed (D) was similar to feed C but including more animal fat (6%). The ileal digestibility of DM varied significantly between the different feeds, lowering as it was richer in digestible fibre and poorer in starch (from 33.9% for feed A until 22.4% for feed C), with no effect associated to higher animal fat inclusion. Ileal digestibility of starch

also was affected significantly by both the feed and the interaction between feed and age, so that it increased as the feed was richer in digestible fibre and poorer in starch, being specially low for feed A at 29 and 36 days (92.6% and 89.5%, respectively), that it allowed to consider a ileal flow of starch at these ages being 9-11 fold higher for this feed than for feed C. A significant increase was observed for ileal digestibility of DM, CP, ADF and starch (in this last case, mainly by results in feed A) between the 36 and 43 days, which could be explained as a consequence of digestive maturation. Nevertheless, the fact that the ileal digestibility of DM and CP is significantly greater at 29 days than at 36 days is initially more surprising.

INTRODUCCIÓN

Para conocer de forma más precisa la digestión de los alimentos en gazapos en postdestete, es necesario medir la digestibilidad y el flujo ileal de los nutrientes. En último término, con ello se persigue tanto una mejor estimación del valor nutritivo de los alimentos como de su impacto sobre la actividad/estabilidad de la microbiota cecal y, en definitiva, sobre la salud intestinal, lo que probablemente es más importante en el actual contexto productivo.

En los últimos años se han intensificado los estudios orientados al desarrollo de piensos más adecuados para el periodo peridestete o de transición de la leche materna al pienso. Parte de tales estudios se han centrado en el incremento del contenido en constituyentes parietales altamente fermentescibles en sustitución de almidón, habiéndose contrastado que con ello se consigue una reducción de la incidencia de problemas digestivos (Perez et al., 2000; Soler et al., 2004).

En el presente trabajo se determina la digestibilidad ileal aparente de piensos con diferente contenido en fibra digestible, almidón y grasa animal, en gazapos de 29 a 43 días, tratando de caracterizar cambios en la naturaleza del sustrato nutritivo del ecosistema microbiano cecal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Piensos experimentales

Se ensayaron 4 piensos experimentales. Los tres primeros (A, B, C) se formularon para obtener niveles crecientes de fibra digestible y decrecientes de almidón (básicamente, por incorporación de pulpa de remolacha en sustitución de trigo); todos ellos contenían 3% de grasa animal. El cuarto pienso (D) era semejante al pienso C pero incluyendo más grasa animal (6%). El nivel de FAD y LAD fue similar en todos los piensos y se mantuvo dentro de las recomendaciones de Gidenne (2003) para el periodo entre el destete y los 45 días de vida. Los piensos fueron isoproteicos y con escasa variación en el contenido de ED. En todos ellos se incluyó 0.5% de fibra de alfalfa marcada con Yb según el procedimiento descrito por García et al. (1999). Los piensos se describen en la Tabla 1.

^a Alfalfa, 25%; torta de girasol, 20%; torta de soja, 6%; L-lisina HCl, 0.3%; DL metionina, 0.1%; L-treonina, 0.1%; carbonato cálcico, 0.2%; fosfato bicálcico, 1.2%; sal, 0.5%; corrector, 0.5%

^b Mediante NIRS

^c Según FEDNA (2003).

	A	B	C	D
Ingredientes (%MS)				
Trigo	28	14		
Pulpa de remolacha		14	28	24
Salvado de trigo		7.5	15	15
Cascarilla de soja	10	5		
Paja de cereal	5	2.5		
Grasa animal	3	3	3	6
Maleza				1
Mezcla basal ^a	54	54	54	54
Composición (%MS)				
ED (MJ/kg MS) ^b	11.8	12.1	12.3	12.3
PB	18.0	18.1	18.0	17.8
FAD	22.3	22.7	22.4	22.6
LAD	5.1	4.9	5.2	5.1
Pectinas ^c	3.8	5.1	8.4	7.6
Almidón	18.6	12.4	6.7	6.3
EE	5.1	5.0	5.2	7.8

Tabla 1. Piensos experimentales

ANIMALES

Se utilizaron 352 gazapos lactantes, redistribuidos en camadas de 8 animales procedentes de otras tantas conejas distintas y procurando que el peso de las camadas constituidas fuera similar. Los animales comenzaron a recibir los piensos experimentales a los 17 días, se destetaron a los 28 días y continuaron alimentándose con el pienso experimental asignado hasta su sacrificio, que se realizó a los 29, 36 y 43 días de vida (160, 96 y 96 animales, respectivamente). Los gazapos se sacrificaron (mediante sobredosis intracardiaca de barbitúrico) entre las 20:00 y las 22:00 horas, para minimizar la interferencia de la cecotrofia. Se recogió el contenido de la porción distal del intestino delgado (20-40 cm anteriores a la válvula ileo-ceco-cólica), reuniendo el obtenido de varios animales del mismo pienso (4 a los 29 días, 2 a los 36 días y 2 a los 43 días), para obtener finalmente 136 muestras (34 por pienso: 10, 12 y 12 de 29, 36 y 43 días, respectivamente), que se congelaron, liofilizaron y analizaron.

Métodos analíticos

Las determinaciones de PB, FAD, LAD, almidón y EE se realizaron según los procedimientos de AOAC (2000) y las recomendaciones armonizadas de EGRAN (2001). El Yb se analizó mediante espectrometría de absorción atómica, previa incineración y digestión ácida de las muestras.

Análisis estadístico

La digestibilidad ileal aparente de MS, PB, FAD, LAD y almidón (calculada mediante el método de la dilución del marcador) se analizó utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, Inst. Inc., Cary, NC), incluyendo los efectos del pienso, la edad y su interacción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los efectos del pienso y de la edad sobre la digestibilidad ileal de los distintos nutrientes se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Efecto del pienso y de la edad sobre la digestibilidad ileal aparente (%)

P i e n s o	MS	PB	FAD	LAD	Almidón
A	33.9 ^a	42.5	16.0	-5.5	92.5 ^c
B	29.2 ^b	43.8	15.5	2.6	95.8 ^b
C	22.4 ^c	39.0	12.8	-6.4	97.3 ^a
D	23.9 ^c	35.8	17.0	-2.1	95.6 ^b
SEM	1.11	3.12	1.39	3.81	0.36
E d a d					
29 días	32.9 ^a	45.6 ^a	15.5 ^{ab}	-9.5 ^b	94.9 ^b
36 días	22.3 ^c	36.0 ^b	12.6 ^b	7.2 ^a	94.6 ^b
43 días	26.8 ^b	39.3 ^{ab}	17.8 ^a	-6.3 ^b	96.4 ^a
SEM	0.94	2.66	1.09	3.39	0.31
P					
Pienso	<0.001	0.275	0.183	0,432	<0.001
Edad	<0.001	0.061	0.006	0,003	<0.001
Pienso x Edad	0.357	0.693	0.165	0,340	<0.001

a,b,c Medias con superíndices distintos difieren con P<0.05

La digestibilidad ileal de la MS varió entre los distintos piensos, descendiendo conforme el pienso era más rico en fibra digestible y pobre en almidón (A vs. B vs. C), sin que pasar de un 3% a un 6% de grasa animal añadida la modificase de forma apreciable (C vs. D). Los valores obtenidos son sensiblemente inferiores a los observados en otros trabajos realizados con gazapos de edades muy similares (Gutiérrez *et al.*, 2003; Gómez-Conde *et al.*, 2004; Chamorro *et al.*, 2005; García *et al.*, 2005), lo que probablemente guarde relación con el mayor contenido en FAD de los piensos del presente estudio; lógicamente, la diferencia es más notoria conforme la fibra digestible (esencialmente mediante fermentación postileal) va sustituyendo al almidón, que como puede verse es intensamente digerido en el intestino delgado.

No obstante, la digestibilidad ileal del almidón también se vio afectada por el pienso, aunque con distinta intensidad en función de la edad de los gazapos, con la interacción que se ilustra en la Figura 1. En general, se observa que la digestibilidad ileal del almidón aumentó conforme el pienso era más rico en fibra digestible y pobre en almidón (A vs. B vs. C), siendo particularmente baja con el pienso A a los 29 días (92.6%) y, sobre todo, a los 36 días (89.5%). Con estos mismos piensos (sin la incorporación de marcador) y con 400 gazapos por pienso, Miralles (2005) observó que la ingestión de pienso en los días previos al destete (26 a 28 días) fue un 34% superior con el pienso A que con el C (e intermedia con el B), mientras que era prácticamente la misma durante las dos semanas postdestete. Con ello, puede calcularse que el flujo ileal de almidón tanto a los 29 como a los 36 días es 9-11 veces mayor con el pienso A que con el C, lo que supone un cambio notable en la naturaleza del sustrato para la microbiota cecal, al que habría que unir ciertas diferencias en el flujo ileal de FAD (de menor entidad) y sobre todo las que hubiere en el flujo de los constituyentes parietales más fermentescibles (pectinas, fibra soluble), que no se han valorado en el presente trabajo. Por otra parte, parece que la inclusión de más grasa animal afecta negativamente a la digestión intestinal del almidón (C vs. D), aunque no se dispone de explicación para este hallazgo.

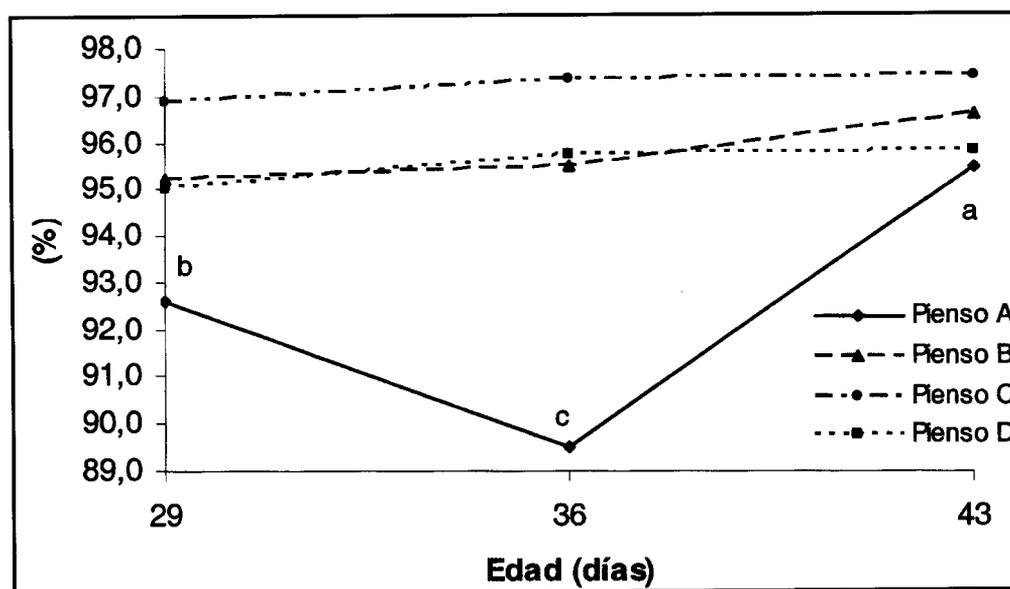


Figura 1. Digestibilidad ileal del almidón (a, b, c Superíndices distintos difieren con $P < 0.05$)

La digestibilidad ileal de la PB también fue más baja que la registrada en los trabajos anteriormente mencionados y mostró una notable variabilidad residual. Por otro lado, aunque se sabe que la digestibilidad ileal de la FAD tiene escasa relevancia nutricional, el hecho de que su valor medio sea de 15.6%, similar al obtenido en animales adultos (Blas *et al.*, 2000), junto con la elevada digestibilidad ileal del almidón, permitiría desestimar una hipotética subestimación de la digestibilidad ileal de la MS o/y la PB. Asimismo, el que la digestibilidad ileal media de la LAD sea prácticamente nula (-2.7%) supone una cierta garantía metodológica.

Como puede verse, la edad afectó a la digestibilidad ileal de todos los nutrientes considerados, observándose un aumento significativo entre los 36 y los 43 días en el caso de MS, PB, FAD y almidón (en este último caso, por lo observado fundamentalmente en el pienso A), lo que podría interpretarse como una consecuencia del proceso de maduración digestiva. Sin embargo, el hecho de que la digestibilidad ileal de MS y PB sea significativamente mayor a los 29 días que a los 36 días resulta más sorprendente, aunque podría ser el resultado de menores pérdidas endógenas en animales más jóvenes, tal como sugieren García *et al.* (2005) y/o del proceso de evolución creciente de la ingestión y del contenido digestivo (en este caso prececal, esencialmente gástrico), que produce el mismo efecto en la digestibilidad fecal (Gidenne *et al.*, 2005).

■ AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el Ministerio de Educación y Ciencia (AGL2002-03608) y la Consellería de d'Empresa, Universitat i Ciencia de la Generalitat Valenciana (Grupos04/49). Los autores agradecen a la Dr. Rosa Carabaño su colaboración en el análisis de Yb.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 2000. Official method of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 17th edition. AOAC, VA.
- BLAS E., FALCAO L., GIDENNE T., PINHEIRO V., GARCÍA A.I., CARABAÑO R. 2000. Measurement of ileal digestibility in rabbits: an interlaboratory study to compare two markers and two frequencies of ileal collections. 7th World Rabbit Congress, Valencia, tomo C, 131-137.
- CHAMORRO S., GÓÑAL. XXX Symposium de Cunicultura, Valladolid, 135-142.
- EGRAN. 2001. Technical note: attempts to harmonize chemical analyses of feeds and faeces for rabbit feed evaluation. *World Rabbit Science* 9, 57-64.
- FEDNA. 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos (2^a ed.). Carlos de Blas, Gonzalo G. Mateos y Paloma G. Rebollar (ed). FEDNA, Madrid.
- GARCÍA J., CARABAÑO R., DE BLAS C. 1999. Effect of fiber source on cell wall digestibility and rate of passage in rabbits. *Journal of Animal Science* 77, 898-905.
- GARCÍA A.I., GARCÍA J., CORRENT E., CHAMORRO S., GARCÍA-REBOLLAR P., DE BLAS C., CARABAÑO R. 2005. Effet de l'âge du lapin, de la source de protéine et de l'utilisation d'enzyme sur les digestibilités apparentes de la matière sèche et de la protéine brute sur un aliment lapin. 11^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, Paris, 197-200.
- GIDENNE T. 2003. Fibres in rabbit feeding for digestive troubles prevention: respective role of low-digested and digestible fibre. *Livestock Production Science* 81, 105-117.
- GIDENNE T., FEUGIER A., LACROIX S. 2005. Efficacité digestive chez le lapereau sevré précocement : méthode de mesure et effets du ratio protéine sur énergie de l'aliment.. 11^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, Paris, 141-144.
- GOMEZ-CONDE M.S., CHAMORRO S., NICODEMUS N., DE BLAS C., GARCIA J., CARABAÑO R. 2004. Efecto del tipo de fibra en la alimentación de gazapos destetados precozmente. XXIX Symposium de Cunicultura, Lugo, 157-163.
- GUTIÉRREZ I., ESPINOSA A., GARCÍA J., CARABAÑO R., DE BLAS J.C. 2003. Effect of protein source on digestion and growth performance of early-weaned rabbits. *Animal Research* 52, 461-471.
- MIRALLES M. 2005. Efecto de la relación fibra digestible/almidón y del contenido en grasa animal del pienso sobre parámetros productivos de gazapos en peridestete. Trabajo Final de Carrera, Universidad Politécnica de Valencia, 40pp.
- PEREZ J.M., GIDENNE T., BOUVAREL I., ARVEUX P., BOURDILLON A., BRIENS C., LE NAOUR J., MESSEGER B., MIRABITO L. 2000. Replacement of digestible fibre by starch in the diet of the growing rabbit. II. Effects on performance and mortality by diarrhoea. *Annales de Zootechnie* 49: 369-377.
- SOLER M.D., BLAS E., CANO J.L., PASCUAL J.J., CERVERA C., FERNÁNDEZ-CARMONA J. 2004. Effect of digestible fibre/starch ratio and animal fat level in diets around weaning on mortality rate of rabbits. 8th World Rabbit Congress, Puebla (México), <http://www.dcam.upv.es/8wrc/>.

Nutrición

EFFECTO DEL NIVEL Y TIPO DE FIBRA SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y LA DIGESTIBILIDAD ILEAL DE GAZAPOS Y CONEJOS EN CEBO.

Effect of level and type of fibre on growth performance and the ileal digestibility in growing rabbits

J.L. Alvarez¹, I. Margüenda², P. García-Rebollar¹, R. Carabaño¹, J.C. de Blas¹ y A.I. García-Ruiz².

¹Departamento de Producción Animal, UPM, 28040. Madrid; ²Nutreco PRRC, Casarrubios del Monte, 45950. Toledo

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue el de estudiar el efecto del nivel (30 vs.36% FND) y tipo de fibra (paja vs. pulpa de manzana) sobre parámetros digestivos y productivos de gazapos de 21 a 35 y de 35 a 63 días de edad. Para ello se formularon 2 piensos de lactación (L1 y L2) y 3 de cebo (C1, C2 y C3). Los piensos de lactación estaban basados en un mismo nivel de fibra neutro detergente (30% FND) pero distintas fuentes de fibra (paja vs. pulpa de manzana). El pienso C1 era idéntico al L1 mientras que C2 y C3 tenían un nivel de fibra neutro detergente más alto (36% FND) con paja y pulpa de manzana como principales fuentes de fibra, respectivamente. En el periodo de 21 a 35 días se controlaron 110 conejas (55 por tratamiento) y sus respectivas camadas durante 2 lactaciones consecutivas. A los 35 días de edad 480 animales, alojados en grupos de cuatro, y 180 conejos, alojados individualmente, fueron asignados a cada uno de los piensos de cebo (C1, C2, y C3). Además, con objeto de determinar la digestibilidad ileal aparente de la materia seca y la proteína bruta y tras 10 días de adaptación a los piensos de cebo, 60 gazapos fueron sacrificados a 35 días de edad. En el periodo de 21 a 35 días se observó que los animales que recibían el pienso L1 (en base a paja) tenían un consumo medio de pienso por jaula y un peso de los gazapos a 35 días un 5.9 y un 6.9%, respectivamente más alto que los que consumían el pienso L2 (en base a pulpa). En el periodo de 35 a 63 días de edad los animales alojados de forma individual mostraron mejores resultados productivos que los alojados en grupos de cuatro excepto en el índice de conversión que fue un 4.9% menor en los alojados colectivamente. De igual forma, los conejos alimentados con el pienso L1 durante el periodo previo al cebo mostraron mejores rendimientos que los alimentados con L2 al final del cebo excepto en el índice de conversión (un 2% menor en los animales que consumieron previamente el pienso L2). De entre los piensos de cebo basados en paja pero con distinto nivel de fibra los animales alimentados con el pienso bajo en fibra (C1; 30% FND) mostraron pesos a 63 días, y ganancias un 3.6 y 5.9% superiores, respectivamente y consumos e índices de conversión un 3.3

y 8.8% inferiores, respectivamente, que los alimentados con los piensos altos en fibra (C2; 36% FND). Así mismo, de entre los piensos de cebo de igual nivel de fibra (36% FND) pero distinta fuente los animales alimentados con el pienso basado en paja (C2) mostraron pesos a 63 días, ganancias, consumos e índices de conversión un 4.6, 7.6, 14.3, y 6.5% superiores, respectivamente, que los alimentados con los piensos basados en pulpa de manzana (C3). La mortalidad de conejos fue muy baja y no se vio influenciada de manera significativa por el tipo de pienso en el periodo de cebo por lo que, al igual que ocurrió en el periodo de lactación, la hipótesis de que a más fibra soluble menos mortalidad no pudo ser testada. Como era de esperar, se observó un efecto significativo del nivel y tipo de fibra sobre la digestibilidad ileal aparente de la materia seca (DIMS) obteniéndose para los piensos C1 y C3 los valores de digestibilidad más altos (un 9.5% superiores a C2). De los resultados obtenidos se puede concluir que inclusión de un 10 y un 14% de pulpa de manzana en los piensos de conejos de 21 a 35 y de 35 a 63 días de edad de los gazapos, respectivamente, conduce a un empeoramiento de los rendimientos productivos de los animales. En condiciones de baja mortalidad y escasa incidencia de enteropatía, piensos con un 30% de FND y paja como principal fuente de fibra conducirían a mejores rendimientos productivos en el periodo de cebo que piensos con niveles más altos de FND (36%).

■ ABSTRACT

The aim of this trial was to study the effect of level (30 vs.36% NDF) and type of fibre (wheat straw vs. apple pulp) by measuring animal performances and digestive parameters from 21 to 35 and from 35 to 63 days of age. In this sense, two lactation (L1 and L2) and three fattening (C1, C2 and C3) feeds were formulated. Lactation feeds were formulated to contain a 30% of NDF coming from different fibre sources (wheat straw (L1) vs. apple pulp (L2)). The C1 diet was identical to L1 whereas C2 and C3 had higher level of neutral detergent fibre (36% NDF) with wheat straw an apple pulp as main fibre sources, respectively. From 21 to 35 days a total of 110 does (55 per treatment) and their litters were controlled during two consecutive lactations. At 35 days of age 480 animals housed in collective cages (four rabbits per cage) and 180 rabbits housed in individual cages were weaned and assigned to each experimental fattening diet (C1, C2 and C3). To determine the ileal apparent digestibility of dry matter (DM) and crude protein (CP), at 36 days of age 60 rabbits were slaughtered by cervical dislocation after 10 days of feed adaptation period. From 21 to 35 days of age animals fed diet L1 (based on wheat straw) showed 5.9 and 6.9% higher daily feed intake and body weight at 35 days of age than animals fed diet L2 (based on apple pulp). From 35 to 63 days of age animals housed in individual cages reached a 3.1, 6.3 and 11.4% higher final body weight, daily weight gain and daily feed intake, respectively than animals collectively lodged. On the contrary, the feed conversion rate was 4.9% lower in collectively than individually located animals. Rabbits fed diet L1 in the previous period (from 21 to 35 days) reached higher performances in the fattening period than animals fed diet L2. However, animals fed diet L2 showed 2% lower FCR than animals fed diet L2. In the fattening period, animals fed diet C1 (30%NDF; wheat straw) showed 3.6 and 5.9% higher weight at 63d and weight gain, respectively, and 3.3 and 8.8% lower feed intake and feed conversion rate, respectively, than animals fed diet C2 (36% NDF; wheat straw). Animals fed diet C2 (36% NDF; wheat straw) reached 4.6, 7.6,14.3 and 6.5% higher body weight at 63d, weight gain, feed intake and feed conversion rate, respectively, than animals fed diet C3 (36% NDF; apple pulp). Rabbit mortality was too low and no significant effect of diet was detected in the fattening period. As it was expected, a significant effect of level and type fibre was detected on the apparent ileal digestibility of DM (IDDM). The highest IDDM values were obtained for diets C1 and C3 (9.5% higher values than the ID_{DM} of C2). From the obtained results it can be concluded that the addition of 10



and 14% of apple pulp from 21 to 35 and from 35 to 63 days of age leads to an impairment of the performance parameters. In a low mortality and enteropathy incidence conditions diets with 30% NDF and wheat straw as main fibre source would lead to better performances in the fattening period than feeds containing higher fibre levels (36%NDF).

■ INTRODUCCION

Dentro de los nutrientes básicos en la formulación de piensos de conejo la fibra es la fracción cuantitativamente más importante. Además del nivel total de fibra que aporte la ración, el tipo de fibra es una variable importante a considerar al ser responsable del tiempo de permanencia de la digesta en el área fermentativa afectando al medio donde se desenvuelven los microorganismos. A este respecto, la fibra soluble es la fracción fibrosa más fermentable y más susceptible de ser altamente degradada entre íleon y ciego. Son varios los trabajos que describen variaciones importantes en los parámetros productivos y digestivos, en la respuesta inmune, en la composición de la flora microbiana y en la incidencia de trastornos digestivos al variar el nivel y tipo de fibra del pienso (de Blas et al., 2002; Nicodemus et al., 2004; Gómez-Conde et al., 2005). Tal y como viene ocurriendo en otras especies los conejos han de recibir una alimentación acorde a sus necesidades basándose en su desarrollo fisiológico en cada una de sus diferentes fases productivas (lactación, peridestete, cebo). Este hecho cobra cada día más importancia en cunicultura debido a la elevada incidencia de la enteropatía mucoide. En este sentido, resultados obtenidos recientemente (Gutiérrez et al., 2002; Nicodemus et al., 2003) parecen indicar que las necesidades de fibra en el periodo posterior al destete son inferiores (30 vs 33%) a las de animales de mayor edad y que tanto un aumento como una disminución con respecto a este nivel implicaría una mayor incidencia de mortalidad pero existe poca información sobre requerimientos de fibra en el periodo pre-destete (21-35 días). Por otra parte, la pulpa de manzana es una fuente de fibra utilizada pero poco estudiada en piensos de conejos, para los que presenta la ventaja de aportar simultáneamente valores altos de fibra soluble (19%) y LAD (11%). En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue el de estudiar el efecto del nivel (30 vs.36% FND) y tipo de fibra (paja vs. pulpa de manzana) sobre parámetros digestivos y productivos de gazapos de 21 a 35 y de 35 a 63 días de edad.

■ MATERIAL Y MÉTODOS

Piensos

Se formularon 2 piensos de lactación (L1 y L2) y 3 de cebo (C1, C2 y C3). Los piensos de lactación eran isofibrosos (30% FND), isoenergéticos e isoproteicos y se diferenciaban en el tipo de fibra. El pienso L1 contenía paja como principal fuente de fibra (fibra insoluble) mientras que el pienso L2 contenía pulpa de manzana (alto contenido en fibra soluble pero también en lignina). Los piensos de cebo eran isoproteicos e isoenergéticos. El pienso C1 era idéntico al L1 mientras que C2 y C3 tenían un nivel de fibra neutro detergente más alto (36% FND). La principal fuente de fibra en los piensos C1 y C2 era la paja mientras que en el pienso C3 era la pulpa de manzana. Todos los piensos fueron formulados para cumplir o exceder ligeramente las necesidades de los conejos en crecimiento (de Blas y Mateos., 1998). Los ingredientes y la composición química de los piensos de lactación y cebo se recogen en la Tabla 1. Todos los piensos fueron suministrados ad libitum. Los piensos L1 y L2 lo consumieron madres y gazapos conjuntamente en el periodo de 21 a 35 días. Los piensos C1, C2 y C3 fueron suministrados a los gazapos una vez destetados durante el periodo de cebo (de 35 a 63 días) Para la determinación de la digestibilidad ileal, se utilizaron los piensos C1, C2 y C3 sustituyendo un 0.5% de alfalfa por alfalfa marcada con Yb_2O_3 de acuerdo con el procedimiento descrito por García et al. (1999).



Tabla 1. Ingredientes y composición química de los piensos experimentales

Ingredientes, % pienso	Peri-destete		Cebo		
	L1	L2	C1	C2	C3
Cebada	26.0	25.0	26.0	23.0	23.0
Salvado	24.0	24.0	24.0	21.6	20.0
Harina de girasol	5.00	4.50	5.00	15.3	16.6
Harina de soja	11.0	11.6	11.0	9.0	9.0
Heno de alfalfa	23.5	17.5	23.5	12.4	6.55
Aceite de soja	2.90	2.7	2.90	2.00	2.00
Paja	6.00	3.00	6.00	15.0	7.0
Pulpa de manzana	-	10.0	-	-	14.0
ClNa	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
Fosfato Monocálcico	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
L-Lisina	0.020	0.070	0.020	0.100	0.150
L-Treonina	0.050	0.090	0.050	0.080	0.120
DL-Metionina	0.050	0.080	0.050	0.050	0.080
Corrector [†]	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
Ingredientes, % pienso					
Materia seca	89.25	89.25	89.25	89.15	88.75
Energía bruta (Kcal/Kg MS)	4501	4484	4501	4508	4513
Cenizas	6.52	6.31	6.52	6.03	5.86
Proteína bruta	18.91	18.66	18.91	18.68	18.87
Almidón	24.15	24.64	24.15	21.96	21.63
NDF	32.61	31.82	32.61	40.49	37.63
ADF	17.93	17.82	17.93	20.92	21.86
Adl	4.00	4.54	4.00	4.77	5.80
Fibra soluble*	10.78	12.60	10.78	9.55	12.38
Lisina [§]	0.876	0.881	0.876	0.871	0.875
Azufrados [§]	0.662	0.664	0.662	0.672	0.686
Treonina [§]	0.745	0.746	0.745	0.733	0.742
Ca	0.672	0.549	0.672	0.516	0.483
P	0.706	0.683	0.706	0.740	0.721

[†] Suministrado por Trouw Nutrition España S.A. (Madrid, España): Composición en minerales y vitaminas (mg/kg): Mg, 290; ClNa, 329; S, 275; Co, 0.7; Cu, 10; Fe, 76; Mn, 20; Zn, 59.2; I, 1.25; Colina, 250; Riboflavina, 2; Niacina, 20; Vitamina B₁₂, 1; Vitamina K, 1; Vitamina E, 20 IU/kg; Tiamina, 1; Vitamina A, 8.375 IU/kg, y Vitamina D₃, 750 IU/kg.

* Valor calculado a través del análisis de las materias primas mediante el método de Hall (1998)

§ Valores calculados según FEDNA 2003.

Animales y Alojamiento

En el periodo peridestete se utilizaron un total de 110 conejas híbridas de raza Neozelandés Blanco x Californiano con sus respectivas camadas alojadas en jaulas polivalentes (38 x 100 cm). Cada jaula consta de un bebedero de chupete y un comedero. Al destete, parte de los gazapos fueron alojados en grupos de 4 en jaulas polivalentes (38 x 100 cm) y el resto se alojaron en jaulas individuales (33 x 46 cm). Las jaulas tanto de cebo colectivo como de cebo individual están provistas de un comedero



y un bebedero de chupete. Durante todo el periodo experimental (lactación y cebo) el programa de iluminación fue de 12 horas de luz y 12 de oscuridad y la temperatura se mantuvo entre 18 - 24°C.

Ensayo en lactación

De 21 a 35 días se controlaron 110 conejas (55 por tratamiento) y sus respectivas camadas (8.21 gazapos de media por coneja a 21 días) durante 2 lactaciones consecutivas. Los animales fueron asignados al azar a los dos piensos experimentales de esta fase. En cada lactación (de 21 a 35 días de edad de los gazapos) se registró el consumo de pienso por jaula (coneja más camada), el peso inicial y final de coneja y camada y la mortalidad.

Ensayo en cebo

Un total de 660 conejos destetados a 35 días de edad fueron asignados a los tres piensos de cebo (C1, C2 y C3). De ellos, 480 animales fueron alojados en 120 jaulas polivalentes (40 jaulas por tratamiento y 4 conejos por jaula) de tal forma que de las 40 jaulas por tratamiento la mitad procedían del pienso de lactación L1 y la otra mitad de L2. Los otros 180 conejos fueron alojados en jaulas individuales de forma que de los 60 animales de cada tratamiento la mitad provenía de L1 y la otra mitad de L2. Entre los 35 y 63 días de edad se controló el consumo medio de pienso, la ganancia media de peso, el índice de conversión y la mortalidad.

Prueba de digestibilidad

Con objeto de determinar la digestibilidad ileal aparente de la materia seca y la proteína bruta, 60 gazapos (20 por tratamiento) destetados a 26 días de edad y con un peso medio de $616 \pm 101\text{g}$ fueron distribuidos al azar entre los tres piensos experimentales C1, C2 y C3. Los animales fueron sometidos a un periodo de adaptación a la dieta de diez días durante los cuales se controló tanto el consumo de pienso como la ganancia de peso. A los 36 días de edad los animales con un peso medio de $1063 \pm 170\text{g}$ fueron sacrificados mediante dislocación cervical entre las 19:00 y las 20:00 horas para evitar la influencia de la cecotrofia. Un fragmento del íleon de aproximadamente 20 cm de longitud tomado a partir de la válvula ileo-cecal, fue retirado del aparato digestivo y su contenido vaciado, congelado y liofilizado para su posterior análisis. A continuación las muestras se molieron y, debido a la pequeña cantidad obtenida, las muestras de 2 animales del mismo tratamiento se mezclaron para analizar más adelante su contenido en materia seca y proteína bruta. Las digestibilidades ileal de materia seca y proteína se determinaron mediante la técnica de dilución utilizando el yterbio ligado a fibra como marcador. La concentración de yterbio se analizó tanto en los piensos como en el contenido ileal. A continuación se muestran las fórmulas empleadas en la determinación de la digestibilidad ileal aparente:

$$\text{Digestibilidad Ileal Materia Seca (DI}_{\text{MS}}) = (1 - [\text{Yb}_{\text{pienso}}] / [\text{Yb}_{\text{ileon}}]) \times 100$$

$$\text{Digestibilidad Ileal Proteína Bruta (DI}_{\text{PB}}) = (1 - ([\text{Yb}_{\text{pienso}}] \times [\text{PB}_{\text{ileon}}] / [\text{Yb}_{\text{ileon}}] \times [\text{PB}_{\text{pienso}}])) \times 100$$

Métodos analíticos

Todos los análisis químicos se realizaron por duplicado. Se siguieron los procedimientos descritos por la AOAC (2000) para la determinación de materia seca (942.05) y proteína bruta (968.06). El contenido en almidón de los piensos se determinó mediante polarimetría. La fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y la lignina ácido detergente (LAD) fueron determinadas de



acuerdo al método secuencial descrito por Van Soest et al. (1991). La energía bruta se determinó mediante bomba adiabática calorimétrica (PARR 1356). La recuperación de yterbio se realizó mediante el procedimiento descrito por García et al. (1999).

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante análisis del varianza utilizando el procedimiento GLM del SAS (SAS, 1990) con el tipo de pienso como efecto principal en la prueba de lactación y digestibilidad y el tipo de pienso y alojamiento (individual / colectivo) como efectos principales en la prueba de cebo. El efecto del tipo de pienso en la prueba de cebo se analizó como una estructura factorial 2x3 considerando el efecto del alimento recibido antes y después del destete y su interacción.

RESULTADOS Y DISCUSION

Al analizar los datos de 21 a 35 días de edad de los gazapos en dos lactaciones consecutivas y no observarse un efecto significativo de la interacción periodo x tratamiento se utilizaron las medias de los dos periodos para estudiar el efecto del pienso. En la Tabla 2 se presenta el efecto del pienso (tipo de fibra) sobre los valores medios de los parámetros productivos controlados en las conejas y los gazapos de 21 a 35 días. No se observó ningún efecto significativo ($P > 0.05$) de los piensos sobre los parámetros productivos de las conejas. Sin embargo, el consumo medio diario por jaula fue un 5.9 % superior ($P = 0.020$) en aquellas que recibían el pienso basado en paja (L1) que las que recibían el pienso basado en pulpa de manzana (L2). Como consecuencia de la mayor ingestión de pienso los gazapos que consumieron el pienso L1 presentaron un peso un 6.9% ($P < 0.001$) más alto a los 35 días que aquellos alimentados con el pienso L2. En este sentido, Carabaño et al. (1997) ya observaron un descenso en el consumo de pienso conforme se aumentaba el nivel de pulpa de remolacha en los piensos de conejos. Estos resultados podrían estar indicando la necesidad de establecer un límite máximo de inclusión de la pulpa de manzana en los piensos de conejos de 21 a 35 días. La mortalidad de conejas y gazapos fueron muy bajas y no se vio influenciada de manera significativa por el tipo de pienso por lo que la hipótesis de que a más fibra soluble menos mortalidad no pudo ser testada.

Tabla 2. Efecto del tipo de pienso sobre los parámetros productivos de conejas y gazapos (21-35 días).

		L1	L2	SEM (n=55)	P
Conejas	Peso 21d, g	4851	4880	54.4	NS
	Peso 32d, g	4673	4716	55.8	NS
	Mortalidad,%	0.00	2.08	1.44	NS
Gazapos	Tamaño camada _{21d} ,	8,10	8.32	0.201	NS
	Peso 21d, g	361	352	5.68	NS
	Tamaño camada _{35d}	8.07	8.21	0.199	NS
	Peso _{35d} g	863 ^a	807 ^b	10.9	0.0004
	Mortalidad, %	0.300	0.937	0.274	NMS
Jaula	Consumo pienso, g/d	572 ^a	540 ^b	9.81	0.020



El efecto del nivel y tipo de fibra sobre los parámetros productivos de conejos de 35 a 63 días de edad, se muestra en la Tabla 3. Tal y como era de esperar, los animales alojados de forma individual pesaron un 3.1%, ganaron un 6.3% y consumieron un 11.4% más que los alojados en colectivo ($P < 0.05$). Por el contrario, los animales alojados colectivamente mostraron un índice de conversión un 4.9% menor que el de los alojados individualmente. Al no observarse un efecto significativo de la interacción densidad x tratamiento ($P > 0.05$), el efecto del pienso sobre los parámetros productivos de animales alojados tanto en jaulas individuales como en colectivas se analizó conjuntamente. Los conejos alimentados con el pienso L1 durante el periodo previo al cebo tuvieron en éste un peso un 6.9% más alto al inicio del mismo, pesaron un 3.3% más al final del cebo y tuvieron un consumo medio diario de un 3% mayor que los de L2 ($P < 0.05$). Por el contrario, el índice de conversión fue un 2% menor en los animales que consumieron el pienso L2 ($P < 0.05$). Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de elaborar un pienso acorde a las necesidades de los gazapos en los días previos al destete. De entre los piensos de cebo basados en paja pero con distinto nivel de fibra los animales alimentados con el pienso bajo en fibra (C1; 30% FND) mostraron pesos a 63 días, y ganancias un 3.6 y 5.9% superiores, respectivamente y consumos e índices de conversión un 3.3 y 8.8% inferiores, respectivamente, que los alimentados con los piensos altos en fibra (C2; 36% FND). Así mismo, de entre los piensos de cebo de igual nivel de fibra (36% FND) pero distinta fuente los animales alimentados con el pienso basado en paja (C2) mostraron pesos a 63 días, ganancias, consumos e índices de conversión un 4.6, 7.6, 14.3, y 6.5% superiores, respectivamente, que los alimentados con los piensos basados en pulpa de manzana (C3). La mortalidad de conejos fue muy baja y no se vio influenciada de manera significativa por el tipo de pienso por lo que, al igual que ocurrió en el periodo de lactación, la hipótesis de que a más fibra soluble menos mortalidad no pudo ser testada.. El efecto positivo de la reducción del nivel de FND de los piensos (36 vs. 30% FND) ha sido observado también en trabajos publicados anteriormente (Gutiérrez et al., 2002; Nicodemus et al., 2003). Son varios los trabajos publicados que indican un efecto positivo de la adición de fuentes de fibra soluble sobre el estado sanitario y los rendimientos productivos de los conejos (Soler et al., 2003; García et al., 2005), sin embargo, no podemos decir lo mismo en base a los resultados obtenidos en este trabajo. Una posible explicación al efecto negativo de la inclusión de pulpa de manzana sobre los rendimientos productivos se podría encontrar en un nivel de inclusión de la pulpa de manzana demasiado alto (14%) que condujo a un descenso en la ingestión. (Carabaño et al., 1997). Tal y como ocurría en el periodo de lactación, esto podría indicar la necesidad de establecer un límite máximo de inclusión de la pulpa de manzana en los piensos de conejos de 35 a 63 días por debajo del 14%.

Tabla3. Efecto del tipo de pienso sobre los parámetros productivos de conejos de 35-63 días

	Densidad		Pienso Lactación		Pienso Cebo			SEM n=25	Probabilidad			
	Ind.	Col.	L1	L2	C1	C2	C3		D	L	C	LXC
Peso 35d, g	829	843	864 ^a	808 ^b	837	837	834	13.0	NS	***	NS	NS
Peso 63d, g	2163 ^a	2096 ^b	2165 ^b	2095 ^b	2213 ^a	2136 ^b	2041 ^c	27.7	**	***	***	NS
Ganancia peso, g/d	47.6 ^a	44.8 ^b	46.4	45.9	49.1 ^a	46.4 ^b	43.1 ^c	0.59	***	NS	***	NS
Consumo pienso g/d	121 ^a	108 ^b	116 ^a	113 ^b	117 ^b	121 ^a	106 ^c	1.83	***	*	***	NS
Índice conversión	2.54 ^a	2.42 ^b	2.50	2.45	2.38 ^c	2.61 ^a	2.45 ^b	0.02	***	*	***	NS
Mortalidad, %	0.544	1.250	0.958	0.837	1.127	1.150	0.315	0.95	NS	NS	NS	NS



El efecto de los piensos sobre la digestibilidad ileal aparente se muestra en la tabla 4. Se observaron diferencias significativas en la digestibilidad ileal aparente de materia seca (DIMS) de los piensos. Los piensos C1 y C3 mostraron los valores de digestibilidad más altos (un 9.5% superiores a C2). Esto puede explicarse por el distinto nivel de fibra existente entre C1 vs. C2 a igual tipo de fibra y por la mayor digestibilidad de la fibra procedente de pulpa de manzana que de paja (C3 vs. C2). No hubo diferencias significativas en la digestibilidad ileal aparente de la proteína (DIPB) entre los distintos piensos.

Tabla 4. Efecto del nivel y tipo de fibra sobre la digestibilidad ileal aparente de MS y PB (%)

	Pensos Cebo			SEM	Probabilidad
	C1	C2	C3		
DI _{MS}	60.92 ^a	55.21 ^b	60.08 ^a	1.409	0.0301
DI _{PB}	79.11	76.92	78.79	0.8548	0.2057

CONCLUSION

La inclusión de un 10 y un 14% de pulpa de manzana en los piensos de conejos de 21 a 35 y de 35 a 63 días de edad de los gazapos, respectivamente, conduce a un empeoramiento de los rendimientos productivos. En general se puede concluir que de 21 a 63 días de edad de los gazapos y en condiciones de baja mortalidad y escasa incidencia de enteropatía, piensos con un 30% de FND y paja como principal fuente de fibra conducirían a mejores rendimientos productivos que piensos con niveles más altos de FND (36%).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (Proyecto PIIC:04-0136).



BIBLIOGRAFIA

- AOAC. 2000. *Association of Official Analytical Chemist*. Official Methods of Analysis. 17th edition. AOAC. Gaithersburg, MD.
- CARABAÑO R., MOTTA-FERREIRA W., DE BLAS J.C., FRAGA M.J. 1997. Substitution of sugarbeet pulp for alfalfa hay in diets for growing rabbits. *Anim. Feed Sci. Technol.* 65: 249-256.
- DE BLAS, J.C., MATEOS, G.G. 1998. Feed formulation. In: *The Nutrition of the Rabbit* (ed. J.C. de Blas and J. Wiseman), pp. 241-253. Commonwealth Agricultural Bureau, Wallingford, UK.
- DE BLAS J.C., GARCIA J., GOMEZ-CONDE S., CARABAÑO R. 2002. Restricciones a la formulación de piensos para minimizar la patología digestiva en conejos. *FEDNA*: 73-93.
- GARCÍA J., CARABAÑO R., DE BLAS J.C. 1999. Effect of fiber source on cell wall digestibility and rate of passage in rabbits. *J. Anim. Sci.* 77: 898-905
- GARCÍA J., GOMEZ-CONDE S., CHAMORRO S., NICODEMUS N., DE BLAS J.C., CARABAÑO R., PEREZ DE ROSAS A., BADIOLA I. 2005. Proyecto INIA sobre Enteropatía mucoide: resultados sobre la investigación en nutrición. *ASESCU*:157-165
- GOMEZ-CONDE M.S., CHAMORRO S., REBOLLAR P.G., EIRAS P., GARCIA J., CARABAÑO R. 2005. Efecto del tipo de fibra sobre el tejido linfoide asociado a intestino en gazapos de 35 días de edad. *ITEA* 26: 461-463.
- GUTIERREZ I., ESPINOSA A., GARCIA J., CARABAÑO, DE BLAS J.C. 2002. Effect of levels of starch, fiber and lactose on digestion and growth performance of early weaned rabbits. *J. Anim. Sci.* 80: 1029-1037.
- HALL M.B., PELL A.N., CHASE L.E. 1998. Characteristics of neutral detergent-soluble fibre fermentation by mixed ruminant microbes. *Anim. Feed Sci. Technol.* 70: 23-39.
- NICODEMUS N., REDONDO R., CARABAÑO R., DE BLAS J.C., GARCIA J. 2003. Effect of level of fibre and type of ground of fibre sources on digestion and performance of growing rabbits. *3rd Meeting of COST Action 848*. Workshop on nutrition and meat quality. Praga.
- NICODEMUS N., PEREZ ALBA L., CARABAÑO R. DE BLAS J.C. BADIOLA I., PEREZ DE ROSAS A., GARCIA J. 2004. Effect of level of fibre and type of ground of fibre sources on digestion and ileal and cecal characterization of microbiota of early weaned rabbits. *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress*. Puebla. México.
- SAS. 1990. SAS/STAT. *Ususer's guide*. SAS Inst. Inc., Cary, N.C.
- SOLER M.D., BLAS E., CANO J.L., PASCUAL J.J., CERVERA C., FERNÁNDEZ J. 2003. Effect of digestible fibre/starch ratio and fat level of diet on health of rabbits around weaning. *3rd Meeting of COST Action 848*. Workshop on nutrition and meat quality. Praga.
- VAN SOEST J.P., ROBERTSON J.B., LEWIS B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.



Nutrición

EFECTO DEL NIVEL DE ENERGÍA DEL PIENSO SOBRE EL CRECIMIENTO, LA MORTALIDAD Y EL RENDIMIENTO DE LA CANAL EN CONEJOS

Effect of dietary energy level on growth performance, mortality and carcass weight in rabbits

Carrilho M.C.¹, López M.¹, Mateo A.²

¹Facultad de Veterinaria. Dpto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos.
Producción Animal. Miguel Server, 177. 50013 Zaragoza. Spain.
marina@unizar.es

²Veterinario. garlic@colvet.es

RESUMEN

El efecto de tres dietas con niveles de energía diferente (A: 2300 kcal; B: 2205 kcal y C: 1900 kcal) sobre la evolución del peso, del crecimiento y el rendimiento de la canal fue analizado en tres grupos de un total de 429 conejos distribuidos en dos réplicas (cerca de 50% en cada una). Las raciones fueron administradas desde el destete hasta la tercera semana de cebo, siendo entonces sustituidas por el pienso de retirada (2360 kcal). Los animales alimentados con el pienso A presentaron mayores pesos tanto al cambio de pienso ($1536,49 \pm 211,14$ y $1594,48 \pm 231,38$) como al final del período de cebo, aunque solo se presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) a las 3 semanas de cebo. Los del pienso C tuvieron los pesos más bajos en ese momento ($1448,31 \pm 186,20$ y $1500,58 \pm 245,72$) y los del pienso B presentaron peso intermedio ($1488,19 \pm 200,48$ y $1534,70 \pm 272,87$). Al final del período de cebo no se observaron diferencias significativas en los pesos de los tres grupos de animales.

Los grupos A y B tuvieron una tasa de crecimiento significativamente más alta durante la primera fase del cebo ($A = 38,44 \pm 6,31$ y $38,33 \pm 8,16$ y $B = 36,75 \pm 6,06$ y $33,67 \pm 14,33$), mostrando el C una fase de alto crecimiento cuando empezó a recibir el pienso de retirada. La mortalidad durante el primer control fue de 1,35%, 1,35% y 5,41% en los grupos A, B y C, respectivamente. Durante el segundo control, la tendencia fue opuesta pues en el grupo A la tasa de mortalidad alcanzó el 10%, el 4,45% en el B y solamente 1,47% en el grupo C. En ambos controles la mortalidad afectó a gazapos de jaulas contiguas.

En relación con los conejos sacrificados, no se observaron diferencias significativas entre grupos ni en el peso vivo de sacrificio, ni en el peso de la canal fría o el rendimiento comercial en los sacrificios de animales de 2kg de peso vivo ($n = 90$). Los rendimientos estuvieron próximos al 57%. Tampoco el rendimiento de la canal fue diferente en los conejos que se sacrificaron con 2,250 Kg, el cual superó el 58% en todos los grupos.

ABSTRACT

The effect of three diets with different energy levels (A: 2300 kcal; B: 2205 kcal and C:1900 kcal) on the evolution of the weight, growth and carcass yield in a total of 429 rabbits distributed into three groups in two replicates (about 50% in each one) was analyzed. The diets were given from the beginning to the third week of fattening, when they were replaced by the finalizing diet (2360 kcal).

The animals which were fed the diet A presented higher weights when the diet was replaced as well as by the end of the fattening period, although significant differences ($p < 0,05$) were only observed at the end of the three weeks of the fattening period. At that moment, those of the C diet had the lowest weights ($1448,31 \pm 186,20$ y $1500,58 \pm 245,72$) and those of the B diet presented an intermediate weight ($1488,19 \pm 200,48$ y $1534,70 \pm 272,87$). No significant differences on the weights of the three animal groups were found at the end of the fattening period. During the first phase of the fattening period the groups A and B had a significantly higher growth rate than the C group (A = $38,44 \pm 6,31$ y $38,33 \pm 8,16$ y B = $36,75 \pm 6,06$ y $33,67 \pm 14,33$) which, when started to receive the finalizing diet, showed a phase with a high growth.

During the first control, the mortality was of 1,35%, 1,35% and 5,41% in groups A, B and C, respectively. The tendency was contrary during the second control, when the mortality reached 10% group A, 4,45% in B and only 1,47% en el group C. The mortality affected young rabbits of contiguous cages in both replicates.

In relation to the slaughtered rabbits no significant differences were observed among groups on the slaughter live weight, as well as on cold carcass weight or commercial carcass yield in animals of 2kg ($n = 90$). Also, the carcass yield was not different on those rabbits slaughtered at 2,250Kg, which increased to above 58% in all groups.

INTRODUCCIÓN

Desde la aparición de la enteropatía mucoide en las granjas de conejos, la composición y el manejo de pienso ha sido uno de los aspectos modificados con el objeto de paliar los efectos nefastos de esta *patología*. La restricción de pienso, bien ofreciendo menor cantidad o restringiendo el aporte de agua durante unas horas con el fin de que los conejos tengan más reposado el tracto digestivo, ha permitido reducir la tasa de mortalidad (y la de morbilidad) en condiciones de granja en casi el 10% en los conejos sometidos a restricciones importantes (Gidenne, 2003).

Sin embargo, establecer como rutina el racionamiento de pienso no es fácil pues existe el riesgo de acentuar la heterogeneidad en el peso de los conejos, requiere conocer muy bien las necesidades de la base genética que se maneja con el fin de evitar los efectos adversos y, además, no puede aplicarse en granjas con reparto automático de pienso. Por estos motivos, y con el fin de que sea el gazapo el que se autorregule la ingesta, se ha planteado el presente trabajo en el que se analizan las consecuencias de ofrecer piensos de bajos niveles de energía en base a materias primas que permiten una repleción adecuada del tracto digestivo intentando así evitar la sensación de hambre.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este experimento han sido utilizados un total de 429 conejos híbridos comerciales. Los conejos fueron elegidos al azar en el momento del destete, se dividieron en tres grupos que recibieron pienso medicado de distinto nivel de energía durante las tres primeras semanas de cebo (grupos A, B y C) recibiendo a continuación pienso de retirada hasta el momento del sacrificio (Tabla 1). Los animales fueron pesados semanalmente y se sacrificaron al peso comercial habitual. De entre ellos se eligieron 180 animales sacrificados a 2kg y 2,25kg de peso, la mitad de cada uno de los pesos, con el fin de conocer su rendimiento de canal.



Para comprobar si la tendencia se repite, el experimento se realizó en dos replicas, contando con cerca del 50% de animales cada una.

Tabla 1: Composición de las dietas administradas durante el cebo

Composición	A	B	C	Retirada
Proteína bruta	15,6	15,5	14,34	15,8
Fibra bruta	16,69	19,18	23,44	15,67
Grasa bruta	3,71	3,55	3,51	4,02
Energía dig Con	2300	2205	1900	2360
Almidón	11,28	6	2,09	14
FAD	22,95	25,85	32,72	21,49
FND	39,17	41,25	45,72	37,63

Todos los conejos nacieron y se cebaron en una granja situada en Ejea de los Caballeros (Zaragoza) y fueron sacrificados tras aturdimiento eléctrico en un matadero comercial de Cascante (Navarra). Inmediatamente antes del sacrificio se determinó el peso de los animales (PVS) y después del sacrificio, la sangre, la piel, las partes distales de la cola, de las patas y los manguitos fueron extraídos para obtener la canal comercial. Esta canal incluye la cabeza, hígado, pulmones, timo, esófago, corazón y riñones. Las canales fueron trasladadas al laboratorio de la Unidad de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza, refrigeradas a 4°C durante 24 horas y pesadas a continuación (PCF).

Los resultados fueron analizados mediante ANOVA, siendo el pienso el factor fijo. El test de Duncan ($p < 0,5$) se aplicó para comparar los valores medios en los casos en que el análisis de varianza indicaba un efecto significativo. Se utilizó el paquete estadístico SPSS 13.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de cada una de las dos replicas se presentan por separado. Las Tablas 2.1 y 2.2, muestran los valores medios obtenidos para pesos y las Tablas 3.1 y 3.2 los de crecimiento durante el período de cebo.

Primero, y en las dos replicas (Tablas 2.1 y 2.2), se puede ver que los animales alimentados con el pienso de alta energía son los que presentan mayores pesos tanto al cambio de pienso como al final del período de cebo, aunque solo se presentan diferencias significativas ($p < 0,05$) a las 3 semanas de cebo, que es el momento en el que se inició la oferta del pienso de retirada. Los de baja energía tuvieron los pesos más bajos en ese momento, tal como se esperaba, y los que recibieron niveles medios de energía presentaron peso intermedio.

Tabla 2.1: Peso al destete, en el momento del cambio de pienso y el último día de cebo – replica 1

Pienso	Peso	Destete	Cambio de pienso	Peso granja
Alta energía (A)		812,88 ± 123,45 a	1536,49 ± 211,14 b	1998,08 ± 285,53 a
Media energía (B)		793,51 ± 126,60 a	1488,19 ± 200,48 ab	1953,82 ± 261,16 a
Baja energía (C)		822,30 ± 121,12 a	1448,31 ± 186,20 a	1932,82 ± 273,27 a

a,b: letras diferentes en la misma columna significa diferencias entre pesos

Tabla 2.2: Peso al destete, en el momento del cambio de pienso y el último día de cebo – replica 2

Pienso	Peso	Destete	Cambio de pienso	Peso granja
Alta energía (A)	974,29 ± 163,08 a	1594,48 ± 231,38 b	2065,60 ± 321,01 a	
Media energía (B)	956,18 ± 162,21 a	1534,70 ± 272,87 ab	2032,92 ± 354,55 a	
Baja energía (C)	981,00 ± 146,58 a	1500,58 ± 245,72 a	2036,04 ± 257,91 a	

a,b: letras diferentes en la misma columna significa diferencias entre pesos

También se puede observar que al final del período de cebo no se presentan diferencias significativas en los pesos de los tres grupos de animales. Así, la oferta de piensos “flojos” no parece repercutir negativamente en el peso final conseguido de modo que ya podemos deducir que, en las condiciones del experimento, existe un crecimiento compensador después de la administración del pienso de retirada en los grupos con bajos niveles energéticos, y sobre todo en el de inferior nivel.

En efecto, en la Tabla 3.1 se observa que los grupos A y B presentan una tasa de crecimiento significativamente más alta que el C durante la primera fase del cebo, mientras que este grupo C muestra una fase de alto crecimiento cuando empieza a recibir el pienso de retirada. A pesar de este crecimiento compensador, la ganancia media diaria del grupo C resulta ligeramente más baja que la de los otros grupos en el período total de cebo, aunque las diferencias no son significativas.

Tabla 3.1: Crecimiento durante el período de cebo - replica 1

Pienso	Peso	Destete cambio pienso	1ª semana pienso retirada	2ª semana pienso retirada	Cambio pienso - sacrificio	Destete - sacrificio
Alta energía (A)	38,44 ± 6,31 b	44,35 ± 9,65 b	27,33 ± 15,71 a	32,17 ± 10,42 a	34,09 ± 6,99 a	
Media energía (B)	36,75 ± 6,06 b	36,71 ± 13,35 a	29,01 ± 12,27 a	32,89 ± 8,22 a	34,81 ± 5,25 a	
Baja energía (C)	33,00 ± 7,15 a	48,27 ± 15,47 b	27,86 ± 11,61 a	35,18 ± 11,00 a	32,72 ± 6,35 a	

a,b: letras diferentes en la misma columna significa diferencias entre pesos

En la 2ª replica (Tabla 3.2) las tendencias fueron las mismas aunque el grupo B presentó menor crecimiento en la primera fase de cebo y manifestó después cierto crecimiento compensador.

Tabla 3.2: Crecimiento durante el período de cebo - replica 2

Pienso	Peso	Destete cambio pienso	1ª semana pienso retirada	2ª semana pienso retirada	Cambio pienso - sacrificio	Destete - sacrificio
Alta energía (A)	38,33 ± 8,16 b	33,23 ± 15,97 a	35,90 ± 16,32a	30,48 ± 11,10a	34,07 ± 8,71 a	
Media energía (B)	33,67 ± 14,33 a	36,50 ± 12,28 a	37,15 ± 13,16a	33,43 ± 11,24a	33,04 ± 8,57 a	
Baja energía (C)	33,32 ± 7,89 a	38,57 ± 15,77 a	40,06 ± 17,36a	35,55 ± 10,60a	33,04 ± 6,53 a	

a,b: letras diferentes en la misma columna significa diferencias entre pesos

La mortalidad durante el primer control fue de 1,35% en el grupo A, 1,35% en el grupo B y 5,41% en el C, presentando estos gazapos síntomas digestivos aunque no relacionados con enteropatía sino con un pequeño brote de coccidiosis que se presentó en la granja. Durante el segundo control, la tendencia fue opuesta pues en el grupo A la tasa de mortalidad alcanzó el 10%, el 4,45% en el B y solamente 1,47% en el grupo C. En ambos controles la mortalidad afectó a gazapos de jaulas contiguas.

En relación con los conejos sacrificados no se observaron diferencias significativas ni en el peso vivo de sacrificio, ni en el peso de la canal fría o el rendimiento comercial entre los animales de los tres grupos sacrificados con cerca de 2kg de peso vivo (n = 90, distribuidos equitativamente) (Tabla 3). Los rendimientos estuvieron próximos al 57%.

Tabla 3: Peso vivo al sacrificio (PVS), peso de la canal fría (PCF) y rendimiento canal (RC)

Pienso	Peso	PVS	PCF	RC
Alta energía (A)		1939,29 ± 82,82 a	1103,03 ± 75,28 a	56,85 ± 2,48 a
Media energía (B)		1976,00 ± 121,81 a	1138,86 ± 86,71 a	57,62 ± 2,08 a
Baja energía (C)		1967,00 ± 84,86 a	1124,55 ± 77,27 a	57,13 ± 2,09 a

a,b: letras diferentes en la misma columna significa diferencias entre pesos

Tampoco el rendimiento de la canal fue diferente en los conejos que se sacrificaron con 2,250Kg, el cual se incremento por encima del 58% en todos los grupos, aunque el peso de la canal fría fue significativamente superior en el grupo B, quizá como reflejo de un ligero mayor peso de sacrificio.

Tabla 3.1: Peso vivo al sacrificio (PVS), peso de la canal fría (PCF) y rendimiento canal (RC)

Pienso	Peso	PVS	PCF	RC
Alta energía (A)		2266,25 ± 97,97 a	1314,57 ± 62,41 a	58,10 ± 1,46 a
Media energía (B)		2295,00 ± 94,24 a	1346,89 ± 53,87 b	58,67 ± 1,10 a
Baja energía (C)		2252,00 ± 100,63 a	1312,45 ± 63,41 a	58,25 ± 1,69 a

a,b: letras diferentes en la misma columna significa diferencias entre pesos

Así y de acuerdo con los autores que han estudiado la modificación de los niveles de energía durante el cebo de los conejos, el suministro de raciones con baja o moderada energía en el periodo post-destete seguido de piensos de alta energía durante el acabado, permite que el crecimiento y el rendimiento de las canales no se deterioren respecto a los obtenidos en conejos que consumen pienso altamente concentrado durante todo el periodo de cebo (Lebas et al., 1982, Dalle Zotte et al., 1996, Xiccato et al., 1998).

Por ello y a la espera de evaluar la ingesta en los grupos A, B y C así como las características de calidad de su canal y de la carne, parece que el ganadero que por razones de enteropatía deba suministrar estos piensos a sus conejos, puede hacerlo, incluso a niveles muy bajos sin problemas de crecimiento y rendimiento según los resultados del presente estudio si con ello consigue niveles de mortalidad aceptables.

■ AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a D. Fernando Ros por su colaboración desinteresada y sugerencias y por permitirnos utilizar libremente su granja. También a la buena disposición y profesionalidad del personal del matadero de conejos Galipienzo. El trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo financiero del Servicio de Ordenación y Sanidad Animal del Dpto. de Agricultura y Alimentación de la Diputación General de Aragón.

BIBLIOGRAFÍA

- DALLE ZOTTE A., OUHAYOUN J., PARIGI BINI R., XICCATO G. 1996. Effect of age, diet and sex on muscle energy metabolism and on related physicochemical traits in the rabbit. *Meat Science* 43: 15-24
- GIDENNE T. 2003. Approche nutritionnelle de la maîtrise des troubles digestifs du lapin de chair en engraissement: influence de rationnement. En: *Note d'information sur les travaux de recherche conduits sur l'Enterocolite Epizootic du Lapin*. Note N° 16, Page 2.
- LEBAS F., LAPLACE J.P., DROUMENQ P. 1982. Effects de la teneur en énergie de l'aliment chez le lapin. Variations en fonction de l'âge des animaux et de la séquence des régimes alimentaires. *Ann. Zootech.* 31: 233-256
- XICCATO G., COSSU M.E., TROCINO A., QUEAQUE P.I. 1998. Influence du rapport amidos/fibre et de l'addition de graisse en post-sevrage sur la digestion, les performances zootechniques et la qualité bouchère du lapin. *World Rabbit Science* 6 (Special issue-Hors serie): 22.

Nutrición

INFLUENCIA DE LA EDAD AL DESTETE (25 VS 35), LA NAVE Y EL PERIODO SOBRE LA MORTALIDAD Y PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE GAZAPOS

Effect of weaning age (25 vs 35), the farm and the period on mortality and performance of growing rabbits.

Garrido S., Nicodemus N., Chamorro S., de Blas J.C.

Departamento de Producción Animal.

Universidad Politécnica de Madrid. ETSI Agrónomos

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia de la edad al destete (25 vs 35 días), la nave (con o sin vacío sanitario) y el periodo (destetes de dos partos consecutivos) sobre la mortalidad y los parámetros productivos de gazapos desde el destete hasta los 56 días de edad. Para ello, se utilizaron 668 gazapos Neozelandés Blanco x Californiano que se distribuyeron a azar entre los ocho tratamientos. Tanto la nave, como el periodo y la edad al destete influyeron sobre la mortalidad, siendo ésta mayor en el segundo periodo (20,2 vs 14,5 %, $P = 0,05$), en la nave en la que no se realizó ningún vacío sanitario entre ciclos (20,0 vs 14,2%, $P = 0,03$) y en los animales destetados a los 35 días, con respecto a los que se destetaron a los 25 días de edad (20,0 vs 14,7%, $P = 0,06$). Se observó una interacción entre la edad al destete y la nave ($P < 0,001$). La mortalidad en los animales destetados a 35 días fue menor en la nave donde no se realizó el vacío sanitario, con respecto a la que no se desinfectó, mientras que en los destetados a 25 días fue similar en ambos tipos de naves. También se encontró una interacción ($P = 0,02$) entre la nave y el periodo. La mortalidad en el segundo periodo fue un 49% superior en la nave que no se desinfectó, mientras que en el primer ciclo fue similar en las dos naves. La mortalidad siguió la misma evolución en animales destetados a los 25 y a los 35 días, apareciendo un pico de mortalidad alrededor de la segunda semana tras el destete. El peso medio de los gazapos a los 56 días fue similar entre los animales destetados a los 25 y 35 días de edad (1805 vs 1787 g, respectivamente; $P = 0,54$). Sin embargo, la eficacia alimenticia durante el periodo de cebo fue superior en los gazapos destetados a 25 días que en los destetados a 35 días (0,392 vs 0,298 g/g; $P < 0,01$).

ABSTRACT

The aim of this work was to study the effect of the weaning age (25 vs 35 days), the type of farm (cleaned and disinfected or not) and the period (corresponding to two consecutive parturitions) on the mortality and performance of the young rabbits from the weaning until 56 days of age. A total of 668 New Zealand x Californian young rabbits were allotted at random among the eight treatments. The mortality was affected by the period, the farm and the weaning age, being higher in the second period (20,2 vs 14,5 %, $P = 0,05$), in the farm without cleaning and disinfection between cycles (20,0

vs 14,2%, $P = 0,03$) and in the animals weaned at 35 days of age (20,0 vs 14,7 %, $P = 0,06$). An interaction between the weaning age and the farm ($P < 0,001$) on the mortality was observed. The mortality in the animals weaned at 35 days was lower in the farm cleaned and disinfected with respect to that without any disinfecting, while in those weaned at 25 days was similar in both farms. An interaction between the farm and the period was also found ($P = 0,02$). Mortality in the second period was a 49% higher in the farm without cleaning and disinfecting, while in the first cycle it was similar in the two farms. Animals weaned both at 25 and 35 days had a peak of mortality around two weeks post weaning. The average weight of the young rabbits at 56 days was similar between the animals weaned at 25 and 35 days of age (1805 vs 1787 g, respectively; $P = 0,54$). However, the feed efficiency in the whole fattening period was higher in the young rabbits weaned at 25 days than in those weaned at 35 days (0,392 vs 0,298 g/g; $P < 0,01$).

INTRODUCCIÓN

Estudios recientes han puesto de manifiesto que lactaciones más cortas permiten mejorar el balance energético de las conejas (Xiccatto et al., 2004) e incrementar su productividad (Nicodemus et al., 2002).

Sin embargo, los resultados del efecto de la edad del destete sobre la mortalidad y los rendimientos de los gazapos durante el cebo son contradictorios. Así, Lebas (1993) recomienda un destete tardío (35 días de edad) para reducir la mortalidad. Gidenne y Fortun-Lamothe (2001) encontraron una mayor mortalidad entre 32 y 45 días en gazapos destetados a los 23 días que en los destetados a 32 días (17,2 vs 9,2%). Por el contrario, Xiccatto et al. (2000) no observaron ningún efecto negativo sobre la mortalidad antes y después del destete entre animales destetados a los 21, 25, 28 y 35 días. De Blas et al. (1981) encontraron que el peso a 35 días de gazapos destetados a 25 días fue inferior que el que tenían aquellos animales que fueron destetados a los 35 días (750 vs 870 g, respectivamente), aunque todos finalizaron el cebo con el mismo peso (2,0 kg) debido al crecimiento compensatorio que tuvieron los primeros. Igualmente, Prud'hon y Bel (1968), observaron que gazapos destetados a los 14 días de edad alcanzaron un peso a las 8-9 semanas similar a los destetados a los 32 días, sin encontrar diferencias sobre la mortalidad. Estos resultados coinciden con los de Piattoni y Maertens (1999) que indicaron que los conejos destetados precozmente (18 días) se adaptaron mejor a la ingestión del pienso, alcanzando un peso similar a los 56 días de edad que los que fueron destetados a los 32 días. En contraposición a estos autores, Ferguson et al. (1997) observaron que los animales destetados a los 14 días ingirieron menor cantidad de alimento y como consecuencia, tuvieron un menor crecimiento y una mayor mortalidad que los destetados a 28 días de edad. Por otra parte, hay otros factores que influyen sobre la mortalidad, como el periodo en el que se realice estudio (con variaciones desde el 0 hasta el 70%), el estado sanitario de la granja, la alimentación y el tipo de medicación que se suministre a los animales (García et al., 2005; Pérez de Rozas et al., 2005).

El objetivo de este trabajo es estudiar la influencia de la edad al destete (25 vs 35), la nave (con o sin vacío sanitario) y el periodo (dos partos consecutivos) sobre la mortalidad y los rendimientos productivos de gazapos durante el periodo de cebo, sin adicionar antibióticos y alimentados con un pienso adaptado a sus necesidades.

MATERIAL Y MÉTODOS

Procedimiento experimental

Se utilizaron 668 animales de raza Neocelandés Blanco x Californiano, que se asignaron al azar a los 8 tratamientos (2 edades al destete x 2 naves x 2 periodos), a razón de 84 animales de media

por tratamiento. Los animales se alojaron en grupos de cuatro en jaulas colectivas que medían 600 x 500 x 330 mm. Se distribuyeron en dos naves diferentes con un ciclo luz-oscuridad de 12 horas y el estudio se repitió durante dos periodos correspondientes a dos partos consecutivos. En una de las naves se realizó un vacío sanitario al inicio del periodo experimental y entre ambos periodos pulverizando con un desinfectante (Composición: 15% Glutraldehido, 10% Cloruro de didecilmetilamonio, 10% Pipermetrina y un 100% de disolventes y excipientes) que elimina bacterias Gram positivas, Gram negativas, virus, esporas, hongos y micoplasmas y también fumigando con un plaguicida (Composición: 56% Fosforo de magnesio y 100% de excipientes) con funciones de acaricida, insecticida y rodenticida. En la otra nave no se realizó ningún tipo de vacío sanitario. La mortalidad se controló diariamente durante el periodo experimental (25 ó 35-56 días). También se controló el peso de los gazapos a los 25, 35 y 56 días de edad para aquellos animales que se destetaron con 25 días y a 35 y 56 días en los animales destetados a los 35 días. En ningún tratamiento los animales fueron suplementados con antibiótico.

Pienso

Todos los gazapos fueron alimentados con un pienso experimental. Los ingredientes, así como la

Tabla 1. Ingredientes y composición química del pienso experimental

Ingredientes	(%)	Composición química	(%MS)
Trigo blando	25	Materia seca	90,9
Salvado de trigo	24,3	Ceniza	7,8
Harina de girasol	10	Proteína bruta	17,5
Alfalfa henificada	34	Almidón ²	23
Paja tratada soja	3	FND	33
Manteca	2	FAD	17,8
Cloruro sódico	0,5	LAD ²	4,57
Corrector ¹	0,5	EE	5,2
DL-Metionina	0,15	ED2 (Ical/kg MS)	2850
L-lisina HCL	0,35	Lisina ²	1
L-Treonina	0,15	Metionina ²	0,44
		Treonina ²	0,76
		Glutámico ²	2,86
		Arginina ²	0,99

¹ Proveedor Trouw Nutrition España, S.A. Composición en vitaminas y minerales (mg/kg): Mg, 290; Na, 329; S, 275; Co, 0,7; Cu, 10; Fe, 76; Mn, 20; Zn, 59,2; I, 1,25; Colina, 250; riboflavina, 2; Niacina, 20; vitamina B₆, 1; vitamina K, 1; Vitamina E, 20 IU/kg; Tiamina, 1; Vitamina A, 8,375 IU/kg, y Vitamina D₃, 750 IU/kg.

² Valores calculados según FEDNA, 2003.

Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados como un diseño completamente al azar con una estructura factorial de los tratamientos: edad al destete (2) x tipo de nave (2) x periodo (2) y sus interacciones como las principales fuentes de variación.

Para determinar el efecto del tratamiento sobre las variables estudiadas se realizó un análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM del SAS (Statistical Systems Institute Inc., Cary, NC).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se muestra el efecto de la edad al destete (25 vs 35), la nave (desinfectada o sin desinfectar) y el periodo (1 y 2) sobre la mortalidad en el cebo, hasta los 56 días de edad. La mortalidad fue superior en los animales destetados a los 35 días que en aquellos destetados a los 25 días (20,0 y 14,7%, respectivamente; $P = 0,06$, Figura 1), en el periodo 2 que en el periodo 1 (20,2 y 14,5 %, respectivamente; $P = 0,05$) y en la nave en la que no se realizó ningún vacío sanitario con respecto a la que sí se desinfectó (20,0 y 14,2%, respectivamente; $P = 0,03$). Se observó una interacción ($P = 0,0003$) entre la edad al destete y la nave sobre la mortalidad (Figura 2). La mortalidad en los animales destetados a 25 días fue similar en ambos tipos de naves, mientras que en los destetados a 35 días ésta fue menor en la nave donde se realizó el vacío sanitario, con respecto a la que no se desinfectó. Estos resultados indican que adelantar el destete podría tener ventajas cuando no se limpia y desinfecta la nave entre ciclos, puesto que el mayor contacto con la madre de los animales destetados más tarde podría aumentar la transmisión de patógenos vía materna (Schlolaut, 1988) y éstos ser más susceptibles de padecer patologías cuanto peor sea el estado sanitario de la nave. También se encontró una interacción ($P = 0,02$) entre la nave y el periodo (Figura 3). La mortalidad de los gazapos durante el primer periodo fue similar entre las dos naves, mientras que en el segundo ciclo fue un 49% superior en la nave donde no se realizó ningún vacío sanitario, lo que indicaría una mayor carga microbiana de la misma, y resalta la importancia de limpiar y desinfectar la nave para controlar la mortalidad cuando no se suministran antibióticos a los animales.

Tabla 2. Efecto de la edad al destete, la nave y el periodo sobre la mortalidad (%)

	Edad al destete (días)	
	25	35
Periodo 1		
Nave desinfectada	17	12,5
Nave sin desinfectar	9,09	19,3
Periodo 2		
Nave desinfectada	15,9	37,5
Nave sin desinfectar	4,08	
EEM1		
Probabilidad		
P (edad destete)	0,06	
P (nave)	0,03	
P (periodo)	0,05	
P (edad x nave)	<0,001	
P (edad x periodo)	0,39	
(nave x periodo)	0,02	
P (edad x periodo)	0,27	

¹EEM = Error estándar medio (n = 84)

Figura 1. Efecto de la edad al destete (25 vs 35) sobre la mortalidad ($P = 0,06$)

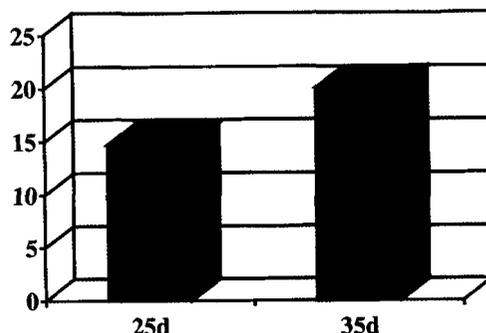


Figura 2. Efecto de la interacción entre la edad y la nave sobre la mortalidad ($P = 0,0003$)

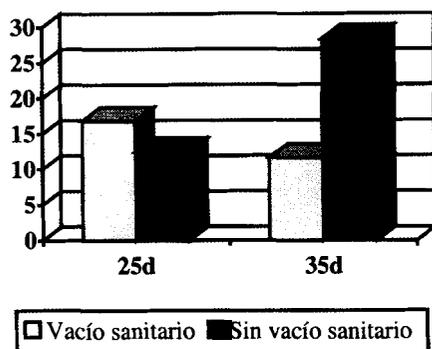
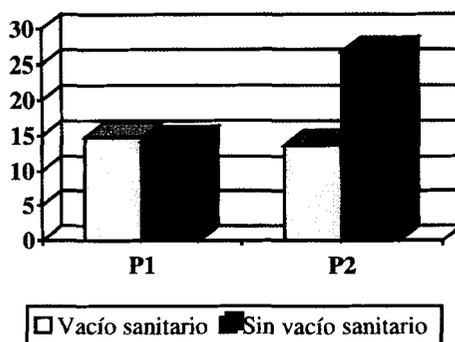


Figura 3. Efecto de la interacción entre la nave y el periodo sobre la mortalidad ($P = 0,02$)

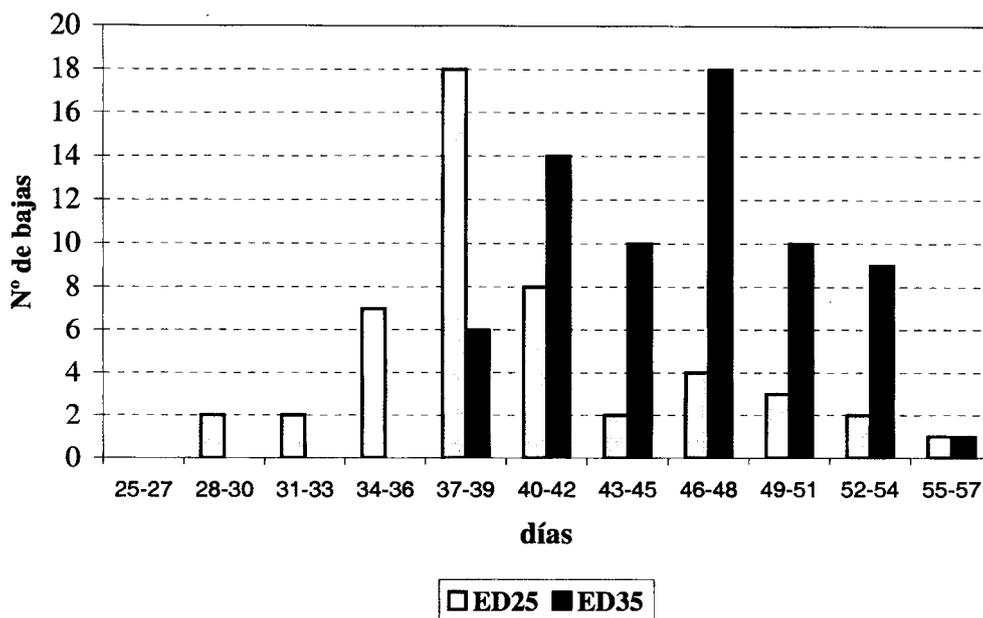


La mortalidad en ambas edades al destete siguió una evolución paralela en los dos periodos estudiados, apareciendo un pico de mortalidad alrededor de la segunda semana tras el destete tanto en los animales destetados a 25 días como en los destetados a 35 días (Figura 4). Estos resultados coinciden con los ya descritos por Pérez de Rozas et al. (2005) en animales destetados a 35 días y afectados por Enteropatía Epizoótica del Conejo (EEC). Gallois et al. (2005) también observaron un incremento de la morbilidad en gazapos inoculados con *E. Coli 0103* unos diez días tras el destete, independientemente de la edad a la que éste se realizó (21 ó 35 días).

El peso medio y la desviación estándar por jaula al destete y a los 56 días fue de 1713 ± 208 y de 6165 ± 1544 g, respectivamente, para los gazapos destetados a los 25 días, y de 3260 ± 310 y 5708 ± 1708 g, respectivamente, para los destetados a los 35 días. El menor peso por jaula alcanzado por los animales que se destetaron más tarde pudo deberse a la mayor mortalidad de éstos durante el cebo ($20,0$ vs $14,7$ %), ya que cuando se expresa el peso medio a los 56 días en gramos por gazapo no se observaron diferencias significativas ($P = 0,54$) entre los dos grupos de animales (1805 ± 176 y 1787 ± 278 g, para los destetados a 25 y a 35 días, respectivamente). La eficacia alimenticia de 25 a 56 días fue de $0,392 \pm 0,102$ g/g y de 35 a 56 días de $0,298 \pm 0,211$ g/g ($P < 0,01$). La mayor eficacia de los gazapos destetados a los 25 días puede estar relacionada con que estos animales se murieron a menor edad que los destetados a 35 días, pero también a que el periodo considerado no es el mismo y favorece a los destetados más jóvenes, ya que la eficacia alimenticia es máxima en el periodo de 25 a 35 días. Rodríguez et al., (1982) también observaron que los animales destetados a 25 días utilizaban de forma más eficaz el alimento que los destetados a 35 días.

Figura 4. Efecto de la edad del destete (25 y 35 días) sobre la distribución de la mortalidad en los dos periodos de cebo

EMBED Excel.Chart.8 \s



Conclusiones

En las condiciones de este estudio, un destete a 25 días presenta ventajas en términos de menor mortalidad a edades más precoces, lo que se traduce en un aumento de la eficacia alimenticia, especialmente cuando las condiciones de ambiente sanitario en la nave son buenas. Los resultados también indican la importancia de una adecuada limpieza y desinfección si se pretende evitar el uso de antibióticos.

REFERENCIAS

- DE BLAS J.C., PÉREZ E., FRAGA M.J., RODRÍGUEZ J.M., GÁLVEZ J.F. 1981. Effect of diet on feed intake and growth of rabbits from weaning to slaughter at different ages and weights. *J. Anim. Sci.* 52: 1225-1232.
- FERGUSON F.A., LUKEFAHR S.D., MCNITT J.L. 1997. A technical note on artificial milk feeding of rabbit kits weaned at 14 days. *World Rabbit Sci.* 5: 65-70.
- GALLOIS M., BOULLIER S., MILON A., GIDENNE T. 2005. Age au sevrage et sensibilité à une infection expérimentale par une souche d'E. coli O103. En: *Proc. 11èmes Journées de la Recherche Cunicole*. Paris, pp. 249-252.
- GARCÍA J., GÓMEZ-CONDE M.S., CHAMORRO S., NICODEMUS N., DE BLAS J.C., CARABAÑO R., PÉREZ DE ROZAS A., BADIOLA I. 2005. Proyecto INIA sobre enteropatía mucoide: Resultados sobre las investigaciones en nutrición. En: *XXX Symposium de Cunicultura*. Valladolid, pp. 157-165.
- GIDENNE T., FORTUN-LAMOTE L. 2001. Early weaning: effects on performance and health. En: *Proc. 2nd meeting of workgroups 3 and 4*. Acción COST 848, Godollo, p. 61.
- LEBAS F. 1993. Amélioration de la viabilité des lapereaux en engraissement par un sevrage tardif. *Cuniculture* 20: 73-75.
- NICODEMUS N., GUTIÉRREZ I., GARCÍA J., CARABAÑO R., DE BLAS J.C. 2002. Effect of remating interval and weaning age on the reproductive performance of rabbit does. *Anim. Res.* 51: 517-523.
- PÉREZ DE ROZAS A.M., CARABAÑO R., GARCÍA J., ROSELL J., DÍAZ J.V., BARBÉ J., PASCUAL J.J., BADIOLA I. 2005. Proyecto INIA sobre enteropatía mucoide: Etiopatogenia de la enteropatía epizootica del conejo. En: *XXX Symposium de Cunicultura*, Valladolid, pp. 167-174.
- PIATTONI F., MAERTENS L., MAZZONI, D. 1999. Effect of weaning age and solid feed distribution before weaning on performances and caecal traits of young rabbits. *Cahiers Options Méditerranéennes* 41: 85-91.
- PRUD'HON M., BEL L. 1968. Le sevrage précoce des lapereaux et la reproduction des lapines. *Ann. Zootech.* 17: 23-30.
- RODRÍGUEZ J.M. GÁLVEZ J.F., FRAGA M.J., MATEOS G.G. 1982. Influence of sex, weaning age, slaughter weight and type of diet on feed conversion of growing-finishing rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.* 5: 92-96.
- SCHLOLAUT W. 1988. Present husbandry and management conditions and development trends in rabbit production. En: *Proc 4th World Rabbit Congress*, Budapest, pp. 92-112.
- XICCATO G., TROCINO A., SARTORI A., QUEAQUE, P.I. 2000. Early weaning of rabbits: effect of age and diet on weaning and post-weaning performance. En: *Proc. 7th World Rabbit Congress*, Valencia, Vol C, pp. 483-490.
- XICCATO G., TROCINO A., SARTORI A., QUEAQUE, P.I. 2004. Effect of parity order and litter weaning age on the performance and body energy balance of rabbit does. *Livest. Prod. Sci.* 85: 239-251.

Nutrición

RACIONAMIENTO DE LOS CONEJOS EN ENGORDE: EFECTO DEL MÉTODO DE DISTRIBUCIÓN DE LA RACIÓN DIARIA SOBRE LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO Y LA HOMOGENEIDAD DE LOS PESOS.

Effect of feed restriction, daily feed distribution, and number of feeders on growth rate and its variability

François Tudela¹; François lebas²

1 - Estación Experimental Cunícola (SELAP), INRA Centro de Investigación de Toulouse - B.P. 52627, 31326 CASTANET TOLOSAN Cedex, Francia

2 - Cunicultura, 87A camino de Lasserre, de 31450 CORRONSAC, Francia

RESUMEN

Un total de 1768 conejos en la fase de crecimiento fueron utilizados en 3 experimentos sucesivos para estudiar los efectos de las modalidades de la restricción de la alimentación (100% - 80-85% o el 60%), el número de distribución por día 1 o 2 y de puestos de alimentación 1 - 2 o 4, en cada jaula con 6 o 8 conejos. La restricción prevista de la alimentación redujo el aumento diario del peso de 8 al 17% con la restricción del 80%, pero mejoró la eficacia de la alimentación. La restricción de 80-85%, de la alimentación no tiene ningún efecto sobre homogeneidad final del peso de los animales intra-jaula. Una restricción más fuerte (el 60%) aumenta de 22% la desviación de estándar usada para medir la homogeneidad del peso intra-jaula. El aumento del número de los puestos de alimentación o la doble distribución diaria de la alimentación no mejora ninguno de los criterios controlados (peso, homogeneidad, eficacia de la alimentación), incluso cuando la heterogeneidad de la intra-jaula fue aumentada experimental (ligeros, medios y pesados puestos en una misma jaula). La conclusión de los autores es que en el caso de restricción de la alimentación, la ración diaria será distribuida en una sola vez y que el número de puestos de alimentación de la jaula no tiene ninguna importancia.

ABSTRACT

A total of 1768 fattening rabbits were used in 3 successive experiments to study the effects of feed restriction (100% - 80-85% or 60%) modalities: 1 or 2 daily feed distribution, 1 - 2 or 4 feeding places in each cage with 6 or 8 fattening rabbits. As expected feed restriction reduced the weight daily gain i.e. by 8 to 17% with 80% restriction, but improves the feed efficiency. At 80-85%, feed restriction has no effect on intra-cage final weight homogeneity. A stronger restriction (60%) increases by 22% the intra-cage weight standard deviation used to measure homogeneity. The increase of the number of feeding places or the double daily feed distribution does not improve any of the controlled criteria (weight, homogeneity, feed efficiency), even if the intra-cage heterogeneity was experimentally



increased (light, medium and heavy rabbits housed in the same cage). The conclusion of the authors was that in case of feed restriction, all the daily allowance should be distributed at the same time and that the number of feeding places in front of the cage feeder has no importance.

INTRODUCCIÓN

El racionamiento cuantitativo de los conejos en engorde es un método ampliamente practicado en Francia en las naves de producción. La justificación de esta práctica es una reducción sensible de la incidencia de los desordenes digestivos y en particular de la Enteropatía (Gidenne et al, 2003). Las modalidades precisas de distribución de la ración fueron objeto de muy de raras experimentaciones, en particular en el caso de los conejos criados en grupo. Si la incidencia del racionamiento sobre el crecimiento fue objeto de algunos estudios metodológicos (Lebas y Laplace, 1982; Szendrö et al, 1988) estos trabajos se condujeron sistemáticamente sobre conejos alojados en jaulas individuales. En el caso de conejos alojados en grupo se plantea la cuestión de la competición potencial entre conejos de una misma jaula, en particular cuando no hay desorden sanitario. En efecto, en la mayoría de las granjas esta práctica de alimentación se hace de manera sistemática y preventiva. Una competición por el comedero podría implicar una fuerte heterogeneidad de los conejos de una jaula por un mayor consumo de los más fuertes respecto a los menos pesados. La consecuencia inmediata de tal heterogeneidad de consumo sería una variabilidad más fuerte de los pesos de los conejos en su retirada en final de engorde y una desclasificación de una parte de ellos por falta o exceso de peso. Trabajos previos han mostrado que la competición es desdeñable para conejos alimentados a voluntad y que un único puesto de consumo era suficiente para un grupo de 6 a 10 conejos (Lebas, 1971; De Reims et al, 1999). ¿Cómo se comportan los animales cuando están racionados? ¿Es necesario poner una longitud de comedero más importante a disposición de los animales para permitir a cada uno que pueda consumir la ración que se le destina? ¿Por otra parte, es necesario distribuir la ración diaria en una única vez, lo que es más fácil pero hay riesgo de consumismo de algunos animales? ¿O es necesario distribuir esta ración en varias veces, lo que complica la tarea y la distribución automática, pero puede aumentar las oportunidades para que el más pequeño pueda acceder al comedero?

Para intentar responder a estas cuestiones, se han establecido tres experimentaciones sucesivas en las instalaciones experimentales del Centro INRA de Toulouse. Globalmente de 1 a 4 puestos de consumo se han propuesto a conejos racionados, colocados en razón de 6 ó 8 por jaula y cuya ración diaria se distribuyó en una o en dos veces en el día. Los efectos principales fueron considerados para el peso medio de los conejos en final de engorde y por la divergencia modelo de este peso intra jaula (estimación de la homogeneidad).

MATERIAL y MÉTODOS

Los animales, alojamiento y condiciones generales.

Los 1768 conejos fueron utilizados en la unidad de selección de la Estación en el total de las 3 pruebas. Las células de maternidad que proporcionaban a los conejos jóvenes se conducían en una única banda con inseminación cada 42 días. Para cada prueba, los conejos jóvenes eran todos contemporáneos. Para la prueba 1, conejos jóvenes eran resultantes de madres INRA 1077 (línea en selección para la reproducción desde más de 30 generaciones) y de machos comerciales con fuerte aptitud cárnica. Para las pruebas 2 y 3 los conejos eran del estirpe INRA 1077. Se colocó a los animales al destete (32-35 días) en salas específicas de engorde (nave cerrada, ventilación por depresión), a razón de 6 (pruebas 1 y 3) o 8 (prueba 2) por jaula de 0,33 m². Recibieron un mismo alimento comercial



(16,5% y proteínas, 14,5% de celulosa bruta, 2400 kcal ED calculado). Las 3 pruebas se realizaron entre mayo y agosto de 2005. Se efectuó un examen individual de los animales en medio (56 días) y al final de la prueba para destacar los casos de mordedura, de rasguño y los rastros de lucha en general.

Racionamiento

En cada prueba, un lote de conejos alimentados a voluntad sirvió para calcular el nivel de racionamiento. El consumo medio de los conejos de este lote fue medido 2 veces por semana y sirvió de base para el cálculo de la cantidad de alimento para distribuir diariamente a los conejos racionados. Así, el racionamiento real solo comenzó el tercer día de cada prueba y su nivel fue reajustado 2 veces por semana. Las tolvas normales de las jaulas se modificaron de tal modo que estuvieran disponibles 1,2 ó 4 puestos de consumo en función de los lotes experimentales.

Prueba 1: análisis global del método de distribución de la ración

720 conejos fueron repartidos equitativamente entre 12 lotes (10 jaulas por lote) que correspondían a la combinación factorial 3 x 4 de tres números de puestos de consumo por jaula: 1 - 2 ó 4 y de cuatro niveles de alimentación (a voluntad [100%] - racionado al 80% con distribución 1 vez en 24 h [80%] - racionado al 60% con distribución una vez por 24 h [60% 1R] - y racionado al 60% pero distribución en 2 veces sobre 24 horas 60% 2R). Los conejos fueron observados desde los 35 a los 73 días de edad.

Prueba 2: precisión del efecto del número de distribuciones al día

608 conejos repartidos en 4 lotes homogéneos todos racionados al 85% (19 jaulas de 8 por lote) que correspondían a la combinación factorial 2 x 2 de 1 ó 2 puestos de consumo y 1 ó 2 distribución de alimento por 24 h (8 horas y 20 horas). 80 conejos contemporáneos sirvieron de testigo para el nivel de racionamiento (10 jaulas de 8) a voluntad. Se estudió a los animales entre las edades de 44 y 79 días. De 35 a 44 días se les abasteció a voluntad.

Prueba 3: maximización de la competición al comedero.

Se ha clasificado individualmente a los conejos jóvenes de un grupo de 360 individuos según su peso al destete (35 días) en "pequeño" - 550 a 750 g, "medio" - 751 a 900 g y "grandes" - más de 900 g. Se han colocado a continuación a razón 2 pequeños, 2 medios y 2 grandes conejos jóvenes en cada una de las 60 jaulas ellas mismas equitativamente distribuidas entre 3 lotes experimentales: **A** alimentación a voluntad y 4 puestos de consumo, **B** restricción al 80% y 1 solo puesto de consumo y **C** restricción al 80% y 4 puestos de consumo. El esquema experimental era del tipo 3 x 3 que correspondía a 3 tamaños de conejos jóvenes y 3 modalidades de alimentación. El objetivo de esta distribución de los conejos jóvenes consistía en maximizar el riesgo de competición al comedero. Los conejos fueron seguidos de 36 a 71 días de edad.

Análisis estadístico.

Se analizaron los datos de cada una de las pruebas con el programa informático SAS incluyendo los efectos factoriales con interacción. Para la prueba 2 se hizo un análisis también considerando 5 lotes (los días 4 del esquema factorial + lotes testigo alimentados a voluntad). Habida cuenta de pequeñas divergencias en los pesos vivos medios iniciales para algunos de los lotes, los análisis se hicieron sistemáticamente también incluyendo el peso vivo inicial como covariable y cuando proceda, las medias proporcionadas son las medias ajustadas para un mismo peso vivo. En los distintos cuadros de resultados, los valores similares afectados de una letra diferentes (a, b, c...) difieren significativamente entre ellas al límite máximo P=0,05.

RESULTADOS

Las 3 pruebas se desarrollaron en condiciones sanitarias satisfactorias. La mortalidad media fue del 3,4%, 6,0% y 7,2% para pruebas 1, 2 y 3 en el orden. Ninguna diferencia significativa apareció entre los distintos lotes intraprueba.

Ninguna señal evidente de lucha dentro de las jaulas se registró en los conejos observados a la mitad de los períodos experimentales. Al final de la experimentación los conejos no tenían ninguna señal de lucha en un 94,8% de las jaulas. Algunos casos observados se distribuían de manera aleatoria entre los lotes experimentales y correspondían esencialmente a mordeduras.

Prueba 1 (Tablas 1 y 2)

En esta prueba factorial 4 x 3 que implicaba 4 modalidades de distribución de los alimentos y 3 niveles para el número de puestos de consumo, no se observó ninguna interacción significativa entre los 2 tipos de factores. Los efectos simples se presentan pues separadamente.

Tabla 1: Efecto de la modalidad de distribución de la ración a los conejos de la prueba 1 sobre sus resultados de crecimiento - Medias ajustadas para un mismo peso vivo inicial de 884 g a 35 días

Parámetros	Nivel de racionamiento				Coef. Var. residual	Probabilidad
	100%	80%	60% 1R	60% 2R		
Peso final a 73 d. (g)	2566a	2425b	2154c	2153c	3,4%	P<0,001
V.C (g/d)	44,3a	40,5b	33,4c	33,4c	5,5%	P<0,001
Índice de conversión	3,05a	2,64b	2,39c	2,40c	5,9%	P<0,001
Divergencia modelo intra-jaula (g)	122a	126a	142ab	157b	33,0%	P=0,025

Como esperábamos, el racionamiento redujo significativamente la velocidad de crecimiento pero menor cuantía de lo esperado. Esto implica una mejora sensible del índice de conversión. El racionamiento al 80% no modifica la variabilidad de los pesos intra-jaulas. Por el contrario el racionamiento al 60% tiende a aumentarlo, en particular cuando la ración diaria se distribuye en 2 veces. Por último, en los conejos racionados al 60%, el hecho de distribuir 2 comidas no mejora ninguno de los resultados registrados con relación a la distribución de uno sola vez.

Tabla 2. Efecto del número de puestos de consumo sobre el crecimiento de los conejos de la prueba 1 - Medias ajustadas para un mismo peso vivo inicial de 884 g a 35 días

Parámetros	Número de puestos de comida			Coef. Var residual	Probabilidad
	1	2	4		
Peso final a 73 d. (g)	2315	2340	2318	3,4%	ns
V.C (g/días)	37,7	38,3	37,7	5,5%	ns
Índice de conversión	2,63	2,59	2,64	5,9%	ns
Divergencia modelo intra-jaula (g)	142	133	136	33,0%	ns

Los resultados fueron en todos los puntos similares, independientemente de cual fuera el número de comederos disponibles para los conejos. En particular, el hecho de disponer de 4 puestos de consumo para los 6 conejos de cada jaula, en lugar de uno sólo no implicó reducción de la variabilidad de los pesos dentro de las jaulas.

Prueba 2 (Tabla 3)

El análisis de los resultados de esta prueba se hizo por una parte utilizando los 5 lotes experimentales (1 lote alimentado a voluntad y 4 lotes racionados al 85%) y por otra parte limitándose a los 4 lotes de conejos racionados, distribuidos según el plan factorial 2 x 2. (1 ó 2 distribución al día y puesta a disposición de 1 ó 2 puestos de consumo). Sólo los resultados del análisis según 5 lotes, el más completo, se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3: Efecto de las 5 modalidades experimentales sobre el crecimiento de los conejos entre 44 y 79 días de edad. - Medias ajustadas para un mismo peso vivo inicial de 1070 g a 44 días

Parámetros	L O T E S					CV residual %	Probabilidad efecto lote
	Ad libitum	1 comida 1 puesto	1 comida 2 puestos	2 comidas 1 puesto	2 comidas 2 puestos		
Peso 79 d. (g)	2083 a	2025 b	1979 c	1990 c	1991 c	1,7	P<0,001
V.C 44-79	29,5 a	27,2 b	25,9 c	26,1 c	26,3 c	4,9	P<0,001
Índice de conversión	3,30 a	2,95 c	3,11 b	3,11 b	3,04 bc	4,8	P<0,001
Divergencia modelo intra-jaula (g)	120 a	119 a	90 b	96 b	100 ab	31,9	P=0,033

El racionamiento al 85% ad libitum implicó una reducción significativa de la velocidad de crecimiento de los conejos. Pero es necesario destacar que este efecto menor sólo se observó significativamente para los conejos que reciben su ración en una única vez y que disponen de un único puesto de consumo (-8% respecto de los 3 lotes restantes racionados y un -12% por término medio). Este efecto se observó también sobre el índice de conversión, mejorando significativamente con el racionamiento en comparación a la alimentación a voluntad, pero esta mejora fue mayor para los conejos que sólo tenían una distribución en 24h y un único puesto de consumo.

Esta situación se traduce en el análisis de varianza por una ausencia de efectos para el número de comidas o el número de puestos de consumo, para la velocidad de crecimiento o el índice de conversión, pero con presencia de una interacción altamente significativa.

Por último, conviene destacar que en ninguna de las situaciones, el racionamiento no implicó aumento de la variabilidad del peso final intra jaula (8 conejos por jaula) con relación a la alimentación a voluntad. Esta variabilidad se redujo incluso para los 3 lotes que mostraban el crecimiento más escaso: interacción significativa (P=0,033) en el análisis de varianza, en ausencia de efecto simple de los 2 factores controlados.

Prueba 3 (Tabla 4)

Para esta prueba que tenía el efecto de racionamiento sobre la competición intra jaula como objeto principal de estudio, el consumo y el índice de conversión no fueron objeto de análisis estadístico.

Por otra parte como las interacciones no son significativas entre el efecto del lote experimental y el de la clase de peso de los conejos intra jaula, solamente el efecto medio del método de distribución de la ración se presenta en la Tabla 4. No obstante es útil indicar que la velocidad de crecimiento entre 36 y 71 días de los conejos (estirpe 1077) más pequeños (35,2 g/días) fue significativamente más baja (P<0,001) que la de los conejos de pesos medio (37,9 g/d) o más pesados (38,0 g/d).



Tabla 4: Efecto del método de distribución de la ración sobre el crecimiento y la homogeneidad de los pesos intra jaula - Cálculo sobre la base de los valores individuales de los conejos vivos en el final de la prueba para el peso y ganancias de peso y valores medios por jaula para la divergencia modelo del peso final intra jaula.

	L O T E S			C V residual %	Probabilidad efecto lote
	Ad libitum 4 puestos	Racionado 80% 1 puesto	Racionado 80% 4 puestos		
N. animales	112	109	113	-	-
Peso 36 días (g)	834	829	830	6,9	ns
Peso 71 días (g)	2290 a	2038 b	2031 b	7,1	P<0,0001
V.C 36-71 g/día	41,6 a	34,6 b	34,3 b	11,6	P<0,0001
Divergencia modelo	228	234	239	34,1	ns

Como en las 2 pruebas anteriores, el racionamiento de los conejos redujo el crecimiento de los conejos, no observándose efecto del número de comederos a disposición de los animales. Por otro lado, la homogeneidad de los pesos de los conejos es similar para los 3 lotes experimentales. Esto implica que a pesar de la fuerte heterogeneidad causada por el protocolo, no hay más competición por el comedero en una jaula de 6 conejos dónde la ración diaria restringida era accesible mediante un único puesto de consumo, que en una jaula donde los 6 conejos eran alimentados a voluntad y disponían de 4 puestos de consumo.

DISCUSIÓN

Efectos del racionamiento: Los resultados obtenidos en el presente trabajo coinciden con los efectos clásicos de la restricción alimentaria: una reducción de la velocidad de crecimiento si la ración distribuida es inferior al 85-90% de la alimentación ad libitum y una mejora del índice de conversión (Castello et al., 1989; Arveux, 1991). El presente trabajo precisa además que un racionamiento del orden de un 80-85% no tiene incidencia sobre la homogeneidad de los lotes de conejos en crecimiento. Incluso un racionamiento drástico al 60% solo aumenta muy poco la variabilidad de los pesos finales intra jaula.

Efectos del número de puestos de consumo: Los resultados de las 3 experiencias realizadas ponen de manifiesto claramente que un elevado número de puesto de consumo por jaula no es un factor que permita estimular el consumo voluntario de la ración ni reducir los efectos de la competición por el comedero. Estos resultados coinciden con las observaciones que se habían hecho en el conejo alimentado a voluntad (Lebas, 1971, De Reimset al, 1999).

En el caso de la prueba 2, en los conejos que recibieron su ración en una única vez, el hecho de disponer de 2 puestos de consumo en vez de único alteró significativamente la velocidad de crecimiento pero mejoró la homogeneidad de los pesos finales. Tras estas 2 comprobaciones relativamente contradictorias y para comprender mejor los efectos de la competición intra jaula, se estableció la prueba 3. En esta prueba, a nivel de restricción similar (80-85%) el coeficiente de variación del peso vivo fue 2 veces más importante (11% al 12%) que en las 2 otras pruebas donde clásicamente los responsables de la nave tendían a colocar en cada jaula conejos de peso relativamente homogéneo (CV de 4,5 al 6%). Esta situación podía maximizar el efecto de competición, los conejos más pesados pudiendo pesar casi 2 veces más que los más pequeños, al menos al principio del engorde. A pesar de eso, el número de puestos de consumo (1 o 4) no tuvo ninguna incidencia sobre los resultados

de crecimiento o la homogeneidad. Habida cuenta de estas distintas observaciones, los métodos modernos de distribución automática (Lebas, 2005) que solo ofrecen una longitud limitada de comedero por jaula se adaptan tanto para la alimentación a voluntad como para el racionamiento.

Muchas distribuciones en 24 h: Con la idea de acercarse al ritmo de consumo de los conejos abastecidos a voluntad, distintos fabricantes de material de distribución automática proponen dispositivos sofisticados que permiten partir la ración diaria en varias veces sobre un ciclo de 24 horas (Lebas, 2005). Las experiencias conducidas aquí ponen de manifiesto claramente que tal fraccionamiento sobre el día no tiene interés y pueden implicar efectos adversos en relación a una distribución en una única vez: reducción de la velocidad de crecimiento, o incluso aumento de la heterogeneidad de los lotes.

En conclusión, se puede determinar que si un ganadero decide racionar sus conejos en engorde, eso no aumentará la variabilidad del peso de los conejos, que no es necesario aumentar el número de puestos de consumo con relación a lo que existe en las jaulas para la alimentación a voluntad y finalmente, que no es necesario partir la ración en varias distribuciones diarias.

■ AGRADECIMIENTOS:

Los autores desean agradecer al equipo cunícola de la SELAP así como a los distintos aprendices que participaron en la conducta de estas pruebas.

■ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARVEUX P. 1991. El racionamiento alimentario cuantitativo en cunicultura. *Cunicultura* 98: 97-98.
- CASTELLO J.A., LLEONART F., LUZI F. 1989. Experiencias de diversos tipos de restricción sobre el conejo. En: *XIV Symposium de Cunicultura*, 12-14 Junio, Manresa, 91-104.
- LEBAS F. 1971. Cuantos puestos de consumo para grupos de conejos en crecimiento. *Boletín Tech. Inf.* 260: 561-564.
- LEBAS F. 2005. Space 2005 de Acta de una visita. *Cunicultura Revista* 32: 89-95
- LEBAS F., LAPLACE J. P. 1982. Medidas viscerales en el conejo. 4. Efectos de distintos métodos de restricción alimentaria sobre el crecimiento corporal y visceral. *Ann. Zootech.* 31: 391-430.
- RÉMOISG., LAFARGUE-HAURET P., ROUILLÈRE H. 1999. Efecto de la longitud del acceso al comedero sobre los resultados zootécnicos de los conejos en engorde. En: *8èmes Journées de la Recherche Cunicole*, ITAVI éd. Paris, 49-50.
- SZENDRŐ Z., SZABO S., HULLAR I. 1988. Effect of reduction of eating time on production of growing rabbits. En: *4th World Rabbit Science Congress*, Budapest, vol.3, 104-114.

Nutrición

INFLUENCIA DE DISTINTAS MEZCLAS DE ACEITES ESENCIALES Y DE EXTRACTOS VEGETALES INCORPORADOS EN EL ALIMENTO SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA MORTALIDAD DE LOS CONEJOS AL ENGORDE

Effect of dietary supplementation of essential oils or plant extract mix on mortality and growth performance in growing rabbits

M. Colin¹, A.Y. Prigent²

1 COPRI, Coat Izella, 29830 - Ploudalmézeau (France), e-mail: copri @wanadoo.fr

2 EARL 3L, Coat Izella, 29830 - Ploudalmézeau (France)

RESUMEN

Los efectos de la incorporación de 4 mezclas de aceites esenciales y de extractos vegetales en el pienso sobre la mortalidad y el crecimiento de los conejos se estudiaron sobre 3 600 conejos. No se utilizó ningún antibiótico y los gazapos procedían de una maternidad completamente sin medicación. El pienso se distribuía a discreción. Todas las mezclas estudiadas disminuyeron la mortalidad con relación a la del pienso testigo. A principio de engorde, las mortalidades más bajas se obtienen con una mezcla que presenta un amplio espectro de eficacia sobre los distintos microorganismos implicados en la patología digestiva (COPRIFIT) utilizado a 1,5 Kg/tonelada; por contra, en final de engorde, la mortalidad se estabiliza con una mezcla de 1 Kg/tonelada de COPRIFIT y de 2 Kg/tonelada de extractos vegetales activos en el ámbito respiratorio e inmunitaria, el COPRIPUR. El COPRIFIT utilizado solo a 1 Kg/tonelada o el COPRIDIGEST, mezcla de aceites esenciales activos frente a *Clostridium* y sobre las *Eimeria* presentaron una eficacia intermedia. Por otra parte, algunas mezclas de aceites esenciales y de extractos vegetales, especialmente las más eficaces en términos de reducción de mortalidad, implican una pequeña disminución del crecimiento. En conclusión, los aceites esenciales y los extractos vegetales pueden constituir una solución interesante en el mantenimiento de la Salud de los conejos pero es importante definir las condiciones de su utilización en función del estado fisiológico de los animales y de la patología dominante de la ganadería.

ABSTRACT

The effects of incorporation of 4 essential oils or plant extract mix in the feed on the mortality and the growth of rabbits were studied on 3 600 rabbits. No medicated feed was used and the weaned rabbits came from a maternity using no medication. They were fed ad libitum. All the 4 mixes decreased the mortality compared to control feed. At the beginning of the growing period, the lowest mortalities are obtained with an essential oil mix with a large spectrum of efficiency against microorganisms involved in the digestive pathology (COPRIFIT) and used at 1,5 Kg/ton; beside, at the end of the growing fattening period, the mortality is stabilized by a mix of 1 Kg/tonne of COPRIFIT and of 2 Kg/ton of vegetable extracts efficient at respiratory and immune levels, the COPRIPUR. The

COPRIFIT used alone at 1 Kg/ton or the COPRIDIGEST, essential oils mix efficient against *Clostridium* and *Eimeria*, have an intermediate efficiency. By else, some essential oils and plant extracts mix, particularly the most effective in term of mortality reduction generate a light growth reduction. In conclusion, essential oils and plant extracts constitute an interesting solution in the rabbits Health maintenance, but the conditions of their use according to the animal physiological conditions and of the dominant pathology of the farm have to be established.

INTRODUCCIÓN

Los aceites esenciales son compuestos químicos extraídos de plantas por extracción al vapor mientras que los extractos vegetales constituyen una fracción de estas plantas aislados según otras técnicas. Varios autores han demostrado los efectos beneficiosos de los aceites esenciales y de los extractos vegetales sobre la salud de las aves (Tzung-Hun et al., 2005; Ben Shaul et al., 2000; Mac Cartney 2002) y de los conejos (Briens y Grenet 2001; Briens et al., 2005).

La mayoría de estos productos proceden de plantas aromáticas utilizadas en nuestra alimentación y por lo tanto son perfectamente aceptables por el consumidor; por a otra parte, al contrario de los antibióticos, no plantean problemas de residuos en los productos terminados (carne), aunque se utilizan hasta al sacrificio. Ante las dificultades crecientes de utilización de los antibióticos en cunicultura (Lozano 2005), el recurso a estas sustancias para disminuir la influencia de la patología aparece cada vez más deseable pero requiere un buen conocimiento de la eficacia de estos productos en relación con las condiciones de ambiente. El presente trabajo compara los efectos de 4 mezclas de aceites esenciales y de extractos vegetales incorporados en el alimento sobre el crecimiento y la mortalidad de los conejos al engorde.

MATERIAL Y MÉTODOS

Presentación general:

Tres experimentaciones que implicaban cada una alrededor de 1.200 gazapos (o sea un total de 3.600 gazapos) se realizaron entre el 2/9/2005 y los 4/1/2005.

Animales:

Los 3.600 gazapos de genética HYPLUS procedían de la maternidad del EARL 3L. Fueron destetados a 35 días y quedaron en la nave de engorde hasta a la venta a 72 días aproximadamente.

solamente con piensos no medicamentos, incluida en maternidad.

Alojamiento:

La nave era sin calefacción y con ventilación estática. Las jaulas fueron del tipo aire libre. Los gazapos estuvieron alojados en grupos de a razón de 6 o 7 por jaula. Las 2 mitades del edificio mostraban diferencias importantes en término de control del ambiente y en término de mortalidad: los resultados se analizaron separadamente para estas 2 partes.

Piensos experimentales:

Los conejos recibieron a discreción piensos de engorde sin medicación fabricada en la fabrica experimental de la granja 3L según una formulación COPRI (Cuadro 1).

Cuadro 1: Composición del pienso testigo

MATERIAS PRIMAS	%
Torta de girasol 28	24
Pulpa remolacha	22
Avena	14
Concentrado Copri 15% (1)	15
Omegalest (2)	7
Marco de manzana	6
Trigo	5
Paja	7
TOTAL	100
ANALISA QUIMICA CALCULADA	
Proteína bruta %	15
Materias grasas (%)	4,45
Fibra bruta (%)	18,2
Materias minerales%	9,1
Energía digestible (Kcal/kg)	2370

¹ Proteínas, vitaminas y minerales.

² Mezcla de tortas de lino, de Ipaja de lino y de algarrobo

Se compararon así cinco piensos experimentales:

- 1 pienso testigo sin aceites esenciales.
- 1 pienso con 3 kg/tonelada de una mezcla de aceites esenciales eficaces contra los clostridium y contra las Eimeria, el COPRIDIGEST.
- 1 pienso con 1 kg/tonelada de una mezcla de aceites con un amplio espectro de eficacia sobre los distintos microorganismos implicados en el desarrollo de la patología digestiva, el COPRIFIT.
- 1 pienso con 1,5 kg/tonelada de COPRIFIT.
- 1 pienso con 1 kg/tonelada de COPRIFIT hasta los 52 días y 2 kg/tonelada de una mezcla de extractos vegetales que actúan en el ámbito respiratorio y al nivel estímulo inmunitaria, el COPRIPUR, hasta el sacrificio.

Los aceites esenciales son incorporados en sustitución del trigo.

Análisis estadístico:

Las tasas de mortalidad fueron comparadas por prueba de ji-cuadrado. Los pesos vivos y los crecimientos fueron estudiados por análisis de la variancia en interacción con la posición en la nave.

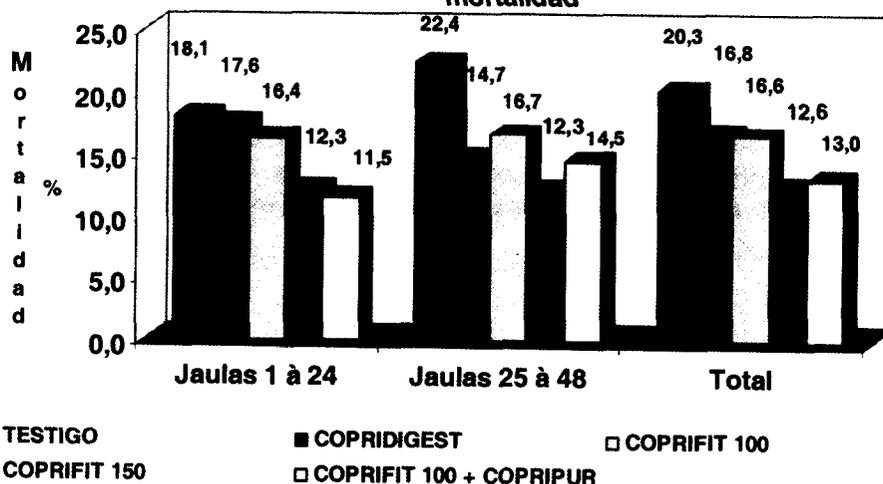
RESULTADOS

Mortalidad:

Las mortalidades fueron significativamente reducidas por la incorporación de las 4 mezclas de aceites esenciales y extractos vegetales (Figura 1).

Las mortalidades más bajas se obtienen con el pienso con 1,5 kg/tonelada de COPRIFIT y con aquél que aporta 1 kg/tonelada de COPRIFIT con más 2 kg/tonelada de COPRIPUR a partir de 52 días de edad. Para estos 2 regímenes, las mortalidades fueron inferiores en un 32% y un 36% con respecto a las del régimen testigo sin ninguna aceites esenciales para la primera parte de la nave y del 35% al 45% en la segunda. Estos productos resultaron más eficaces cuando las condiciones de ambiente fueron mediocres y la mortalidad del régimen testigo fue elevada. Las disminuciones de mortalidad son más modestas con los 2 otros piensos: del 2 al 10% en la primera parte de la nave y del 25 al 35% en la segunda.

Figura 1: Influencia de los aceites esenciales sobre la mortalidad



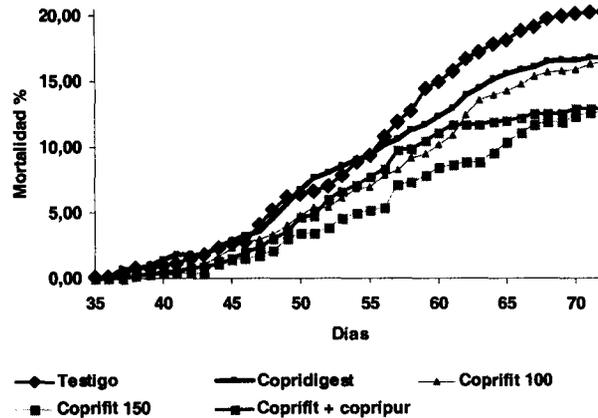
Diferencias significativas a $P < 0,001$ para los tratamientos y al límite máximo $P < 0,05$ para la posición en la nave.

La evolución de las mortalidades con el tiempo pone de manifiesto que antes de 52 días, la mortalidad más baja se obtiene con el pienso que aporta 1,5 kg/tonelada de COPRIFIT (Figura 2) mientras que



después de 52 días, la mortalidad prácticamente se estabiliza con la asociación de 1 Kg/tonelada de COPRIFIT y de 2 Kg/tonelada de COPRIPUR. La cinética de las mortalidades fue idéntica con los otros piensos.

Figura 2: Evolución de la mortalidad en función del tipo de aceites esenciales



La mortalidad estuvo sobre todo asociada con síntomas de diarrea sin ninguna diferencia entre los piensos. Durante la última semana, aparecieron también algunas mortalidades con síntomas respiratorias salvo con el pienso COPRIFIT y COPRIPUR con él que la mortalidad fue prácticamente nula. Ningún síntoma de enterocolitis fue observado.

Peso a 72 días:

Los pesos a 72 días más elevados se obtuvieron con el pienso testigo sin incorporación de aceites esenciales o extractos vegetales y con el que aporta 1,0 kg/tonelada de COPRIFIT (Tabla 2). Los piensos con el COPRIDIGEST o con 1,5 kg/tonelada de COPRIFIT mostraron pesos inferiores (cerca de 60 gramos) al peso obtenido con los piensos anteriores, los piensos con COPRIFIT y COPRIPUR mostraron resultados intermedios (Diferencias significativas al $P < 0.05$). Los pesos fueron idénticos en las 2 partes del edificio.

Aumento de peso

Los aumentos de peso muestran la misma tendencia que los pesos a 72 días (Tabla 2) son los más elevados con el régimen testigo sin incorporación de aceites esenciales o de extractos vegetales y con el régimen que aportaba 1,0 kg/tonelada de COPRIFIT.

Tabal 2: Resultados de pesos a 72 días y del aumento de peso 35 - 72 días

PIENSOS	TESTIGO	COPRI DIGEST	COPRIFIT 100	COPRIFIT 150	COPRIFIT 100+ COPRIPUR	Significación estadística
NUMERO DE CONEJOS	332	594	324	536	644	
PRIMERA MITAD DE LA NAVE	PESO A 72 DIAS (Gramos)	2455 (161)	2366 (171)	2440 (161)	2310 (163)	2427 (152) $P < 0,05$
	AUMENTO DE PESO 35-72 DIAS (g/d)	39,6 (3,2)	39,2 (4,1)	39,3 (3,4)	36,7 (4,2)	39,1 (3,4) $P < 0,05$
	PESO A 72 DIAS (Gramos)	2401 (210)	2389 (216)	2463 (160)	2419 (168)	2414 (180) $P < 0,05$
SEGUNDA MITAD DE LA NAVE	AUMENTO DE PESO 35-72 DIAS (g/d)	39 (5,3)	37,7 (5,5)	40,1 (3,8)	40,1 (3,9)	39,2 (5,0) $P < 0,05$
	PESO A 72 DIAS (Gramos)	2426 (188)	2379 (195)	2452 (160)	2366 (167)	2415 (166) $P < 0,05$
	AUMENTO DE PESO 35-72 DIAS (g/d)	39,3 (4,3)	38,5 (4,8)	39,7 (3,6)	38,5 (4,0)	39,2 (4,4) $P < 0,05$
TOTAL						



■ DISCUSIÓN

Las 4 mezclas de aceites esenciales o de extractos vegetales mostraron su eficacia en la prevención de la mortalidad en las condiciones de crías del EARL 3L y esto aunque el pienso esté distribuido a discreción. Al principio del engorde, la mezcla más eficaz es la que presenta un amplio espectro de eficacia sobre los distintos microorganismos implicados en la patología digestiva (COPRIFIT) utilizado a 1,5 Kg/tonelada; en final de engorde (después 52 días), la mortalidad más baja se registra con los piensos con 1 kg/tonelada de COPRIFIT asociados a 2 kg/tonelada de una mezcla de extractos vegetales que actúan en el ámbito respiratorio e inmunitaria (COPRIPUR).

Estos primeros resultados confirman la eficacia de los aceites esenciales y de los extractos vegetales ya observada por Briens et al. (2005) y ponen de manifiesto también, que la eficacia de una mezcla está vinculada a una situación fisiológica bien definida. En efecto, las reducciones de mortalidad más importantes no se obtuvieron con las mismas mezclas de aceites esenciales antes o después de 52 días. La generalización de los aceites esenciales y de los extractos vegetales como factor de limitación de la patología pasa pues por la definición de programas que prevén la utilización de distintas asociaciones de aceites esenciales y extractos vegetales durante el período de engorde. En nuestras pruebas, y al contrario de lo observado por Briens y Grenet (2001), la mezcla de aceites esenciales y de los extractos vegetales que presentaban una eficacia sobre los clostridium y las Eimeria dio los peores resultados en términos de reducción de mortalidad, lo que puede estar relacionado con el hecho de que la cría del EARL 3L esta libre de enterocolitis.

Por último, algunas mezclas de aceites esenciales y de extractos vegetales, especialmente las más eficaces en término de reducción de mortalidad implican una pequeña disminución del crecimiento. Este crecimiento más escaso parece consecuencia de un menor consumo alimentario (Briens y Grenet 2001). Esta reducción del consumo voluntario puede a otra parte explicar una parte de la eficacia de estos productos además de sus propiedades antiinfecciosas, antiparasitarias y de su acción sobre la reducción del stress oxidativo (Briens et al., 2005).

En conclusión, los aceites esenciales y extractos vegetales pueden constituir una solución interesante en el mantenimiento de la Salud de los conejos pero importa de bien definir las condiciones de utilización en función del estado fisiológico de los animales y de la patología dominante de la ganadería.



BIBLIOGRAFÍA

- BEN-SHAUL V., LOMMISKY L., NYSKA A., CARBONATTO M., PEANO S., ZUROVSKY Y., BERGMAN M., ELDRIDGE S.R., GROSSMAN S. 2000. Effect of natural antioxydant on LPS-induced endotoxemia in rabbits. *Hum exp toxicol* 19: 604-614.
- BRIENS C., GRENET L. 2005. Effets d'huiles essentielles sur des épisodes spontanés d'entérocólite. 9^{ème} *journ. Rech. Cunicole Fr.*, Paris, 21-28 novembre 2001, 87-96.
- BRIENS C., ARTURO-SCHAAN M., GRENET L., ROBERT F. 2005. Effets d'extraits de plantes sur le statut antioxydant et la mortalité de lapins à l'engraissement. 11^{ème} *journ. Rech. Cunicole Fr.*, Paris, 29-30 novembre 2005, 217-220.
- LOZANO J.M. 2005. Problemática actual en la utilización de piensos medicamentoso para conejos. *Cunicultura* 176: 23-230.
- MAC CARTNEY E. 2002. Vuelve el imperio de lo natural. *Selecciones avícolas*, 4: 236-242.
- TZUNG-HSUN TSAI., PO-JUNG SUN., CHEN HO. 2005. Antioxydant and anti-inflammatory activities of several commonly used spices. *Journal of Food Science* 70: 93-97.

Nutrición

DIGESTIBILIDAD ILEAL APARENTE Y VERDADERA DE AMINOÁCIDOS DE HARINAS DE GIRASOL, PRODUCTOS DE SOJA Y GUISANTE EN CONEJOS

True and apparent amino acids digestibility of sunflower meals, soybean products and peas in rabbits

A. Llorente¹, A.I. García², N. Nicodemus¹, M.J. Villamide¹, R. Carabaño¹

¹ Dpto. Producción Animal, E.T.S. Ingenieros Agrónomos, U.P.M. 28040 Madrid

² Nutreco Poultry and Rabbit Research Centre, Casarrubios del Monte, 45950 Toledo

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es determinar la digestibilidad ileal corregida por pérdidas endógenas de la proteína y sus aminoácidos de harinas de girasol, productos de soja (harina 47 y haba tostada) y guisante en conejos. Para ello, se utilizaron 30 conejas de raza Neocelandés x Californiano, canuladas en íleon terminal con una cánula simple en T de vidrio. Se formularon 5 dietas experimentales, con un 35% de harinas de girasol y de guisante y con un 30% de productos de soja, y una dieta basal con caseína, para la determinación de pérdidas endógenas a nivel fecal e ileal. Se obtuvo un flujo endógeno de proteína de 3,2 g/d a nivel ileal y de 2,2 g/d a nivel fecal. Las pérdidas endógenas ileales presentaron una composición en aminoácidos rica en ácido glutámico (12,5%) y en aminoácidos esenciales como treonina, valina y leucina (5,5%, 5,1% y 4,3%, respectivamente). El valor de digestibilidad de la proteína obtenido con el método de DIA fue 9,9 puntos inferior al obtenido con DIV, mientras que la DFA de las harinas de girasol y el guisante fue sólo 4,1 puntos inferior a la DIV, en parte, debido a las menores pérdidas endógenas calculadas a nivel fecal respecto a nivel ileal. Los resultados de DIV mostraron a la lisina como un aminoácido más digestible que la metionina en todos los alimentos valorados (97,0% vs. 93,6%, respectivamente), excepto en la harina de girasol 38 (93,6% vs. 94,2%). La treonina, a pesar de ser el aminoácido limitante cuantitativamente más importante en el flujo endógeno ileal, siguió siendo el de menor DIV. Por el contrario, en DFA la metionina mostró de media mayor digestibilidad que la lisina. Como conclusión, la corrección de la digestibilidad por las pérdidas endógenas provoca cambios en los valores relativos de digestibilidad de la proteína y aminoácidos entre alimentos.

ABSTRACT

The aim of this work is to determine the protein and amino acids ileal digestibility, corrected by endogenous losses, of sunflower seed meals, soybean meal, full-fat soybean and peas for rabbits. Thirty New Zealand White x Californian doe rabbits fitted with a T-cannula at terminal ileum were used. Five diets were formulated with 35% of sunflower meals and peas and 30% of soybean products, and a casein-basal diet for determination of endogenous losses. The endogenous protein losses at



ileal level were 3.2 g/d and at faecal level, 2.2 g/d. The ileal endogenous protein showed a high content in glutamic acid (12.5%) and essential amino acids as threonine, valine and leucine (5.5%, 5.1% and 4.3%, respectively). The apparent ileal digestibility (AID) was 9.9 points lower as average than the true ileal digestibility (TID). The apparent faecal digestibility (AFD) of sunflower meals and peas was 4.1 points lower than TID, due to their lower endogenous losses respect to the ileal level. Lysine TID was higher than methionine one for all protein concentrates (97.0% vs. 93.6%, respectively), except for sunflower seed meal 38 (93.6 vs 94.2%). Threonine TID was the lowest, although it was the most important limiting amino acid in the ileal endogenous flow. On the contrary, methionine AFD was higher than lysine AFD. In conclusion the endogenous losses correction produces changes in the digestibility relative values of feeds.

■ INTRODUCCIÓN

La elección de un método de valoración que estime con la mayor exactitud posible la digestibilidad real de la proteína y de los aminoácidos de los alimentos se ha convertido en uno de los puntos más importantes en la valoración nitrogenada de los alimentos, ya que un mejor ajuste de los nutrientes a las necesidades del animal supone una disminución de las patologías asociadas a excesos de proteína y una reducción de la excreción de nitrógeno al medio (Maertens y Luzi, 1996).

Aunque la digestibilidad fecal aparente (DFA) de la proteína ha sido el método más utilizado, se han propuesto balances de proteína y aminoácidos a nivel ileal, por ser el íleon el último segmento del tracto digestivo en el que los aminoácidos pueden ser absorbidos y por ser la digestibilidad de cada aminoácido distinta en cada caso y distinta a su vez de la de la proteína. Sin embargo, una parte importante del flujo ileal de proteína y aminoácidos es de origen endógeno (88%, García et al., 2004) y su consideración da lugar a nuevos métodos de valoración nitrogenada, tales como la digestibilidad ileal verdadera (DIV) y la digestibilidad ileal estandarizada (DIS). En el trabajo de García et al. (2004) se observa como el valor relativo de digestibilidad de la proteína y de los aminoácidos limitantes entre los distintos alimentos valorados cambia en función del método utilizado en su determinación.

El objetivo de este trabajo es determinar la digestibilidad ileal corregida por pérdidas endógenas de la proteína y los aminoácidos de productos de soja, harinas de girasol y guisante, por ser algunas de las materias primas utilizadas habitualmente como principales fuentes de proteína y aminoácidos limitantes en dietas de conejos.

■ MATERIAL Y MÉTODOS

Experimento 1: Determinación de pérdidas endógenas

Se formuló una ración basal para la determinación de las pérdidas endógenas de proteína y aminoácidos a nivel ileal y fecal, cuya composición en materias primas y química se encuentra descrita en Llorente et al., (2005). Se optó por una dieta basada en la inclusión de proteína altamente digestible (caseína), para evitar los problemas de baja ingestión y trastornos fisiológicos que conlleva la utilización de dietas libres de nitrógeno (García et al., 2004).

La dieta basal se suministró ad libitum a un total de 11 conejas de raza Neocelandés x Californiano, con un peso medio de 4556 g (± 385 g), canuladas en íleon terminal con una cánula T de vidrio. Tras un período de adaptación al pienso basal de 10 días, se realizó el control individual del consumo y la excreción de heces durante 3 días consecutivos para la determinación de la digestibilidad fecal.



Las muestras de contenido ileal se recogieron entre las 7 y las 10 de la tarde durante dos días consecutivos, con el fin de evitar el efecto de la cecotrofia sobre el flujo ileal, ya que el contenido en proteína bruta del flujo ileal en estas horas del día es similar al obtenido en animales que no realizan cecotrofia (Merino y Carabaño, 2003). Las recogidas ileales de ambos días se mezclaron para obtener una muestra representativa de cada animal.

Se analizó el contenido en MS y PB (combustión, Dumas) de las muestras de contenido ileal y heces, según los procedimientos descritos por la AOAC (2000). La determinación de los aminoácidos del íleon y de las heces se realizó mediante el análisis sobre un pool de muestras utilizando un equipo Beckman System 6300HPA amino acid analyser (Fullerton, CA, USA). En los aminoácidos azufrados, se realizó una oxidación perfórmica de la muestra previa a la hidrólisis ácida. Se determinó el contenido de las muestras de íleon y heces en PB ligada a FND, según Licitra et al. (1996), y de sus aminoácidos. La concentración de marcador indigestible (yterbio) del íleon y el pienso se analizó en un espectrofotómetro de absorción atómica.

El flujo fecal e ileal endógeno de proteína se calculó restando al flujo total de proteína la PB-FND de las muestras de heces y contenido ileal, respectivamente, asumiendo un coeficiente de digestibilidad de la caseína del 100%. Mediante el análisis de regresión (procedimiento REG del paquete estadístico SAS (1990)), se obtuvieron las ecuaciones para la estimación de las pérdidas endógenas a nivel ileal y fecal. El flujo fecal e ileal endógeno de los aminoácidos, se determinó de la misma manera, pero aplicando un perfil constante de aminoácidos a la proteína endógena, obteniéndose una ecuación de regresión específica para cada aminoácido.

Experimento 2: Valoración de materias primas

Se valoraron dos harinas de girasol de distinto contenido en proteína (harina de girasol 28 y 38), dos productos de soja (harina 47 y haba tostada) y guisante, cuya composición química expresada en porcentaje sobre MS se muestra en la Tabla 1.

% M ^s	HARINA GIRASOL 28	HARINA GIRASOL 38	HARINA SOJA 47	HABA SOJA TOSTADA	GUISANTE
FND	45,80	37,59	24,61	20,15	19,94
FAD	36,77	29,22	14,44	13,49	10,25
LAD	12,5	9,40	1,52	2,84	0,39
PB	30,62	41,65	54,01	44,23	28,29
Cistina	0,49	0,56	0,65	0,53	0,44
Metionina	0,63	0,80	0,55	0,46	0,24
Treonina	1,26	1,59	2,02	1,70	0,94
Valina	1,99	2,49	2,84	2,47	1,43
Isoleucina	1,59	1,92	2,59	2,23	1,21
Leucina	2,20	2,75	3,94	3,36	1,88
Fenil alanina	1,56	1,98	2,66	2,28	1,25
Histidina	0,88	1,08	1,36	1,14	0,66
Lisina	1,29	1,56	3,20	2,65	1,74
Arginina	2,92	3,87	4,12	3,54	2,64
Ácido Aspártico	3,40	4,19	6,39	5,44	3,18
Seroína	1,26	1,72	2,53	2,08	1,11
Ácido glutámico	5,73	8,18	9,09	7,62	4,37
Prolina	1,43	1,81	2,48	2,02	1,16
Glicina	2,12	2,58	2,26	1,93	1,21
Alanina	1,60	1,96	2,34	1,99	1,17
Tirosina	0,90	1,22	2,02	1,74	0,91

Tabla 1. Composición química de los alimentos valorados (% sobre MS).

Se formularon 5 piensos experimentales en los que se intentó mantener constante el contenido de proteína bruta y el nivel y tipo de fibra respecto a la ración basal, para que las pérdidas endógenas fuesen de la misma magnitud en todas las dietas. Su composición en materias primas y química se encuentra detallada en Llorente et al., (2005). El porcentaje de inclusión del alimento a valorar en cada pienso fue el máximo posible (35% para las harinas de girasol y guisante y 30% para los productos de soja), con el fin de minimizar el error en la determinación de los coeficientes de digestibilidad de su proteína y de los aminoácidos que la componen.

El procedimiento experimental seguido fue el mismo que anteriormente se detalló en el experimento 1, utilizando 9 conejas en la valoración de la harina de soja y 10, en el resto de alimentos. La determinación de la digestibilidad de la PB de los alimentos se realizó mediante la diferencia entre el flujo ileal total de proteína y el flujo correspondiente a la suma de la PB-FND (procedente de la paja y cascarilla de girasol) más la PB de origen endógeno (estimada mediante las ecuaciones de regresión obtenidas en el experimento 1). En el caso de los balances aparentes, la proteína endógena considerada fue sólo la correspondiente a la parte de la dieta que no era el alimento valorado. Los coeficientes de digestibilidad de los aminoácidos se calcularon de igual modo que en el caso de la proteína, aplicando un perfil constante de aminoácidos a la proteína.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1: Determinación de pérdidas endógenas

El flujo endógeno de proteína, calculado a partir de los animales que ingirieron la dieta basal, se relacionó con el consumo de MS ingerida mediante análisis de regresión, obteniéndose las siguientes ecuaciones para la estimación de las pérdidas endógenas ileales y fecales, respectivamente:

$$PB \text{ endógena íleon (g/d)} = 0,0373 (\pm 0,0061) * MS \text{ ingerida (g/d)} - 0,3066$$

$$R^2 = 0,8067 ; RSD = 0,4284$$

$$PB \text{ endógena heces (g/d)} = 0,0305 (\pm 0,0057) * MS \text{ ingerida (g/d)} - 0,7194$$

$$R^2 = 0,7641 ; RSD = 0,3976$$

Se obtuvo un flujo endógeno de PB, para un consumo medio de MS de 94 ($\pm 6,7$) g/d, de 3,2 g/d de media a nivel ileal y 2,2 g/d de media a nivel fecal. Por tanto, la corrección por pérdidas endógenas tendrá mayor importancia en digestibilidad ileal que fecal

García, et al. (2004) obtienen un flujo ileal endógeno de proteína de 4,7 g/d de media, teniendo en cuenta que el consumo medio de MS (125,8 g/d) incluye la ingestión de pienso y heces cecótrofas, y de composición en aminoácidos similar a la obtenida en el presente trabajo (Tabla 2).

Tabla 2. Composición en aminoácidos del flujo endógeno ileal y fecal (% sobre PB). (% aa/PB)

(% aa/PB)	Flujo endógeno ileal	Flujo endógeno fecal	(% aa/PB)	Flujo endógeno ileal	Flujo endógeno fecal
Cistina	2,7	3,0	Arginina	3,6	4,3
Metionina	0,7	0,9	Ácido aspártico	7,2	7,0
Treonina	5,6	5,2	Serina	5,8	4,4
Valina	5,1	4,7	Ácido glutámico	12,5	9,2
Isoleucina	3,8	3,2	Prolina	4,7	3,3
Leucina	4,3	4,7	Glicina	8,0	4,1
Fenil Alanina	4,1	4,0	Alanina	3,4	3,7
Histidina	1,3	1,2	Tirosina	3,5	3,4
Lisina	3,6	3,5			

Experimento 2: Valoración de materias primas

La digestibilidad de los aminoácidos difiere de la de la proteína, independientemente del método de valoración elegido, como se observa en la Tabla 3, donde se presentan los datos relativos a los tres aminoácidos más limitantes.

Tabla 3. Digestibilidad fecal aparente y digestibilidad ileal aparente y verdadera de la proteína y los principales aminoácidos limitantes (%).

% M ^s	HARINA GIRASOL 28		HARINA GIRASOL 38		HARINA SOJA 47		HARINA SOJA TOSTADA		GUISANTE	
PB	82,28	1,78	84,13	1,65	95,21	1,28	90,65	2,16	81,24	2,32
Lisina	85,53	1,38	84,38	1,50	95,53	0,81	93,81	1,22	88,16	1,29
Metionina	92,26	0,81	92,43	0,83	97,85	1,15	95,11	1,83	85,59	2,37
Treonina	78,47	2,06	79,32	2,06	90,83	1,75	86,85	2,64	71,34	3,20
PB	76,11	2,38	80,04	1,13	86,74	1,04	82,30	0,90	76,07	1,21
Lisina	88,56	1,69	85,31	1,00	92,47	0,60	90,30	0,50	90,10	0,59
Metionina	90,46	0,89	91,69	0,44	91,23	0,68	88,59	0,57	84,58	0,87
Treonina	74,14	3,10	76,25	1,54	81,40	1,41	76,13	1,18	63,34	1,77
PB	88,29	2,38	89,00	1,13	93,64	1,04	93,73	0,90	89,25	1,21
Lisina	98,65	1,69	93,65	1,00	96,54	0,60	95,20	0,50	91,59	0,59
Metionina	93,63	0,89	94,20	0,44	94,88	0,68	92,97	0,57	92,85	0,87
Treonina	90,38	3,10	88,81	1,54	91,35	1,41	87,92	1,18	84,60	1,77

Digestibilidad de la proteína.

Los datos de DFA de la proteína para ambas harinas de girasol se situaron dentro del rango de variación presentado por Villamide et al., (1991) (de un 73% a un 90%). En los productos de soja se obtuvieron resultados de DFA de la proteína superiores a los encontrados en la bibliografía, posiblemente debido a la anómala excreción de heces cecótrofas por parte de las conejas que consumieron las dietas de los productos de soja. El guisante presentó una DFA de la proteína ligeramente inferior a los datos obtenidos en tablas (81,2% vs. 85% Villamide et al., (1998) y 83%, INRA (2002)).

La DIA de la proteína de la harina de girasol 38 fue similar a la obtenida por García et al. (2005) para una harina de girasol 36 (80,0% vs. 80,7%), mientras que la DIV resultó ligeramente superior a la de estos autores (89,0% vs. 86,1%), si bien estas diferencias pueden ser debidas a las distintas correcciones aplicadas al flujo ileal. No existen datos en la bibliografía de digestibilidad ileal de la proteína de productos de soja y guisante en conejos, pero los datos de DIS obtenidos en cerdos (90% y 74% para la harina y el haba de soja, respectivamente, y 80% para el guisante, INRA (2002)) muestran también diferencias importantes entre la digestibilidad de la proteína de la harina frente a la del haba de soja y el guisante, ya que la digestibilidad de la proteína de ambos alimentos se ve afectada por la presencia de factores antinutritivos y, en el caso del haba de soja tostada, la presencia de estos compuestos varía en función de la eficacia del tratamiento térmico aplicado. El valor de digestibilidad de la proteína obtenido con el método de DIA fue 9,9 puntos de media inferior al obtenido con DIV. La diferencia entre DIV y DIA fue mayor en los alimentos con menor contenido en PB (13,2 puntos en el guisante vs. 6,9 en la harina de soja), debido a que la corrección

por la proteína endógena tiene más importancia cuantitativa cuanto menor es el contenido en proteína de las materias primas valoradas. En el caso de la DFA de las harinas de girasol y el guisante, el valor de digestibilidad fue sólo 4,1 puntos de media inferior al de DIV, en parte, por las menores pérdidas endógenas calculadas a nivel fecal respecto a nivel ileal.

A efectos prácticos en la formulación de piensos, también es importante el valor relativo entre alimentos. Tomando como referencia la harina de soja 47 asignando a la digestibilidad de su proteína un valor 100, el valor relativo de la digestibilidad de la proteína entre los distintos alimentos valorados cambió en función del método de valoración elegido. Así, en DFA el valor relativo fue de 95, 87 y 85 para el haba de soja, las harinas de girasol y el guisante, respectivamente, mientras que en DIV, el valor relativo del guisante fue de 95 puntos, superior al de las harinas de girasol (94 puntos de media) e inferior al del haba de soja (97 puntos).

Digestibilidad de los aminoácidos.

Los resultados de DFA de lisina, metionina y treonina correspondientes a la harina de girasol 38 muestran la misma tendencia que los obtenidos por García et al. (2004) en la valoración de una harina de girasol 36 (84%, 92% y 79% vs. 80%, 92% y 77%, respectivamente, para lisina, metionina y treonina).

Las tablas de valoración del INRA (2002) asignan valores de DIS a las harinas de girasol en cerdos para lisina, metionina y treonina (81%, 92% y 82%, respectivamente), inferiores a los de DIV obtenidos en este trabajo en conejos. Estas diferencias revelan un peor aprovechamiento de estos tres aminoácidos limitantes de las harinas de girasol en la especie porcina. Los resultados de García et al. (2004) coinciden con los de este trabajo y muestran coeficientes de DIV para la lisina (90%), metionina (97%) y treonina (85%) de la harina de girasol valorada superiores a los de DIS de cerdos del INRA (2002). Los valores asignados por el INRA (2002) de DIS en cerdos relativos a la lisina, metionina y treonina son 2,6, 14,7 y 7,9 puntos de media inferiores a los de DIV obtenidos en este trabajo para la harina y el haba de soja y guisante, respectivamente. Al igual que en el caso de la proteína, la digestibilidad de los aminoácidos del haba de soja tostada y el guisante depende de la menor o mayor presencia de factores antinutritivos.

La corrección por pérdidas endógenas a nivel ileal afectó en mayor medida a la digestibilidad de aquellos aminoácidos que fueron mayoritarios en el flujo ileal endógeno y/o minoritarios en el contenido total de aminoácidos de la materia prima. Así, en la treonina las diferencias entre DIV y DIA fueron superiores a las encontradas en la lisina y la metionina (14 vs. 7 y 4 puntos de media, respectivamente), ya que la treonina representó un 5,6% del flujo ileal endógeno de proteína, mientras que la lisina y metionina supusieron el 3,6% y el 0,7%, respectivamente. Por otro lado, las diferencias entre la DIA y la DIS en cerdos son menores a las encontradas entre DIA y DIV en conejos debido a la menor importancia cuantitativa de las pérdidas endógenas aplicadas al cálculo de la DIS en porcino (Jansman et al., 2002).

Todos los alimentos presentaron DFA de la lisina y la metionina superior a la de la PB e inferior en el caso de la treonina. La DFA de la metionina fue 7,4 puntos de media mayor que la de la lisina en las harinas de girasol y 1,8 puntos de media en los productos de soja, mientras que en el guisante, resultó al contrario (88,2% en la lisina vs. 85,6% en la metionina). Sin embargo, los resultados de DIV mostraron a la lisina como un aminoácido más digestible que la metionina en todos los alimentos valorados (97,0% vs. 93,6%, respectivamente), excepto en la harina de girasol 38 (93,6% vs. 94,2%). La treonina, a pesar de ser uno de los aminoácidos cuantitativamente más importantes en el flujo endógeno ileal, siguió siendo el aminoácido con menor DIV, aunque en el caso de la harina de girasol 38 y 28 se situó en valores de digestibilidad muy próximos a los correspondientes a la PB o incluso superiores.



Tomando siempre como referencia los valores de digestibilidad de la harina de soja 47, en DFA de la lisina, el haba de soja y el guisante presentaron mayor valor relativo que las harinas de girasol (98 y 92 vs. 89 puntos, respectivamente), mientras que en DIV, los valores relativos de la harina de girasol 28 y el guisante fueron superiores incluso al valor de referencia. Los valores relativos de la DFA de la metionina fueron de 97, 94 y 87 puntos, respectivamente para el haba de soja, las harinas de girasol y el guisante y de 96, 87 y 79 puntos, en la treonina. Sin embargo, para estos dos aminoácidos, el valor relativo del haba de soja tostada resultó inferior al de las harinas de girasol al expresar los resultados en DIV (98 vs. 99, en la metionina y 96 vs. 98, en la treonina).

■ CONCLUSIONES

La utilización de balances aparentes a nivel ileal y fecal condujo a valores de digestibilidad de la proteína y sus aminoácidos inferiores a los obtenidos con el método de digestibilidad corregida por pérdidas endógenas (9 y 4 puntos de media, en DIA y DFA, respectivamente), debido a la importancia de la fracción proteica de origen endógeno en los flujos de proteína. La corrección por pérdidas endógenas tuvo mayor efecto en la digestibilidad de los alimentos con un contenido medio-bajo de compuestos nitrogenados, en aquellos en los que la fracción proteica está parcialmente ligada a la fibra y en la de los aminoácidos mayoritarios en el flujo ileal endógeno. Todo esto condujo a cambios en los valores relativos de digestibilidad de la proteína y aminoácidos entre alimentos.

La digestibilidad de cada aminoácido fue distinta para cada uno de ellos y distinta a su vez de la de la proteína, independientemente del método de valoración utilizado. Aminoácidos como la cistina, treonina, glicina y tirosina siempre presentaron valores de digestibilidad inferiores a los de la proteína (22, 4, 4 y 5 puntos de media, respectivamente). Sin embargo, metionina, valina, isoleucina, leucina, histidina, lisina, arginina, aspártico y glutámico, mostraron siempre mayor digestibilidad que la proteína, entre 3 y 7 puntos de media superior. Al corregir la digestibilidad ileal de los aminoácidos por pérdidas endógenas, ésta tendió a aproximarse al valor de digestibilidad ileal de la proteína.

■ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 2000. *Official Methods of Analysis*, 17th edition. AOAC, Gaithersburg, MD.
- GARCÍA A.I. 2004. *Rabbit feeding System: Assesment of different digestible units of nitrogen and amino acids in feedstuffs for rabbits (Sistema de alimentación para conejos: definición de las unidades de valoración nitrogenada)*. Tesis Doctoral. UPM.
- GARCIA A.I., DE BLAS J.C., CARABAÑO R. 2004. Effect of type of diet (casein-based or protein-free diet, and caecotrophy on ileal endogenous nitrogen and amino acid flow in rabbits. *Animal Science* 79: 231-240.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE. 2002. *Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage*. INRA. Paris.
- JANSMAN A.J.M., SMINK W., VAN LEEUWEN P., RADEMACHER M. 2002. Evaluation through literature data of the amount and amino acid composition of basal endogenous crude protein at the terminal ileum of pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 98: 49-60.
- LICITRA G., HERNÁNDEZ T.M., VAN SOEST P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation at ruminant feed. *Animal Feed Science and Technology* 57: 347-358.
- LLORENTE A., GARCÍA A.I., NICODEMUS N., VILLAMIDE M.J., CARABAÑO R. 2005. Utilización de una nueva metodología para la determinación de la digestibilidad ileal aparente y real en la valoración nitrogenada de harina de girasol en conejos. *ITEA* (2005), Vol. Extra 26 (II): 497-499.
- LLORENTE A., GARCÍA A.I., NICODEMUS N., VILLAMIDE M.J., CARABAÑO R. 2005. Valoración nitrogenada de productos de soja y harinas de girasol en conejos. *Actas XXX Symposium de Cunicultura*. Vol. I: 123-128.
- MERINO J.M., CARABAÑO R. 2003. Efecto de la cecotrofia sobre la composición química de la digesta y sobre la digestibilidad ileal. *ITEA*, Vol. Extra 24 (II): 657-659.
- MAERTENS L., LUZI F. 1996. Effect of dietary protein dilution on the performance and N-excretion of growing rabbits. *Proceeding 6th World Rabbit Congress*, Toulouse. Vol. I: 237-342.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. 1990. *User's guide*, version 6, fourth edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- VILLAMIDE M.J., FRAGA M.J., DE BLAS C. 1991 Effect of type of basal diet and rate of inclusion on the evaluation of protein concentrates with rabbits. *Anim. Prod.* 52: 215-224.
- VILLAMIDE M.J., MAERTENS L., DE BLAS C., PEREZ J.M. 1998. Feed evaluation. In: *The nutrition of the rabbit*, Ed. De Blas, C. and Wiseman, J., pp. 89-101. Commonwealth Agricultural Bureaux, Wallingford. London.

Nutrición

EFFECTO DE TOYOCERIN® SOBRE LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE CONEJAS PRIMÍPARAS DURANTE EL PRIMER CICLO

Effect of the dietary Toyocerin® supplementation on the performances of primiparous rabbits does in the first reproductive cycle

Victor Pinheiro¹; José L. Mourão¹; Clara Silva²; Guillermo Jiménez³

1 - CECAV, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

2 - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

3 - Rubinum, Barcelona, España

vpinheir@utad.pt

RESUMEN

En este estudio se evaluaron los efectos del Toyocerin® (Toyocerin 109-premezcla) sobre los resultados productivos de conejas primíparas en el primero ciclo. El trabajo fue realizado en la granja experimental de UTAD entre Octubre 2005 y Enero 2006. Un total de 102 hembras de la estirpe UPV fueron asignadas al azar a cada uno de los tres grupos experimentales: Grupo T0 (dieta base - control negativo); grupo T200 (dieta base + 200mg Toyocerin® /kg pienso) y grupo T1000 (dieta base + 1000mg Toyocerin® /kg pienso). Las conejas fueron alimentadas siempre ad libitum con un pienso granulado que contenía solamente Robenidina como coccidiostático. El control de pesos se ha hecho al inicio, cubrición, parto, 18 d después del parto (control de lactación) y al destete.

Los resultados sugieren que el uso de Toyocerin® ha tenido un efecto positivo en la ingestión de pienso en las conejas en lactación, con incrementos significativos ($P < 0,05$) entre el parto y el destete (ingestión por día de 469g para T0 y 50g más para T200 o T1000) y entre el control de lactación y el destete (567g/d para T0 y 76g más para T200 y T1000).

El peso de los gazapos al nacimiento fue significativamente ($P < 0,05$) superior en las hembras del grupo T200 que en las hembras del grupo control (50,6g vs. 44,7g) y la ganancia de peso de las crías fue también significativamente ($P < 0,05$) más elevado entre el control de lactación y el destete (33,2g/d para el grupo T0 y 36g/d para los grupos con pienso suplementado con Toyocerin®). El peso de los gazapos al destete mostró una tendencia ($P = 0,07$) a incrementar en los animales de los grupos alimentados con Toyocerin® (45 a 50g más).

ABSTRACT

This study intended to evaluate the effects of the Toyocerin® (Toyocerin 109- premix) on the performances of primiparous rabbits does in the first reproductive cycle. The experient was conducted in the facilities of UTAD between October 2005 and January 2006. A total of 102 UPV does were assigned at random to each one of the three experimental groups: T0 group (basal diet - negative

control); T200 group (basal diet + 200mg Toyocerin® /kg of feed) and T1000 group (basal diet + 1000mg Toyocerin® /kg feed). Diet was given ad libitum on a granulated form. The feed only contained Robenidin as a coccidiostatic. During the trial the does, pups and feed were weighted at the beginning of experiment, at the time on artificial insemination was performed, at parturition, at the time the milk production was controlled (18 d after the parturition - lactation control) and at weaning. The results suggest that the use of Toyocerin® it had a positive effect on feed intake of lactating does. Between parturition and the weaning, an increase of 50 g/day ($P < 0,05$) was observed for T200 or T1000 group (T0 with 469 g/day). The same trend was observed (more 76g) between the lactation control and the weaning (T0 with 567 g/day).

At birth, the pups of T200 females were heavier ($P < 0,05$) than the pups of T0 females (50,6g vs. 44,7g). There was also a higher ($P < 0,05$) weight gain between lactation control and the weaning for the pups of Toyocerin® groups (36g/d) when compared with T0 group (33,2g/d). The rabbits weight at weaning showed a tendency ($P = 0,07$) to increase when animals were fed with Toyocerin® (45 to 50g more).

■ INTRODUCCIÓN

En la actualidad la seguridad alimentaria se ha convertido en uno de los principios fundamentales exigidos por el consumidor. Por ello, la legislación de la Unión Europea establece toda una serie de medidas para que dicho principio se cumpla a lo largo de toda la cadena alimentaria, que va desde la granja -incluyéndose aquí la alimentación animal - hasta el consumidor. Una de esas medidas legislativas es la prohibición, desde el 1 de enero de 2006, del uso de antibióticos como promotores del crecimiento en la alimentación animal (Art. 11 del Reglamento (CE) No. 1831/2003 del Parlamento y del Consejo de 22 de septiembre de 2003, sobre los aditivos en la alimentación animal). Con estas medidas se pretende evitar la aparición de microorganismos patógenos con resistencia cruzada a antibióticos usados en medicina humana.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, se han buscado aditivos alternativos que permiten una mayor seguridad para los animales y los consumidores. La utilización de estimulantes o protectores de la flora intestinal (prebióticos) o la incorporación de los microorganismos -ya sean bacterias o levaduras (probióticos), representan hoy una interesante alternativa bajo la categoría de "aditivos zootécnicos" (Mourão *et al.*, 2005). Los probióticos están incluidos en el grupo funcional de "estabilizadores de la flora intestinal" siguiendo la clasificación oficial dada en el citado Reglamento. La acción de los probióticos va a depender de su proliferación y supervivencia en el intestino, dado que son microorganismos vivos que luchan y compiten con la flora intestinal local, así como también con la patógena. Como efectos de los probióticos podemos incluir: a) incremento de la actividad metabólica intestinal, b) alteración de la microbiota intestinal por la competición exclusiva con bacterias patógenas intestinales (*E. coli* y salmonelas) y c) modificación de la estructura y funcionamiento del epitelio intestinal, estimulando o sistema inmunitario (Abbot, 2004). Otro efecto que se señala a los probióticos es la acción en la translocación de patógenos, la cuál podrá prevenir las infecciones de origen entérico (Nakamura *et al.*, 2002).

Sin lugar a dudas, la producción intensiva en la cría del conejo hace que éste sea especialmente sensible al stress, tanto fisiológico como ambiental, provocado por dicho sistema productivo, lo que a su vez puede alterar la microflora intestinal y provocar o contribuir al desarrollo de problemas digestivos con la consiguiente pérdida de rendimiento productivo y/o aparición de procesos patológicos. La incorporación de probióticos pretende ayudar la estabilización de la microbiota intestinal y promover la sanidad del animal y su normal desarrollo.



El uso de probióticos en la alimentación del conejo ha sido ya evaluado anteriormente con resultados variables (Hattori *et al.*, 1984; De Blas *et al.*, 1991; Maertens and De Groote, 1992; Gippert *et al.*, 1992; Yamani *et al.*, 1992; Maertens *et al.*, 1994; Abdel-Samee, 1995; Kamra *et al.*, 1996; Esteve-García *et al.*, 2004; Kustos *et al.*, 2004. Nicodemus *et al.*, 2004; Trocino *et al.*, 2004). Mourão *et al.* (2005) han presentado una extensa revisión sobre el tema.

En el momento de empezar este estudio, en la Unión Europea existían ya dos microorganismos con autorización permanente para ser utilizados como aditivos en la alimentación del conejo de engorde: *Bacillus toyoi*, CE no. E-1701 (Toyocerin®) y *Saccharomyces cerevisiae*, CE No. E-1702 (Biosaf®). Los resultados aquí presentados corresponden al primer ciclo reproductivo de las conejas, con el objetivo de evaluar el efecto del *Bacillus toyoi* en los parámetros productivos de conejas reproductoras.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento discurrió entre los meses de octubre 2005 y enero 2006 en la granja experimental de la Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Se utilizaron piensos experimentales y se siguió el manejo habitual de una explotación comercial, únicamente alterado por el pesaje periódico de los animales y alimentos.

ALIMENTOS

En este trabajo se utilizaron 3 piensos cuya composición química suministrada por el fabricante se presenta en la Tabla 1. El pienso T0 es la dieta base (control negativo), la dieta T200, es dieta base suplementada con 200mg Toyocerin® /kg pienso y la dieta T1000 es la dieta base suplementada con 1000mg Toyocerin® /kg pienso. Las dietas fueran elaboradas en una fábrica de piensos industrial y formuladas para suplir las necesidades de las hembras en producción de acuerdo con De Blas (2000).

Tabla 1 – Ingredientes y composición química de los piensos

Ingredientes ¹ (%)	Dietas		
	T0	T200	T1000
Trigo	15	15	15
Girasol	20	20	20
Soja 44	2,6	2,6	2,6
Germen de maíz	4,5	4,5	4,5
Salvado de trigo	25	25	25
Melazo de caña	4	4	4
Alfalfa	15	15	15
Cáscara de uva	6	6	6
Paja	1,8	1,8	1,8
Pulpa remolacha	4	4	4
Carbonato cálcico	0,95	0,95	0,95
Sal	0,4	0,4	0,4
Aditivos y correctores	0,66	0,66	0,66
Toyocerin® ²	0	0,02	0,01
Composición Química (%)			
Materia seca	89,4	Cenizas	8,3
Proteína bruta	16,7	Almidón	18
Grasa	4	Azucres	5,3
Fibra bruta	14,9	E. digestible ³	2481

¹ - Ingredientes y composición química suministrada por el fabricante.

² - Toyocerin 109 – premixture – containing a minimum of 1x10⁹ *B. toyoi*/g premixture

³ - kcal/kg

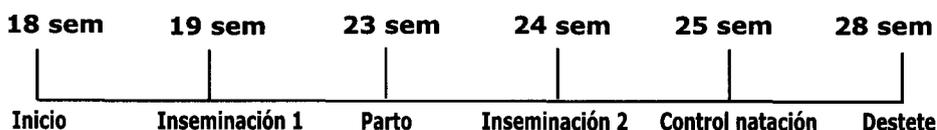
Animales

Se controlaron 102 conejas primíparas entre las 18 semanas y las 28 semanas de edad, momento en que se produjo el destete del primer parto. Los animales se distribuyeron aleatoriamente en tres grupos de 34 conejas a las que se suministro *ad limitum* durante toda la prueba un pienso distinto de acuerdo con la Tabla 1.

Diseño experimental

En la figura 1 se representan las fechas de realización de las principales operaciones en los animales a lo largo del trabajo experimental.

Figura 1 – Fecha de realización de las principales operaciones



Manejo de los animales

Las conejas iniciaron el período de recría alrededor de las 10 semanas de edad y fueron alimentadas con un pienso comercial hasta las 18 semanas de edad. A las 12 semanas, se alojaron en jaulas individuales donde permanecieron hasta el final del estudio. Cuando las conejas tenían 18 semanas de edad se distribuyeron en 3 grupos y se suministró a cada grupo uno de los distintos piensos. Todas las conejas fueron inseminadas artificialmente cuando tenían 19 semanas (inseminación 1), habiendo sido inducida la receptividad a través de la administración de PMSG. Durante el período de recría las conejas fueron desparasitadas y vacunadas contra la enfermedad vírica hemorrágica y la mixomatosis. Las conejas se pesaron al inicio del estudio, en el día de la inseminación artificial, al parto, a los 18 días de lactación y al destete de los gazapos. La ingestión del pienso se midió también a través del pesaje periódico de los comederos, efectuado al mismo tiempo que el pesaje de las hembras y del registro del pienso añadido (Figura 1). Entre el parto y la inseminación artificial de las conejas se llevó a cabo una lactación controlada. Los nidos se abrieron, durante cerca de 20 minutos, todos los días al inicio de la mañana. Después de la inseminación artificial los nidos permanecieron siempre abiertos. Después del parto, se contabilizaron los gazapos nacidos vivos y muertos y se pesó los vivos. Posteriormente las camadas se igualaron a 9 o 10 gazapos por hembra y se pesaron nuevamente (peso camada post-adopciones). Las camadas se pesaron de nuevo 11 y 18 días después del parto y al destete, que se produjo cuando los gazapos tenían 35 días de edad. Diariamente, entre el parto y el destete se vigilaron los nidos y se retiraron y contabilizaron los animales muertos, pero no se efectuaron adopciones.

Análisis estadístico

Los resultados de variación del peso vivo, de la ingestión y de los rendimientos productivos fueron analizados estadísticamente a través del programa estadístico JPEG 5.0.1.2 (2003), teniendo en cuenta los efectos del alimento. El análisis de varianza se efectuó por el procedimiento GLM y para la comparación múltiple de las medias se utilizó el test de Tukey.

Los resultados de fertilidad y mortalidad de las hembras se analizaron a través del procedimiento χ^2 .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se presentan los resultados del efecto del alimento sobre la evolución del peso vivo de las jóvenes conejas reproductoras, entre el inicio de la prueba (10 días antes de la cubrición) y los 35 días después del parto. Verificamos que el peso vivo en las diferentes fechas consideradas, así como la ganancia media diaria de peso vivo no se vieron afectados por el alimento consumido. Estos resultados son semejantes a los observados por Nicodemus *et al.* (2003). La evolución del peso vivo coinciden con los presentados por Cervera *et al.*, (2001) en el grupo de conejas primíparas alimentadas con las dietas menos fibrosas y por Pinheiro *et al.* (2005) en las hembras cruzadas. Las hembras pierden peso durante la primera gestación, pues la ingestión de alimento queda reducida (Tabla 3) por factores físicos inherentes a la gestación, como la ocupación de la cavidad abdominal por los gazapos. Sin embargo, la capacidad de ingestión se incrementa después del parto, lo que permite a la coneja soportar la producción de leche y continuar el crecimiento.

Tabla 2 – Efecto de Toyocerin® sobre el peso vivo y la ganancia de peso de las conejas en las diversas fases del ensayo.

	D i e t a s				
	T0	T2000	T1000	SE ²	P value ¹
Peso vivo					
Inicial	3355,2	3318,0	3352,1	31,74	ns
Cubrición	3774,6	3774,6	3786,2	36,67	ns
Parto	3727,5	3783,8	3670,2	58,23	ns
Control de lactación	4355,9	4341,6	4389,6	50,83	ns
Destete	4498,3	4461,9	4473,5	52,44	ns
Aumento de peso (g/día)					
Inicio - Inseminación ¹	46,6	50,8	48,2	2,72	ns
Inseminación ¹ - Parto	-1,52	0,30	-4,17	1,89	ns
Parto - Inseminación ²	30,0	22,9	33,5	3,89	ns
Parto - Control de lactación	34,9	32,2	39,9	2,31	0,06
Parto - Destete	21,4	19,4	22,3	1,44	ns
Inseminación ¹ - Destete	10,8	10,2	10,1	0,67	ns

¹ – Nivel de significación: ns (P>0,05) – diferencia no significativa; 0,01<P<0,05 – diferencia significativa; 0,05<P<0,001 – diferencia muy significativa; p<0,001 – diferencia altamente significativa
² – error estándar

En la Tabla 3 se presentan los resultados del efecto del alimento sobre la ingestión de alimento por las conejas y gazapos.

Tabla 3 – Efecto de Toyocerin® sobre la ingestión de alimento (g/d) de las conejas en las diversas fases del ensayo.

	D i e t a s				
	T0	T1000	T200	SE ²	P value ¹
Todas las conejas (n= 33 por grupos)					
Inicio - Inseminación ¹	226,7	233,2	232,2	3,99	ns
Inseminación ¹ - Parto	177,3	199,3	195,6	9,61	ns
Parto - Inseminación ¹	261,6	272,4	287,2	13,43	ns
Parto - Control de lactación	335,5	352,3	357,6	11,46	ns
Control de lactación - Destete	489,0	556,3	543,1	34,46	ns
Parto - Destete	416,8	460,3	455,8	23,72	ns
Solo conejas lactantes (n=28 por grupo)					
Inicio - Inseminación ¹	225,6	230,7	232,1	4,78	ns
Inseminación ¹ - Parto	176,4	190,2	198,5	10,89	ns
Parto - Inseminación ²	284,3	297,3	309,1	11,18	ns
Parto - Control de lactación	359,1	377,2	378,6	8,99	ns
Contro de lactación - Destete	567,5 ^b	645,9 ^a	643,7 ^a	18,25	0,004
Parto - Destete	469,4 ^b	519,5 ^a	518,9 ^a	12,99	0,009

1; 2 – ver tabla 2; a, b medias con distinta letra en la misma línea difieren con P<0.05



La ingestión de alimento por día no resultó significativamente diferente entre los tres grupos cuando se incluyó la totalidad de los animales. Pero, si consideramos solamente las hembras que están lactantes a los 18 días post-parto, verificamos que las hembras de los grupos T200 y T1000 tienen una ingestión superior en los períodos de parto-destete y control de lactación-destete. Para el conjunto hembra y camada, las hembras del grupo control ingieren 9,6 % menos que las de los grupos con Toyocerin®, entre el parto y el destete y 12% menos entre el control de lactación y el destete. Estos resultados no corroboran los de Nicodemus *et al.* (2003) que no obtuvieron ingestiones diferentes entre los grupos control y el grupo de conejas alimentadas con una dieta suplementada con Toyocerin® a la dosis de 200 mg/kg pienso.

Observamos en nuestro trabajo que, independientemente de la dieta, la ingestión de alimento disminuye del periodo de recría al de gestación y aumenta después durante la lactación, al igual que observaron Cervera *et al.* (2001) y Pinheiro *et al.* (2005).

La fertilidad observada fue 94% para los animales del grupo T0 y 91% para los animales con los piensos suplementados con Toyocerin®. La mortalidad de hembras durante todo lo primero ciclo reproductivo fue muy baja con tan sólo 3 bajas. Tanto para la mortalidad como para la fertilidad las diferencias no fueron significativas. Los resultados de fertilidad y mortalidad de hembras obtenidos en esta prueba han sido muy buenos, mejores que los presentados por Nicodemus *et al.* (2003) que observó mortalidades de hembras superiores a 20%.

Tabla 4 – Efecto de Toyocerin® sobre la fertilidad y mortalidad de las conejas durante el primer ciclo reproductivo

	D i e t a s			
	T0	T2000	T1000	∕2
Fertilidad (Partos/Inseminadas-%)	94,1	91,2	91,2	ns
Muertes de hembras (n)	0	1	2	ns

Los rendimientos productivos de las conejas y sus camadas son presentados en la Tabla 5. Podemos observar que la prolificidad y la productividad numérica obtenidas en el control de lactación y destete no se vieron afectadas por la alimentación. De los distintos parámetros productivos analizados, observamos diferencias significativas en el peso de gazapos al nacimiento y la ganancia media de peso vivo de los gazapos en el segundo período de lactación, siendo los peores resultados los obtenidos en las hembras del grupo control. Los gazapos del grupo control mostraron también una tendencia para pesos medios inferiores (50g menos que los gazapos de los grupos T200 y T1000).

Tabla 5 – Efecto de Toyocerin® sobre los rendimientos productivos de las conejas y de las camadas (n inicial 34 conejas)

	D i e t a s				
	T0	T200	T1000	SE ²	P value ¹
Núm. de gazapos por camada					
Nacidos vivos	10,5	9,8	9,4	0,59	ns
Nacidos muertos	0,46	0,53	0,97	0,29	ns
Nacidos totales	11,0	10,3	10,4	0,48	ns
Post-adopciones	9,2	9,2	9,2	0,08	ns
Al control de lactación	7,7	7,6	6,9	0,54	ns
Destetados	7,5	7,7	6,8	0,54	ns
Peso medio de gazapo (g)					
Parto	44,7 ^a	50,6 ^b	45,6 ^{ab}	1,82	0,05
Post-adopciones	48,7	51,4	50,5	1,20	ns
Al control de lactación	270,1	281,2	272,0	7,90	ns
Destetados	874,5	918,2	925,5	16,79	0,07
Incremento de peso (g/d)					
Parto-Control de lactación	13,3	13,5	13,0	0,40	ns
Control de lactación destete	33,3 ^b	35,4 ^a	36,3 ^a	0,64	0,004
Parto-destete	23,6	24,8	24,9	0,46	0,08

1; 2 – ver tabla 2; a,b,c medias con distinta letra en la misma línea difieren con P<0.05



La utilización de probióticos en la alimentación de conejas reproductoras no está suficientemente evaluada todavía, pues son pocos los estudios realizados y en la mayoría de éstos se han utilizado gazapos destetados en crecimiento. Los resultados obtenidos en esta prueba son distintos a los de Nicodemus *et al.* (2003). Con la suplementación en la dieta de Toyocerin® (200 mg/kg pienso), estos autores obtuvieron, como nosotros, idéntico número de gazapos nacidos vivos o muertos, pero observaron una tendencia para un mayor número de gazapos destetados y como consecuencia una mayor productividad numérica anual, lo que difiere de nuestros resultados.

El crecimiento de los gazapos durante la lactación está dentro de los valores esperados y son semejantes a los registrados por Cervera *et al.* (2001) y Pinheiro *et al.* (2005).

■ CONCLUSIONES

Los resultados aquí presentados correspondientes al primer ciclo reproductivo de las conejas, sugieren que el uso de Toyocerin® en la alimentación afectó a algunos de los parámetros productivos de las conejas al primer parto, habiendo un incremento en la ingestión de pienso en las conejas en lactación, entre el parto y el destete, con efectos más evidentes entre el control de lactación y el destete. El peso de los gazapos al nacimiento fue superior en las hembras del grupo T200 que en las hembras del grupo control y la ganancia de peso de los gazapos, entre el control de lactación y el destete, fue significativamente más elevado para los grupos con pienso suplementado con Toyocerin®. El peso de los gazapos destetados mostró una tendencia a incrementar en los animales de los grupos alimentados con Toyocerin®. El peso vivo de las conejas no fue afectado por el tratamiento. Los resultados obtenidos para la mortalidad y fertilidad de las conejas fueron muy buenos para todos los grupos sin diferencias entre ellos.



BIBLIOGRAFIA

- ABBOTT A. 2004. Gut reaction. *Nature*, 427: 284-286.
- ABDEL-SAMEE A.M. 1995. Using some antibiotics and probiotics for alleviating heat stress on growing and doe rabbits in Egypt. *World Rabbit Sci.*, 3: 107-111.
- CERVERA C., COSTERA A., MOYA J., FERNÁNDEZ-CARMONA J., PASCUAL J.J. 2001. Utilización de piensos de alfalfa en la cría de conejas reproductoras. *Actas XXVI Symposium de Cunicultura*. Aveiro, Portugal: 156-163.
- DE BLAS C., GARCIA J., ALDAY S. 1991. Effects of dietary inclusion of a probiotic (Paciflor®) on performance of growing rabbits. *J. Applied Rabbit Res.*, 14: 148-150.
- DE BLAS C. 2000. Alimentação de coelhas reprodutoras. *Livro de comunicações das I Jornadas Internacionais de Cunicultura*, APEZ, Vila Real. 71-78.
- ESTEVE-GARCIA E., RAFEL O., JIMÉNEZ G. 2004. Eficacia de Toyocerin® en conejos de engorde. *Actas XXX Symposium de Cunicultura de Asescu*. Lugo. 85-89.
- GIPPERT T., VIRAG G.Y., NAGY I. 1992. Lacto-Sacc in rabbit nutrition. *J. Applied Rabbit Res.*, 15: 1101-1104.
- HATTORI Y., KOZASA M., BRENES J. 1984. Effect of Toyocerin powder® (*Bacillus toyoi*) on the intestinal bacterial flora of rabbits. in: *Proc. 3rd World Rabbit Congress., Rome, Italy.*, 279-286.
- JPEG 5.0.1.2, 2003. SAS Institute Inc.
- KAMRA D.N., CHAUDHAR Y.L.C., SINGH R., PATHAK N.N. 1996. Influence of feeding probiotics on growth performance and nutrient digestibility in rabbits. *World Rabbit Sci.*, 4: 85-88.
- KUSTOS K., KOVÁCS D., GÓDOR-SURMANN K., EIBEN C.S. 2004. Effect of probiotic bioplus 2b® on performance of growing rabbit. *Proceedings of the 8 th World Rabbit Congress*. Universidade de Puebla, Puebla, México. 874-879.
- MAERTENS L., DE GROOTE G. 1992. Effect of a dietary supplementation of live yeasts on the zootechnical performances of does and weanling rabbits. *J. Applied Rabbit Res.*, 15: 1079-1086.
- MOURÃO J.L., PINHEIRO V., FALCÃO E CUNHA L. 2005. Alternativas ao uso de antibióticos nas dietas para coelhos em crescimento. Comunicação oral. *Livro de comunicações das III Jornadas Internacionais de cunicultura*. Vila Real, 2 de Novembro. 27-45.
- NAKAMURA A., OTA Y., MIZUKAMI A., ITO T., NGWAI Y., ADACHI Y. 2002. Evaluation of Aviguard, a commercial competitive exclusion product for efficacy and after-effect on the antibody response of chicks to Salmonella. *Poultry Science*, 81 (11): 1653-1660.
- NICODEMUS N., CARABAÑO R., GARCIA J., DE BLAS J.C. 2004. Performance response of doe rabbits to Toyocerin® (*Bacillus cereus* var. *toyoi*) supplementation. *World Rabbit Sci.*, 12: 109-118.
- PINHEIRO V., MOURÃO J.L., CARVALHO C. 2005. Efecto del manejo de la alimentación y del tipo genético sobre los rendimientos productivos de conejas primíparas. Apresentação oral. *Actas do XXX Symposium de Cunicultura da ASESCU* Valladolid, Espanha. 99-106.
- TROCINO A., XICCATO G., CARRARO L., JIMENEZ G. 2003. Effect of diet supplementation with Toyocerin® (*Bacillus cereus* var. *toyoi*) on performance and health in growing rabbits. *World Rabbit Sci.*, 13: 15-26.
- YAMANI K.A., IBRAHIM H., RASHWAN A.A., EL-GENDY K.M. 1992. Effects of a pelleted diet supplemented with probiotic (Lacto-Sacc) and water supplemented with a combination of probiotics and acidifier (Acid-pack 4-way) on digestibility, growth, carcass and physiological aspects of weaning new Zealand white rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15: 1087-1100.



Nutrición

VALORACIÓN DEL IMPACTO DE DIETAS MEDICADAS SOBRE EL RITMO DE CRECIMIENTO Y LA FERMENTACIÓN CECAL DE CONEJOS EN CEBO

Impact valuation of medicated diets on caecal fermentation of growing rabbits

L. Abecia M. Fondevila, J. Balcells y A. Belenguer

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos,
Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza,
Miguel Servet 177, 50013, Zaragoza

RESUMEN

Este trabajo estudia el impacto de la inclusión de antibióticos en dietas medicadas contra patógenos sobre la actividad fermentativa cecal de conejos en cebo intensivo. Se utilizaron 24 conejos neozelandeses destetados a los 28 días, con un peso inicial de 667 ± 25.5 g, agrupados en 4 tratamientos que consistieron en una dieta base (NAB) suplementada con 100 ppm de bacitracina (BAC), 400 ppm de clortetraciclina (CTC) o 100 ppm de tiamulina (TIA), antibióticos y dosis terapéuticas utilizados comúnmente. Las dietas se administraron *ad libitum* durante 28 días y los animales fueron pesados semanalmente. Los conejos fueron sacrificados al final del periodo experimental y su ciego muestreado. No se observaron diferencias en la tasa de crecimiento, aunque con la CTC tendió ($p=0.10$) a ser menor, mientras que el peso del ciego fue mayor ($p<0.01$). El tratamiento con CTC mostró una concentración de AGV numéricamente menor ($p<0.10$). La proporción de propionato fue mayor ($p<0.01$) y la de butirato menor ($p=0.03$) con la CTC respecto a TIA, mientras que los tratamientos NAB y BAC mostraron proporciones intermedias. Los tratamientos no afectaron a los recuentos totales de bacterias anaeróbicas ni a la actividad polisacaridasa de la población microbiana, aunque la actividad xilanasasa fue más del doble con la dieta control que con la BAC. Los antibióticos evaluados no tuvieron un efecto importante en el ambiente microbiano cecal, observándose únicamente un incremento en la proporción de propionato con la CTC y una mayor proporción de butirato con la TIA que con CTC, que podría sugerir un efecto cualitativo a nivel de la biodiversidad bacteriana del ciego.

ABSTRACT

The possible side-effects of dietary inclusion of antibiotics in medicated diet against pathogens on microbial fermentative activity in the rabbit cecum were studied. Twenty-four growing New Zealand rabbits weaned at 28 days (667 ± 25.5 g initial weight) were allocated to 4 treatments of 6 rabbits. Diets consisted of a common mixed feed (NAB) as a control, supplemented with 100 ppm bacitracin (BAC), 400 ppm chlortetracycline (CTC) or 100 ppm tiamulin (TIA), antibiotics and doses commonly used in rabbit therapy. Rabbits were given the experimental diets *ad libitum* for 28 days, being weighed individually every week. Animals were slaughtered at the end of the experimental period and

their cecum excised. No significant differences were found on growth rate, although with CTC it tended ($p=0.10$) to be lower, whereas cecal weight was the highest with CTC ($p<0.01$). The CTC treatment showed a numerically lower VFA concentration ($p<0.10$). Propionate proportion was higher ($p<0.01$) and butyrate proportion lower ($p=0.03$) with CTC than TIA, with NAB and BAC recording intermediate proportions. Treatments did not affect either total anaerobic bacterial counts or polysaccharidase activity of microbial population, although xylanase activity with NAB was more than two-fold that with BAC. These antibiotics did not have a major effect on overall cecal microbial environment, and only an increase in propionate proportion with CTC and a higher butyrate proportion with CTC than TIA were noticeable, suggesting a qualitative effect on the caecal bacterial biodiversity.

INTRODUCCIÓN

El uso de piensos medicados en explotaciones intensivas de conejos se ha visto incrementado con la aparición de la Enteropatía Epizoótica del Conejo (ECC). La utilización de dietas medicadas, además de un efecto sobre los microorganismos patógenos, puede también alterar el ambiente cecal y con ello la capacidad fermentativa del ciego. Los procesos de fermentación en dicho compartimento tienen un efecto fundamental en el animal hospedador, tanto por la fermentación de los carbohidratos estructurales que aporta ácidos grasos volátiles (AGV) como fuente de energía (hasta el 0.40 de las necesidades de mantenimiento, Marty y Vernay, 1984) como por el reciclaje de proteína microbiana cecal mediante la cecotrofia, fundamentalmente para la economía del nitrógeno en el conejo (García et al., 2000). La inclusión de sustancias antibióticas en la ración puede alterar cuantitativa y cualitativamente la población microbiana cecal y con ello minimizar este componente funcional, fundamental en la nutrición del conejo.

En este trabajo se estudia, mediante diferentes parámetros de fermentación cecal, el impacto de algunos antibióticos utilizados ampliamente en piensos medicados en conejos en cebo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales y Dietas

La ración experimental fue formulada en base a (g/kg): cebada, 440; heno de alfalfa, 240; pulpa remolacha, 82; harina de soja, 150; paja, 60 y 9 de complemento vitamínico mineral. Esta dieta fue administrada "ad libitum", sin suplementar con antibióticos (NAB) o con 100 ppm de bacitracina (BAC), 400 ppm de clortetraciclina (CTC) o 100 ppm de tiamulina (TIA). Los antibióticos y las dosis de administración se establecieron atendiendo a los criterios utilizados comúnmente en la formulación comercial de piensos medicados.

Las raciones se administraron durante el periodo de cebo (28 días) a 24 conejos machos de raza Blanco Neozelandés, destetados a las 4 semanas con un peso inicial de 667 ± 25.5 g, que fueron divididos al azar en cuatro lotes de 6 animales. Los animales fueron sometidos a un ciclo nictemeral controlado (12h luz/oscuridad) sin ninguna limitación de acceso al agua de bebida.

Procedimiento experimental y recogida de muestras

Durante el periodo experimental, los animales fueron pesados cada 7 días. Tras este periodo fueron sacrificados por dislocación cervical, aislándose el tracto digestivo completo. El ciego se ligó, seccionó y se pesó el órgano completo; se determinó el pH del contenido cecal que se muestreo a continuación. Dos muestras cecales (1 g materia fresca, MF) fueron recogidas en 1 ml HCl 0.2 N o en 1 ml 0.5M H_3PO_4 y 50mM-3metil valerato para la determinación de nitrógeno amoniacal o AGV respectivamente. Una tercera muestra (2 g MF) se congeló inmediatamente para la posterior determinación de la actividad enzimática microbiana y una cuarta (2 g MF) para la realización de recuentos de bacterias.

Análisis químicos

La concentración de AGV en el contenido cecal se determinó mediante cromatografía de gases siguiendo la técnica descrita por Jouany (1982). El amoníaco en el contenido cecal acidificado y centrifugado tras su descongelación (13.200 r.p.m. durante 30 minutos) se analizó mediante la técnica colorimétrica descrita por Chaney y Marbach (1962), basada en la reacción de Berthelot (fenol-hipoclorito).

Las enzimas bacterianas fueron extraídas con lisozima de acuerdo con Silva et al. (1987), y su actividad se contrastó frente a carboximetilcelulosa y xilano como sustratos para evaluar la actividad celulasa y xilanasas respectivamente, siguiendo el método descrito por Nelson-Somogy (Ashwell, 1957). El tratamiento de las muestras y la metodología para la determinación de recuentos microbianos se realizó mediante diluciones seriadas y cultivo en medio completo. La concentración de bacterias en medio líquido se estimó a partir de la técnica del número más probable (Dehority et al., 1989) y los resultados se expresan en base logarítmica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dado que el diseño experimental no se enfocó explícitamente al estudio de los rendimientos productivos, los resultados de crecimiento obtenidos en este estudio deben analizarse con precaución. No obstante, el análisis de los resultados en el ritmo de crecimiento mediante contrastes ortogonales mostró una tendencia en el grupo de CTC a ser menor que el resto ($p=0.10$).

Tabla 1. Valores medios de los ritmos de crecimiento diarios (g/d), peso de ciego (g) y pH de los animales consumiendo cada ración experimental.

	Crecimiento	Peso ciego	pH
NBA	39,97	133,28 ^b	6,32
BAC	39,13	125,24 ^b	6,34
CTC	34,17	167,05 ^a	6,60
TIA	41,29	130,26 ^b	6,28
Media	38,64	138,96	6,38
E.S	1.15	9.51	0,07

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p<0.05$)

El efecto de la CTC sobre el ritmo de crecimiento contrasta con los resultados previos obtenidos en nuestro laboratorio, en los que no se pudo registrar ninguna diferencia entre los antibióticos a estudio (clortetraciclina y bacitracina; Abecia et al., 2005). Se debe mencionar que en dicho trabajo, aunque las dietas tenían características similares, los ritmos de crecimiento fueron inferiores (30 vs 38 g/d), diferencia que pudo deberse a que en ese experimento los animales fueron mantenidos en jaulas individuales y los niveles de adaptación no fueron nunca completos. Un hipotético efecto de la clortetraciclina que se manifieste sólo a ritmos elevados de crecimiento cuando es administrado a dosis comerciales debe ser confirmado experimentalmente.

La CTC también modificó algunos parámetros digestivos: el peso del ciego fue superior ($p<0.01$) y su contenido mostró un pH numéricamente más alto aunque sin alcanzar significación estadística. En lo relativo a la concentración de AGV (Tabla 2), la CTC mostró una concentración aparentemente inferior a los restantes tratamientos, aunque la falta de diferencias significativas puede deberse a la gran variabilidad individual registrada (coeficiente de variación, CV = 0.14) enmascarando el efecto real de dicho antibiótico sobre la flora cecal. La mayor proporción de propiónico se alcanzó

con CTC ($p < 0.01$) y la de butírico fue menor con CTC que con TIA ($p = 0.03$), no observándose diferencias entre las proporciones con NAB y BAC y los otros tratamientos. No hubo diferencias significativas entre tratamientos en la proporción de acético.

Tabla 2. Concentraciones (mM/L) de AGV totales y las proporciones molares (%) de los principales AGV en ciego de conejos en cebo con los diferentes tratamientos a estudio.

	AGV totales	Acético	Propiónico	Butírico
NBA	72.7	76.8	6.4 ^b	14.4 ^{ab}
BAC	81.5	77.2	4.8 ^b	17.0 ^{ab}
CTC	60.9	77.1	11.0 ^a	10.4 ^b
TIA	74.5	74.5	4.2 ^b	20.3 ^a
Media	72.43	76.44	6.65	15.56
E.S	4.2	0.63	1.53	2.10

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

El perfil de AGV coincide en general con resultados previos obtenidos en nuestro laboratorio (Belenguer et al., 2002; Abecia et al., 2005) y otros (Bellier and Gidenne., 1996). Los autores de la presente memoria no han podido validar sus resultados con otros trabajos de naturaleza similar. No obstante si la CTC redujese los niveles de fermentación, ello explicaría el aumento del contenido cecal, el menor nivel de pH registrado y la menor concentración aparente de AGV registrada con esta ración, y pudiera justificar un menor ritmo de crecimiento.

La predominancia de una fermentación acética en el ciego, con una proporción mayor de butírico que de propiónico, coincide con la mayor parte de la bibliografía consultada en lo que se refiere tanto a animales en crecimiento (García et al., 2000; Abecia et al., 2005) como en lactación (Belenguer et al., 2004). Las diferencias significativas observadas en las proporciones de propiónico y butírico, fundamentalmente entre clortetraciclina y tiamulina, indican una acción selectiva de cada uno de estos antibióticos sobre especies diferentes de bacterias cecales.

Los tratamientos no afectaron a los recuentos de bacterias anaerobias totales (Tabla 3). Anteriormente, con raciones de similares características incluyendo antibióticos las concentraciones (en base logarítmica) correspondieron a 9.32 para una dieta control y 9.51 y 9.20 para las dietas con clortetraciclina y bacitracina, respectivamente (Abecia et al., 2005). En el mismo sentido, no se detectaron diferencias significativas en la actividad polisacaridasa total de la población microbiana, aunque numéricamente ($p > 0.10$) la actividad xilanasa microbiana en el grupo de animales que ingirieron la dieta NAB duplicó la registrada con aquellos que se alimentaban de la dieta BAC. Del mismo modo que para la concentración total de AGV, la ausencia de diferencias en la concentración total de bacterias anaerobias cecales y en su actividad enzimática total pudiera estar mediatizada por la amplia variabilidad inherente a las técnicas, registrada cuando se comparan diferentes trabajos o incluso dentro de ellos, lo que limitaría la utilización de este procedimiento para valorar las hipótesis planteadas en este experimento. A pesar de ello, los resultados parecen indicar que el efecto de algunos de los antibióticos evaluados (clortetraciclina y tiamulina) no tiene una repercusión cuantitativa importante sobre la población cecal o su actividad fermentativa, aunque pueden existir efectos cualitativos, manifestados en las proporciones de los AGV, relacionados con un impacto selectivo de dichos antibióticos sobre la biodiversidad bacteriana del ciego.



Tabla 3: Concentración total de bacterias (log/g MF) en contenido cecal y actividad enzimática xilanasas (Xasa) y carboximetil celulasa (CMCasa) de las bacterias cecales (μ mol de azúcar liberado por min/ g de contenido).

	Concentración de bacterias	Actividad Xasa	Actividad CMCasa
NBA	9.106	0.276	0.027
BAC	8.846	0.127	0.017
CTC	9.247	0.187	0.014
TIA	8.977	0.221	0.021
Media	9.044	0.2029	0.0195
E.S	0.271	0.0312	0.0028

■ IMPLICACIONES

En las condiciones experimentales de este trabajo, las dietas medicadas no mostraron variaciones cuantitativas relevantes respecto a la dieta control en los parámetros fermentativos, aunque sugieren un menor rendimiento con clortetraciclina. No obstante, las diferencias en las proporciones de propiónico y butírico entre las dietas que incluyeron clortetraciclina o tiamulina indican un efecto cualitativo sobre la población bacteriana cecal, que exigiría posteriores investigaciones.

■ AGRADECIMIENTOS

L. Abecia disfrutó una beca para la formación de investigadores del Gobierno Vasco.

■ AGRADECIMIENTOS

L. Abecia disfrutó una beca para la formación de investigadores del Gobierno Vasco.

■ REFERENCIAS

- ABECIA L., BALCELLS J., FONDEVILA M., BELENGUER, A., CALLEJA, L. 2005. Effect of therapeutic doses of antibiotics in the diet on the digestibility and caecal fermentation in growing rabbits. *Anim. Res.* 54: 307-314.
- ASHWELL G. 1957. Colorimetric analysis of sugars. In: *Methods in Enzymology*, vol 3, pp 85-86. S.P. Colowick and N.O. Kaplan (eds), Academic Press, New York.
- BELENGUER A., BALCELLS J., ABECIA L., DECOUX M. 2004. Efecto del tipo de carbohidrato sobre la producción de leche y el ambiente cecal en conejas en lactación. *XXIX Symposium de Cunicultura*, Lugo, 127-132.
- BELENGUER A., BALCELLS J., FONDEVILA M., TORRE C. 2002. Caecotrophes intake in growing rabbits estimated from urinary excretion of purine derivatives or from direct measurement using animals provided with a neck collar: effect of type and level of dietary carbohydrate. *Anim. Sci.* 74: 135-144.
- BELLIER R., GIDENNE T. 1996. Consequences of reduced fibre intake on digestion, rate of passage and caecal microbial activity in the young rabbit. *Br. J. Nutr.* 75: 353-363.
- CHANEY A.L., MARBACH E.P. 1962. Modified reagents for the determination of urea and ammonia. *Clin. Chem.* 8: 131-142.
- DEHORITY B.A., TIRABASSO P.A., GRIFO A.P. 1989. Most-probable number procedures for enumerating ruminal bacteria, including the simultaneous estimation of total and cellulolytic numbers in one medium. *Appl. Environ. Microb.* 55: 2789-2792.
- GARCÍA J., CARABANO R., PÉREZ-ALBA L., DE BLAS J. C. 2000. Effect of fiber source on caecal fermentation and nitrogen recycled through cecotrophy in rabbits. *J Anim Sci.* 78: 638-646..
- JOUANY J.P. 1982. Volatile fatty acid and alcohol determination in digestive contents, silage juices, bacterial cultures and anaerobic fermentor contents. *Science des Aliments* 2: 131-144.
- MARTY J., VERNAY M. 1984. Absorption and metabolism of the volatile fatty acids in the hindgut of the rabbit. *Br. J. Nutr.* 51: 265-277.
- SILVA A.T., WALLACE R.J., ORSKOV, E.R. 1987. Use of particle-bound enzyme activity to predict the rate and extent of fibre degradation in the rumen. *Br. J. Nutr.* 57: 407-415.



Producción Animal y Calidad de Carne

EFFECTO DEL ESTADO FISIOLÓGICO Y LA ESTACIÓN SOBRE LOS CARACTERES REPRODUCTIVOS DURANTE EL PERIODO DE LACTACIÓN EN CONEJO.

Efect of level and type of fibre on growth performance and the ileal digestibility in growing rabbits

Baena, P.L., García, M.L., Muelas, R., Agea, I., Rodríguez, B., Argente, M.J.

División de Producción Animal. Dpto de Tecnología Agroalimentaria. Universidad Miguel Hernández de Elche. Ctra de Beniel km 3,2. Orihuela 03312. Alicante.e-mail:mj.argente@umh.es

RESUMEN

Un total de 478 camadas pertenecientes a 168 conejas F2 fueron utilizadas para analizar el efecto del estado fisiológico de la hembra y la estación del año sobre el tamaño de camada, la supervivencia de los gazapos y el peso de la camada durante la lactación. Las hembras nulíparas tuvieron casi un gazapo menos que las hembras multíparas a lo largo de toda la lactación. Las hembras primíparas no lactantes mostraron un menor tamaño de camada al parto (-1,46 gazapos, un 16%) y al destete (-0,80 gazapos, un 11%) que las hembras multíparas no lactantes. En la primera semana de vida de los gazapos, se observó un efecto depresor del verano sobre la supervivencia de éstos. Al nacimiento, las camadas de las hembras nulíparas y primíparas no lactantes fueron las que presentaron un peso menor (427g. y 429g.) vs. las de las hembras primíparas lactantes y multíparas lactantes y no lactantes (500g., 515g. y 496g.). Al destete, las camadas con pesos menores fueron las provenientes de las hembras nulíparas, primíparas y multíparas no lactantes (3999g., 3775g. y 3995g.) vs. las de las hembras primíparas lactantes y multíparas lactantes (4339g. y 4598g.). El peso de las camadas de las hembras primíparas lactantes fueron mayores al nacimiento (+70 g., un 14%) y al destete (+563 g., un 13%) que el de las hembras primíparas no lactantes. El verano y el otoño tuvieron un efecto favorable sobre el peso de la camada a lo largo de toda la lactación.

ABSTRACT

A total of 478 litters from 168 does F2 were used to analyze the effect of lactation and season on litter size, survival of kits and weight of litter size during lactation. Nulliparous females had almost a kit less than the multiparous females throughout lactation. The non lactating primiparous females showed a minor litter size at birth (-1.46 kits, 16 %) and at weaning (-0.80 kits, 11 %) that non lactating multiparous females. A negative effect was found in summer for survival of kits in the first week. Litters of nulliparous and non lactating primiparous females weighted less at birth (427g. and 429g.) than lactating primiparous and lactating and non lactating multiparous females (500g., 515g. and 496g. respectively). At weaning, litters of nulliparous, non lactating primiparous and multiparous females weighted less (3999g., 3775g. and 3995g., respectively) than those of lactating primiparous



and multiparous females (4339 g. and 4598 g., respectively). Weight of the litters in lactating primiparous females was higher than in non lactating primiparous females, at birth (+70 g., 14 %) and at weaning (+563 g., 13 %). The summer and the autumn had a positive effect on weight of litter throughout lactation.

INTRODUCCIÓN

El número de gazapos criados por coneja y año y el peso del gazapo al sacrificio son dos de los caracteres de mayor importancia en la rentabilidad de una explotación cunícola (GÓMEZ *et al.*, 2003). El tamaño de camada al nacimiento o al destete es un carácter estrechamente relacionado con dicha productividad numérica. La expresión del tamaño de camada está determinada por dos componentes: una ambiental y otra genética. El estudio de los factores ambientales que limitan dicha expresión puede permitir mejorar la rentabilidad de las explotaciones cunícolas. Este trabajo junto con los presentados por ARGENTE *et al.* (2006) y GARCÍA *et al.* (2006) estarían dentro de este campo de estudio.

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto del estado fisiológico de la hembra y de la estación sobre el tamaño de camada, la supervivencia de los gazapos y el peso de la camada durante el periodo de lactación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales

En el estudio fueron utilizados los datos de 478 camadas y 3661 gazapos pertenecientes a las camadas de 168 conejas y 74 machos de una población de animales F2. Esta población de animales F2 procedía del cruce de dos líneas seleccionadas divergentemente por capacidad uterina (más detalles en ARGENTE *et al.*, 1997). Los animales fueron alojados en la granja docente de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Las hembras se llevaron por primera vez a la monta a las 18 semanas de edad y se volvieron a llevar a la monta a los 12 días después del parto. No se realizaron adopciones y el destete se realizó a los 28 días de edad. Las hembras y los machos estaban alojados en jaulas individuales en la nave de maternidad con ambiente controlado y fotoperiodo constante de 16 horas de luz al día.

Caracteres

Las variables analizadas fueron: el tamaño de camada al parto (NT) y el número de nacidos vivos al parto (NV₀), el número de gazapos vivos a los 7 (NV₇), 14 (NV₁₄), 21 (NV₂₁) y 28 días de edad (ND); la supervivencia al parto (SP), la supervivencia a la 1ª (S₇), 2ª (S₁₄), 3ª (S₂₁), 4ª semana de edad (S₂₈), y la supervivencia desde el nacimiento al destete (SD); y el peso de la camada al nacimiento (PCN), a los 7 (PC₇), 14 (PC₁₄), 21 (PC₂₁) y 28 días de edad (PC₂₈), en los cuatro primeros partos de todas las hembras.

Análisis Estadísticos

Las medias por mínimos cuadrados para NT, NV₀, NV₇, NV₁₄, NV₂₁, ND, SP, S₇, S₁₄, S₂₁, S₂₈ y SD se estimaron utilizando el siguiente modelo: $Y_{ijkl} = \mu + EF_i + AE_j + p^2_{ijkl} + e_{ijkl}$. Donde, EF_i es el efecto fijo del estado fisiológico de la hembra en el momento de la monta con cinco niveles (nulíparas, primíparas lactantes, primíparas no lactantes, multíparas lactantes y multíparas no lactantes), AE_i es el efecto fijo de estación con cuatro niveles (invierno, primavera, verano y otoño) y p^2_{ijkl} es el efecto del ambiente permanente. Al modelo anterior, se añadió la covariable de nacidos totales para analizar el PCN, PC₇, PC₁₄, PC₂₁ y PC₂₈. El procedimiento MIXED del SAS fue empleado para realizar todos estos análisis (SAS, 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra el efecto del estado fisiológico de la coneja y de la estación sobre NT, NV₀, NV₇, NV₁₄, NV₂₁, y ND. Las hembras nulíparas no difieren frente a las hembras primíparas, estén o no lactantes, para el tamaño de camada al nacimiento ni a lo largo de toda la lactación. Las hembras nulíparas tienen casi un gazapo menos al nacimiento frente a las hembras múltiparas lactantes y no lactantes. Tras el parto, la diferencia prácticamente se mantiene, pero no llega a ser significativa. Las hembras primíparas no lactantes muestran un menor tamaño de camada al parto (-1,46 gazapos, un 16%) y al destete (-0,80 gazapos, un 11%) que las hembras múltiparas no lactantes. Estos resultados coinciden con los encontrados por ORENDO *et al.* (2004) que estimaron una diferencia de -1,50 gazapos (-15%) al parto entre hembras primíparas no lactantes y hembras múltiparas no lactantes. Respecto a las hembras múltiparas, no se observan diferencias significativas para el tamaño de camada a lo largo de todo el periodo de lactación entre las hembras lactantes y las no lactantes. Respecto a la estación, no se encuentra un efecto significativo de la misma sobre el tamaño de camada. Estos resultados son similares a los encontrados por RODRÍGUEZ DE LARA Y FALLAS (1999). Sin embargo, difieren de los resultados encontrados por GARCÍA *et al.* (2000), que estimaron un menor tamaño de camada en verano frente al otoño y la primavera.

Tabla 1. Medias por mínimos cuadrados con sus errores estándar para el número de gazapos según el estado fisiológico de la hembra y el año estación en los cuatro primeros partos durante las cuatro primeras semanas de vida.

	NT	NV ₀	NV ₇	NV ₁₄	NV ₂₁	ND
Estado fisiológico						
N	8,30±0,28 ^a	7,71±0,28 ^{ab}	7,53±0,27 ^{ab}	6,81±0,26 ^a	7,19±0,26 ^a	7,04±0,26 ^a
PL	8,68±0,38 ^{ab}	8,08±0,39 ^{ab}	7,98±0,37 ^b	7,19±0,26 ^{ab}	7,20±0,38 ^{ab}	7,25±0,37 ^{ab}
PNL	7,87±0,46 ^a	7,13±0,47 ^b	6,85±0,45 ^a	6,22±0,26 ^a	6,44±0,47 ^b	6,53±0,42 ^b
ML	9,22±0,32 ^b	8,50±0,32 ^a	8,27±0,31 ^b	7,76±0,25 ^b	8,40±0,33 ^c	7,77±0,31 ^a
MNL	9,33±0,43 ^b	8,47±0,44 ^a	7,89±0,44 ^{ab}	7,12±0,25 ^{ab}	7,91±0,46 ^{ac}	7,33±0,42 ^{ab}
Año estación						
Invierno	8,70±0,25 ^a	8,02±0,26 ^a	7,81±0,25 ^a	7,16±0,26 ^a	7,36±0,31 ^a	7,19±0,27 ^a
Primavera	8,60±0,039 ^a	7,87±0,039 ^a	7,76±0,39 ^a	6,87±0,26 ^a	7,45±0,40 ^a	7,53±0,36 ^a
Verano	8,90±0,48 ^a	8,16±0,49 ^a	7,61±0,44 ^a	7,06±0,25 ^a	7,53±0,43 ^a	7,03±0,43 ^a
Otoño	8,51±0,27 ^a	7,87±0,28 ^a	7,63±0,25 ^a	6,99±0,25 ^a	7,38±0,25 ^a	7,00±0,24 ^a

NT: El número de gazapos nacidos totales al parto. NV₀: El número de nacidos vivos al parto. NV₇: El número de gazapos vivos a la primera semana de edad. NV₁₄: El número de gazapos vivos a los 14 días. NV₂₁: El número de gazapos vivos a los 21 días. ND: El número de gazapos destetados por camada. N: Hembras nulíparas. PL: Hembras primíparas lactantes. PNL: Hembras primíparas no lactantes. ML: Hembras múltiparas lactantes de tercer y cuarto parto. MNL: Hembras múltiparas no lactantes de tercer y cuarto parto. a, b, c: Diferentes superíndices dentro de la misma columna indican diferencias significativas al P<0,05

La Tabla 2 muestra el efecto del estado fisiológico de la coneja y de la estación sobre la supervivencia de los gazapos a lo largo de la lactación. Se observa una menor supervivencia al parto en las hembras primíparas no lactantes con respecto al resto de las hembras, aunque esta menor supervivencia sólo es significativa frente a las hembras nulíparas. Esta diferencia desaparece posteriormente. En la primera semana de vida de los gazapos, se observa un efecto depresor del verano sobre la supervivencia de estos. En términos generales, el invierno y la primavera parecen presentar supervivencias superiores

a lo largo de toda la lactación frente al verano y al otoño. En la bibliografía se reporta una supervivencia mayor en las camadas nacidas durante el invierno (NOSSIER, 1970) que en las nacidas en primavera y en otoño, aunque en éstas la supervivencia es mayor que en las que nacieron en verano (LUKEFAHR *et al.*, 1984). El calor penaliza la ingestión de alimento de los gazapos, además de reducir la producción de leche por parte de las hembras (AYYAT *et al.*, 1995).

Tabla 2. Medias por mínimos cuadrados con sus errores estándar para la supervivencia de los gazapos según el estado fisiológico de la hembra y el año estación en los cuatro primeros partos durante las cuatro primeras semanas de vida.

	SP	S ₇	S ₁₄	S ₂₁	S ₂₈	SD
Estado fisiológico						
N	0,93±0,02 ^a	0,88±0,15 ^a	0,99±0,01 ^a	0,98±0,01 ^a	0,96±0,01 ^{ab}	0,90±0,01 ^a
PL	0,92±0,03 ^{ab}	0,89±0,14 ^a	0,98±0,01 ^a	0,99±0,01 ^a	0,98±0,01 ^a	0,92±0,02 ^a
PNL	0,87±0,03 ^B	0,89±0,14 ^a	0,98±0,01 ^a	0,99±0,01 ^a	0,99±0,02 ^a	0,91±0,02 ^a
ML	0,91±0,02 ^{ab}	0,87±0,14 ^a	0,98±0,01 ^a	0,98±0,01 ^a	0,94±0,01 ^b	0,87±0,02 ^a
MNL	0,90±0,03 ^{ab}	0,88±0,14 ^a	0,99±0,01 ^a	0,99±0,01 ^a	0,95±0,02 ^{ab}	0,86±0,02 ^{ab}
Año estación						
Invierno	0,92±0,02 ^a	0,90±0,14 ^a	0,99±0,01 ^{ab}	0,99±0,01 ^a	0,98±0,01 ^a	0,90±0,01 ^a
Primavera	0,91±0,02 ^a	0,90±0,15 ^a	1,00±0,01 ^b	1,00±0,01 ^a	0,97±0,01 ^a	0,91±0,02 ^a
Verano	0,90±0,03 ^a	0,86±0,14 ^b	0,97±0,01 ^a	0,98±0,01 ^{ab}	0,96±0,01 ^a	0,87±0,02 ^a
Otoño	0,90±0,02 ^a	0,88±0,14 ^{ab}	0,98±0,01 ^b	0,97±0,01 ^b	0,96±0,01 ^a	0,90±0,01 ^a

SP: Supervivencia al parto. S₇: Supervivencia a la primera semana de vida. S₁₄: Supervivencia a la segunda semana de vida. S₂₁: Supervivencia a la tercera semana de vida. S₂₈: Supervivencia a la cuarta semana de vida. SD: Supervivencia desde el nacimiento al destete. a, b: Diferentes superíndices dentro de la misma columna indican diferencias significativas al P<0,05.

En la Tabla 3, se muestra el efecto del estado fisiológico de la coneja y de la estación sobre el peso de la camada al nacimiento a lo largo de la lactación. Las camadas de las hembras nulíparas y primíparas no lactantes presentan un menor peso al nacimiento que el resto de las hembras. VICENTE Y GARCÍA-XIMÉNEZ (1992) y QUEVEDO *et al.* (2003) también encontraron una penalización del primer parto sobre el peso de la camada. Al destete, las camadas con pesos mayores son las de las hembras primíparas lactantes y múltiparas lactantes. Existen diferencias en el peso de la camada entre las hembras primíparas lactantes y no lactantes, a favor de las hembras lactantes, tanto en el peso de la camada al nacimiento (+70 g., un 14%) como al destete (+563 g., un 13%). Sin embargo, entre las hembras múltiparas lactantes y no lactantes sólo existen diferencias para el peso de la camada al destete, siendo superior en las hembras lactantes (+602 g., un 13%). Respecto al efecto estación, se observa un efecto favorable del invierno y la primavera frente al verano y el otoño sobre el peso de la camada desde el nacimiento hasta el destete; concretamente al destete, las camadas que nacen en las estaciones de invierno y primavera pesan +1518 g. (47%) y +1599 g. (49%) que las nacidas en verano, y +1013 g. (27%) y +1094 g. (29%) que las nacidas en otoño. Estas diferencias son superiores a las obtenidas por BELHADI (2004) y SØRENSEN *et al.* (2001). El efecto de la estación parece ser consecuencia de la mayor ingestión de pienso por parte de los animales nacidos en épocas con temperaturas bajas (DALLE ZOTTE, 2000).



Tabla 3. Medias por mínimos cuadrados con sus errores estándar para el peso de la camada según el estado fisiológico de la hembra y el año estación en los cuatro primeros partos durante las 4 primeras semanas de vida.

	PCN	PC ₇	PC ₁₄	PC ₂₁	PCD
Estado fisiológico					
N	427±15 ^a	1006±36 ^a	1689±53 ^a	2332±69 ^a	3999±135 ^{ab}
PL	500±20 ^b	1155±49,34 ^a	1920±71 ^{bc}	2484±98 ^{ab}	4339±184 ^{BC}
PNL	429±25 ^a	983±58 ^a	1727±96 ^{ab}	2278,125 ^a	3775±212 ^a
ML	515±17 ^b	1187±43 ^b	1962±66 ^c	2731±89 ^b	4598±155 ^C
MNL	496±23 ^b	1215±75 ^b	2016±97 ^c	2748±122 ^b	3995±217 ^{ab}
Año estación					
Invierno	492±13 ^a	1131±38 ^a	1969±58 ^a	2758±95 ^a	4754±137 ^a
Primavera	520±20 ^a	1283±67 ^b	2054±98 ^a	2789±117 ^a	4835±197 ^a
Verano	430±25 ^b	928±56 ^c	1614±82 ^b	2080±103 ^b	3236±214 ^B
Otoño	451±14 ^b	1064±32 ^a	1815±46 ^c	2432±58 ^b	3740±120 ^C

PCN: Peso de la camada al nacimiento. PC₇: Peso de la camada a los siete días de vida. PC₁₄: Peso de la camada a los catorce días de vida. PC₂₁: Peso de la camada a los veintiún días de vida. PCD: Peso de la camada al destete. a, b, c: Diferentes superíndices dentro de la misma columna indican diferencias significativas al P<0,05.

La conclusión de este trabajo sería que debido a la importancia económica que tiene la supervivencia de los gazapos sobre la productividad numérica, es imprescindible realizar un manejo adecuado de los animales durante la lactación. Concretamente, revisar los nidales inmediatamente después del parto y realizar adopciones, prestando especial atención en las épocas más calurosas ya que es cuando se presentan las peores supervivencias, puede mejorar la rentabilidad de las explotaciones cunícolas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT (AGL2005-07624-C03-03)



REFERENCIAS

- ARGENTE M.J., SANTACREU M.A., CLIMENT A., BOLET G., BLASCO, A. 1997. Divergent Selection for uterine capacity in rabbits. *Journal of Animal Science*, 75: 2350-2354.
- ARGENTE M.J., BAENA P.L., AGEA I., MUELAS R., RODRÍGUEZ B., GARCÍA M.L. 2006. Factores relacionados con el crecimiento de los gazapos durante el periodo de lactación. *XXXI Symposium de cunicultura de ASESCU*. Lorca.
- AYYAT M.S., MARAI I.F.M., EL-SAYIAD G.H.A. 1995. Genetic and non-genetic factors affecting milk production and preweaning litter traits of New Zealand White does, under Egyptian conditions. *World Rabbit Science*. 3: 119-124.
- BELHADI S. 2004. Characterisation of local rabbit performances in Algeria: environmental variation of litter size and weights. *VIII World Rabbit Congress*. Puebla. 218-223.
- DALLE ZOTTE A. 2000. Main factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *VII World Rabbit Congress*, Vol A :507-537. Valencia.
- GARCÍA M.L., LAVARA R., VIUDES DE CASTRO M.P., VICENTE J.S. 2000. Litter size components from two selected lines of rabbits. *VII World Rabbit Congress*. Vol. A: 133-137. Valencia.
- GARCÍA M.L., BAENA P.L., MUELAS R., AGEA I., ARGENTE M.J. 2006. Relación entre el peso al nacimiento y la supervivencia de los gazapos en la primera semana de vida. *XXXI Symposium de cunicultura de ASESCU*. Lorca.
- GÓMEZ E.A., SILVESTRE M.A., SALVADOR I., VIUDES DE CASTRO M.P. 2003. Gestión Técnica Económica ¿de nuevo?. *Boletín de cunicultura*. 26: 6-12.
- LUKEFAHR S.D., HOHENBOKEN W.D., CHEEKE P.R., PATTON N.M. 1984. Genetic effects on maternal performance and litter preweaning and post-weaning traits in rabbits. *Anim. Produc*, 38: 293-300.
- NOSSIER F.M. 1970. A study on some economical characteristics in some local and foreign breeds of rabbits. *M.Sc. Thesis*, Faculty of Agriculture, Cairo University, Egypt.
- ORENGO J., GÓMEZ E.A., PILES M., RAFEL O., RAMÓN J. 2004. Estimación de parámetros de cruzamiento. Aplicación al cruce de líneas seleccionadas para la producción de hembras cruzadas. *XXIX Symposium de cunicultura de ASESCU*, Lugo: 70-75.
- QUEVEDO F., PASCUAL J.J., BLAS E., CERVERA C. 2003. Influencia de la madre sobre el crecimiento y la mortalidad de los gazapos en cebo. *XXVIII Symposium de Cunicultura*. Alcañiz (Teruel): 115-122.
- RODRÍGUEZ DE LARA R., FALLAS L.M. 1999. Environmental and physiological factors influencing kindling rates and litter size at birth in artificially inseminated doe rabbits. *World Rabbit Science*. 7: 191-196.
- SAS 2005. SAS/STAT Guide for Personal Computers, Versión 6 Edition. *SAS Inst., Inc., Cary, N.C.*
- SØRENSEN P., KJAER J.B., BRENØE U.T., SU, G. 2001. Estimates of genetic parameters in Danish White rabbits using an animal model: II. Litter traits. *World Rabbit Science*. 9: 33-38.
- VICENTE J.S., GARCÍA-XIMENEZ F. 1992. Growth limitations of suckling rabbits. Proposal of a method to evaluate the numerical performance of rabbit does until weaning. *Journal of Applied Rabbit Research*. 15: 848-855.

Producción Animal y Calidad de Carne

FACTORES RELACIONADOS CON EL CRECIMIENTO DE LOS GAZAPOS DURANTE EL PERIODO DE LACTACIÓN

Factors related to growth of kits during lactation

Argente, M.J., Baena, P.L., Agea, I., Muelas, R., Rodríguez, B., García, M.L.

División de Producción Animal. Dpto de Tecnología Agroalimentaria. Universidad Miguel Hernández de Elche. Ctra de Beniel km 3,2. Orihuela 03312. Alicante. e-mail:mj.argente@umh.es

■ **RESUMEN**

Un total de 3661 gazapos fueron utilizados para analizar el efecto del estado fisiológico de la hembra, la estación del año y el haber mamado el gazapo antes de las 24 horas después de nacer sobre su peso al nacimiento y su crecimiento durante la etapa de lactación. Tanto al nacimiento como a lo largo de toda la lactación, el peso de los gazapos de las hembras nulíparas fue entre un 14 a un 8 % menor que el de las hembras primíparas y múltíparas, estén lactantes o no. El verano fue la época más desfavorable para el crecimiento de los gazapos durante toda la lactación. Tanto el peso como la ganancia diaria fueron menores en esta estación que en el resto del año (aproximadamente, la penalización fue de un 14 % al nacimiento y de un 28 % al destete). Los gazapos que mamaron antes de las primeras 24 horas después de nacer tuvieron un mejor crecimiento que los que no mamaron a lo largo de todo el periodo de lactación (entre un 15% más al nacimiento y un 4 % más al destete). La ganancia diaria sufrió un descenso en la tercera semana de lactación de un 22% frente a la segunda semana. Este descenso podría deberse a que la producción lechera de la hembra empieza disminuir a partir de esa semana, y los gazapos empiezan a comer pienso y su tracto digestivo no está totalmente adaptado a este nuevo tipo de alimento; por lo que el índice de conversión empeora.

■ **ABSTRACT**

A total of 3661 kits were used to analyze the effect of physiological stage of female, season and milk intake of the kits throughout 24 hours after birth on birth weight and growth of kits during lactation. Weight of kits was lower (from 14 to 8 %) in nulliparous females than in lactating or non lactating primiparous and multiparous females throughout lactation. The summer had a negative effect for growth of kits during lactation; weight and average daily gain of kits in this season were lower than the rest of seasons (around, 14 % less at birth and 28 % at weaning). A positive effect of suckling was found for weight and average daily gain (15% more at birth and 4 % more at weaning). Average daily gain was reduced 22% in the third week vs second week of lactation. This decrease could be due to the change in the type of feed ingested by the kits (milk plus solid feed).

Keys word: rabbits, individual weight at birth, growth rate, survival.



INTRODUCCIÓN

Los programas de mejora genética del conejo de carne utilizan un esquema de cruzamiento a tres vías, en el cual la línea paterna se selecciona por velocidad de crecimiento post-destete y la línea materna se obtiene por el cruzamiento de dos líneas seleccionadas por tamaño de camada (BASELGAYBLASCO, 1989). La selección por tamaño de camada en las líneas maternas puede reducir el peso de los gazapos al nacimiento (PÁLOS *et al.*, 1996; ARGENTE *et al.*, 1999). A su vez, una disminución del peso al nacimiento puede penalizar el crecimiento de los gazapos y su supervivencia en las primeras semanas de vida (SZENDRŐ *et al.*, 1996; POIGNER *et al.*, 2000).

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto del estado fisiológico de la hembra, la estación del año y el haber mamado el gazapo antes de las 24 horas después de nacer sobre su peso al nacimiento y su crecimiento durante la etapa de lactación. Este trabajo es complementario a los presentados por BAENA *et al.* (2006) y GARCÍA *et al.* (2006).

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales

Las camadas de 168 conejas y 74 machos de una población de animales F2 fueron utilizadas en este experimento. Estas población F2 procedían del cruce de dos líneas seleccionadas divergentemente por capacidad uterina (más detalles del experimento en ARGENTE *et al.*, 1997). Los animales fueron alojados en las instalaciones de la granja docente y experimental de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Las hembras fueron llevadas por primera vez a la monta a las 18 semanas de edad, y se volvieron a llevar a la monta a los 12 días después del parto. El destete se realizó a los 28 días de edad. Esto implica que algunas hembras podían estar lactantes y gestantes al mismo tiempo. No se realizaron adopciones. La descendencia de los cuatro primeros partos de todas las hembras fue pesada individualmente al nacimiento, a los 7, 14, 21 y 28 días de edad. El primer pesaje se realizó dentro de las 24 horas después del parto, así que algunos gazapos ya habían mamado antes de ser pesados. La ingestión de leche fue verificada por una marca blanca en el área abdominal. Se controló un total de 478 camadas y 3661 gazapos.

Caracteres

Se analizaron los siguientes caracteres: el peso individual del gazapo al nacimiento (PN), a los 7 (P₇), a los 14 (P₁₄), a los 21 (P₂₁) y a los 28 días de edad (PD), y la ganancia diaria de peso a la 1ª ($\frac{P_7 - PN}{7}$), 2ª ($\frac{P_{14} - P_7}{7}$), 3ª ($\frac{P_{21} - P_{14}}{7}$), y la 4ª semana de edad ($\frac{PD - P_{21}}{7}$).

Análisis Estadísticos

Las medias por mínimos cuadrados para PN, P₇, P₁₄, P₂₁, y PD, así como para la ganancia diaria de peso a la 1ª, 2ª, 3ª y 4ª semana de edad se analizaron utilizando el siguiente modelo: $Y_{ijklm} = \mu + EF_i + AE_j + M_k + b_1 * TC_{ijkl} + c^2_{ijkl} + e_{ijklm}$. Donde, EF_i es el efecto fijo del estado fisiológico de la hembra en el momento de la monta con cinco niveles (nulíparas, primíparas lactantes, primíparas no lactantes, multíparas lactantes y multíparas no lactantes), AE_j es el efecto fijo de estación con cuatro niveles (invierno, primavera, verano y otoño), M_k es el efecto fijo de mancha de leche con dos niveles (el gazapo que había mamado antes de ser pesado al nacimiento o el que no había mamado), b₁*TC_{ijkl} es la covariable del número de nacidos totales de la camada en la que nació el animal, y c²_{ijkl} es el efecto aleatorio de camada de origen. El procedimiento MIXED del SAS fue empleado para realizar estos análisis (SAS, 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra las medias por mínimos cuadrados para el peso individual al nacimiento de los gazapos muertos y vivos en la primera semana de vida, así como el peso de estos últimos a los 7, 14, 21 y 28 días de edad. El peso al nacimiento de los gazapos que no sobrevivieron a la primera semana de vida es un 14,5% menor que el de los gazapos que sí lo hicieron, y presenta un rango de variación muy amplio que se solapa con el del peso de los gazapos vivos. Por lo que no se puede concluir que existe un peso mínimo de supervivencia al nacimiento, aunque ARGENTE *et al.* (1999) indican que hay factores que pueden disminuir la probabilidad de sobrevivir, como es el que el gazapo no mame antes de las 24 horas después de nacer ó que nazca en verano con temperaturas extremas. Respecto al crecimiento de los gazapos durante la lactación, se observa un fuerte crecimiento en la primera semana de vida de éstos (casi triplican su peso al nacimiento); a partir de esta semana, el peso prácticamente se duplica semanalmente. El peso del gazapo al destete es similar al encontrado en otras líneas maternas (GÓMEZ *et al.*, 1998; GARCÍA Y BASELGA, 2001).

Tabla 1. Medias corregidas por mínimos cuadrados (MMC) para el peso de los gazapos en sus primeras cuatro semanas de vida.

Carácter	PNM(1 ^{as} s)	PNV(1 ^{as} s)	P ₇	P ₁₄	P ₂₁	PD
N	116	3545	2633	2560	2206	2701
MMC (g.)	48,38±0,97	56,58±0,28	132,78±1,60	231,76±2,92	331,74±2,47	586,70±6,64
Mínimo (g.)	19,30	18,70	32,50	69,50	106,60	136,50
Máximo (g.)	88,20	160,61	372,40	649,90	931,00	1220,00

N: Tamaño de la población. PNM(1^{as}s): Peso individual al nacimiento de los gazapos que no sobreviven a la primera semana. PNV(1^{as}s): Peso individual al nacimiento de los gazapos que sobreviven a la primera semana. P₇: Peso individual a los siete días de vida. P₁₄: Peso individual a los catorce días de vida. P₂₁: Peso individual a los veintiún días de vida. PD: Peso individual al destete.

La tabla 2 muestra el efecto del estado fisiológico de la coneja, la estación del año cuando nació el gazapo y si éste mamó el primer día de vida sobre su peso al nacimiento, a los 7, 14, 21 y 28 días de edad, y su ganancia diaria durante todo el periodo de lactación. Tanto al nacimiento como a lo largo de toda la lactación, se observa un menor peso en los gazapos de las hembras nulíparas que en los de las hembras primíparas y múltiparas, estén lactantes o no. Estos resultados están de acuerdo con los encontrados por otros autores (ARGENTE *et al.*, 1999; POIGNER *et al.*, 2000; GARCÍA Y BASELGA, 2001). Esto se debe a que las conejas reproductoras siguen creciendo durante su primer parto y su capacidad de ingestión es menor, como consecuencia de ello, su producción lechera es menor y esto penaliza el crecimiento de sus gazapos (PASCUAL *et al.*, 2002). Entre las hembras lactantes y no lactantes, tanto si son primíparas como múltiparas, sólo hay diferencias para el peso de los gazapos y la ganancia diaria en la última semana de lactación, y éstas son a favor de los gazapos de las hembras múltiparas lactantes. Respecto a la estación, el verano es la época más desfavorable para el crecimiento de los gazapos, debido a que durante este periodo el consumo de alimento es menor (BATTAGLINI Y GRANDE, 1988; THEAU-CLÉMENT *et al.* 1998). Los gazapos que mamaron antes de las primeras 24 horas después de nacer tienen un mejor crecimiento a lo largo de toda la lactación que los que no mamaron. En la tabla 2, se observa que la ganancia diaria sufre un descenso en la tercera semana de vida. Este descenso parece ser debido a que en esta semana la producción de leche de la madre empieza a descender y los gazapos empiezan a comer pienso (ARGENTE *et al.*, 2005).



AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT (AGL2005-07624-C03-03)

REFERENCIAS

- ARGENTE M.J., MUELAS R., BAENA P.L., RODRÍGUEZ B., GARCÍA M.L. 2005. Resultados preliminares de la producción lechera en conejas F2 procedentes del cruce de dos líneas divergentes seleccionadas por capacidad uterina. *XI Jornadas sobre producción animal. ITEA*. Vol. Extra, Nº 26, Tomo I: 159-161.
- ARGENTE M.J., SANTACREU M.A., CLIMENT A., BLASCO A. 1999. Phenotypic and genetic parameters of birth weight and weaning weight of rabbit born from unilaterally ovariectomized and intact does. *Livestock Production Science* 57: 159-167.
- ARGENTE M.J., SANTACREU M.A., CLIMENT A., BOLET G., BLASCO A. 1997. Divergent Selection for uterine capacity in rabbits. *Journal of Animal Science* 75: 2350-2354.
- BAENA P.L., GARCÍA M.L., MUELAS R., AGEA I., RODRÍGUEZ B., ARGENTE M.J. 2006. Efecto del estado fisiológico y la estación sobre los caracteres reproductivos durante el periodo de lactación en conejo. *XXXI Symposium de cunicultura de ASESCU*. Lorca
- BASELGA M., BLASCO A. 1989. *Mejora genética del conejo de producción de carne*. Agrogúas Mundi-Prensa. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- BATTAGLINI M., GRANDI A. 1988. Some observations of feeding behaviour of growing rabbits. *IV World Rabbit Congress*. Budapest. Vol A: 79-87.
- GARCÍA M.L., BASELGA M. 2001. Respuesta a la selección por tamaño de camada en conejo. II. Caracteres de crecimiento. *ITEA*. Vol. Extra, Nº 22. 118-120.
- GARCÍA M.L., BAENA P.L., MUELAS R., AGEA I., ARGENTE M.J. 2006. Relación entre el peso al nacimiento y la supervivencia de los gazapos en la primera semana de vida. *XXXI Symposium de cunicultura de ASESCU*. Lorca
- GÓMEZ E.A., RAFEL O., RAMÓN J. 1998. Caracteres de crecimiento en cruzamiento simple entre líneas de conejo especializadas. *ITEA*, Vol. 94A, 3: 250-254.
- PÁLOS J., SZENDRŐ Z.S., KUSTOS K. 1996. The effect of number and position of embryos in the uterine horns on their weight at 30 days of pregnancy. *VI World Rabbit Congress, Toulouse*, Vol. 2, 97-102.
- PASCUAL J.J., CERVERA C, FERNÁNDEZ-CARMONA J. 2002. A feeding programme for young rabbit does based on lucerne. *World Rabbit Science* Vol. 10(1): 7-13.
- POIGNER J., SZENDRŐ Z.S., LEVAI A., RADNI I., BIRO-NEMETH E. 2000. Effect of birth weight and litter size on growth and mortality in rabbits. *World Rabbit Science*. Vol. 8(1): 17-22.
- SAS 2005. *SAS/STAT Guide for Personal Computers*, Versión 6 Edition. SAS Inst., Inc., Carry, N.C.
- SZENDRŐ Z.S., PÁLOS J., RADNAI I., BIRÓ-NEMETH E., ROMVÁRI R. 1996. Effect of litter size and birth weight on the mortality and weight gain of suckling and growing rabbits. *VI World Rabbit Congress, Toulouse*, Vol. 2: 365-369.
- THEAU-CLÉMENT M., CASTELLINI C., MAERTENS L., BOITI C. 1998. Biostimulation applied to rabbit reproduction: Theory and practice. *World Rabbit Science* 6: 179-184.



Tabla 2. Medias por mínimos cuadrados para el peso de los gazapos al nacimiento (PN), a los siete (P7), a los catorce (P14), a los veintiún (P21) y a los veintiocho días de edad (PD), y para la ganancia diaria (GD) en la primera, segunda, tercera y cuarta semana de vida.

Carácter	PN (g.)	P ₇ (g.)	P ₁₄ (g.)	P ₂₁ (g.)	PD (g.)	GD a la 1 ^a semana (g/día)	GD a la 2 ^a semana (g/día)	GD a la 3 ^a semana (g/día)	GD a la 4 ^a semana (g/día)
Estado fisiológico									
N	53,29±0,91 ^a	120,40±2,35 ^a	211,83±1,94 ^a	300,41±2,89 ^a	535,20±5,00 ^a	9,26±0,34 ^a	13,21±0,45 ^a	11,60±0,29 ^a	34,18±0,55 ^{ab}
PL	62,58±1,56 ^{bcd}	132,97±4,13 ^b	238,76±2,42 ^b	324,99±3,95 ^b	570,77±6,29 ^b	9,86±0,62 ^a	15,22±0,77 ^b	12,73±0,39 ^b	34,43±0,74 ^{ab}
PNL	61,59±1,74 ^c	133,99±4,65 ^b	243,87±3,44 ^{bc}	325,00±5,24 ^b	568,23±7,77 ^b	10,08±0,69 ^a	15,86±0,87 ^{bc}	11,82±0,53 ^{ab}	35,34±0,96 ^b
ML	63,83±1,91 ^c	136,88±4,94 ^b	245,50±2,31 ^c	344,30±3,52 ^c	604,16±5,60 ^c	10,07±0,75 ^a	16,33±0,92 ^c	12,01±0,36 ^{ab}	34,89±0,69 ^b
MNL	62,26±2,07 ^{cd}	135,00±5,54 ^b	250,59±3,50 ^c	342,62±4,65 ^c	564,72±7,40 ^b	10,13±0,83 ^a	16,67±1,09 ^c	12,17±0,55 ^{ab}	32,25±0,91 ^a
Año estación									
Invierno	63,10±1,83 ^a	132,57±4,58 ^a	243,61±2,14 ^a	354,21±3,79 ^a	655,19±5,17 ^a	9,56±0,69 ^a	14,95±0,84 ^a	13,67±0,48 ^a	45,49±0,75 ^a
Primavera	67,14±1,95 ^b	147,56±5,25 ^b	263,66±3,32 ^b	351,87±4,48 ^a	626,64±6,70 ^b	10,99±0,78 ^b	17,77±1,23 ^b	12,67±0,51 ^{ac}	35,74±0,85 ^b
Verano	54,41±1,12 ^c	115,83±3,12 ^c	215,94±2,77 ^c	281,02±4,01 ^b	466,64±7,31 ^c	8,68±0,45 ^c	14,00±0,55 ^c	9,72±0,38 ^b	26,17±0,75 ^c
Otoño	58,19±1,66 ^d	131,54±4,23 ^a	236,43±1,89 ^d	322,76±2,74 ^c	525,99±4,87 ^d	10,29±0,64 ^d	15,11±0,76 ^a	12,21±0,27 ^c	29,47±0,52 ^d
Mancha de leche									
SI	66,07±1,58 ^a	140,75±4,05 ^a	249,81±1,33 ^a	340,81±1,89 ^a	587,21±2,98 ^a	10,59±0,62 ^a	15,73±0,78 ^a	12,44±0,21 ^a	34,93±0,36 ^a
NO	55,35±1,63 ^b	122,95±2,35 ^b	230,01±2,60 ^b	314,12±3,80 ^b	550,02±6,41 ^b	9,17±0,64 ^b	15,18±0,80 ^b	11,69±0,38 ^b	33,51±0,72 ^a

N: Hembras nulíparas, **PL:** Hembras primíparas lactantes, **PNL:** Hembras primíparas no lactantes, **ML:** Hembras múltiparas no lactantes, **MNL:** Hembras múltiparas no lactantes: **a,b,c,d:** Diferentes superíndices dentro de la misma columna indican diferencias significativas al P<0,05.



Producción Animal y Calidad de Carne

RELACIÓN ENTRE EL PESO AL NACIMIENTO Y LA SUPERVIVENCIA DE LOS GAZAPOS EN LA PRIMERA SEMANA DE VIDA.

Relationship between the birth weight and the survival at the first week of age in rabbits

García, M.L., Baena, P.L., Muelas, R., Agea, I., Argente, M.J.

División de Producción Animal. Dpto. de Tecnología Agroalimentaria. Universidad Miguel Hernández de Elche. Ctra. de Beniel km 3,2. Orihuela 03312. Alicante.

RESUMEN

Se controlaron los pesos individuales de 3661 gazapos y el tamaño de camada y la supervivencia en la primera semana de vida de 478 camadas. La relación que existe entre el tamaño de camada al parto y el peso medio al nacimiento de los gazapos es cuadrática, al aumentar el tamaño de camada disminuye el peso individual de los gazapos hasta que la reducción del peso se hace compatible con la viabilidad del gazapo ($b_1 = -4,55 \pm 0,62$; $b_2 = 0,14 \pm 0,04$). Existe una relación lineal entre la variación del peso de los gazapos al nacimiento y el tamaño de camada ($0,18 \pm 0,05$). Aunque el coeficiente de regresión lineal es significativo entre la supervivencia semanal y el peso ($0,001 \pm 0,0003$) y la desviación estándar del peso ($-0,003 \pm 0,001$) al nacimiento de los gazapos, éste no es relevante.

ABSTRACT

The weight at birth of 3661 rabbits, the litter size of 478 deliveries and the survival at the first week of age were controlled. The relation between litter size at birth and individual weight at birth is a quadratic ($b_1 = -4.55 \pm 0.62$; $b_2 = 0.14 \pm 0.04$). When weight at birth decreases litter size increases. This tendency is maintained until the reduction of the weight is compatible with the viability of the rabbits. There is a linear relationship between the standard deviation of the individual weight at birth and the litter size at birth (0.18 ± 0.05). The linear regression coefficients of survival on the average weight at birth (0.001 ± 0.0003) and on the standard deviation of this weight (-0.003 ± 0.001) are significant, but these results are not relevant.

INTRODUCCIÓN

El manejo de los nidales en los días posteriores al parto puede ser considerado como uno de los puntos críticos de una explotación cunícola. El número y el peso individual de los gazapos al nacimiento pueden determinar la supervivencia de la camada a lo largo de toda la lactación (ARGENTE *et al.*, 1999) y hasta el sacrificio de los animales (FERGUSON *et al.*, 1997). GARREAU *et al.* (2004) también indican que el peso de los gazapos al nacimiento es muy variable dentro de una misma camada y esta heterogeneidad en los pesos es una de las principales causas de mortalidad en lactación.



El presente trabajo forma parte de un amplio estudio sobre los factores ambientales que influyen en las características reproductivas y de crecimiento en el periodo de lactación (ARGENTE *et al.*, 2006; BAENA *et al.*, 2006). En este caso, el objetivo es conocer la relación existente entre las características ponderales de los individuos al nacimiento y su supervivencia.

MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia se llevó a cabo en la graja docente de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela de la Universidad Miguel Hernández desde Junio de 2004 hasta Mayo de 2005. Se controlaron 3661 gazapos pertenecientes a 478 camadas. Los animales pertenecían a una línea maternal (ARGENTE *et al.*, 1997). El manejo de los animales se realiza en bandas semanales con un sistema semi-intensivo. Las hembras son montadas por primera vez a las 18 semanas y se mantienen en la explotación un máximo de 4 partos. El destete se realiza a los 28 días de edad de los gazapos. Las variables que se controlaron fueron: el tamaño de camada al parto (NT), la supervivencia de los gazapos la primera semana de vida ($S_7 = \frac{N V_7}{N V_0}$), el peso medio al nacimiento de los gazapos (PMN) y la desviación estándar del peso al nacimiento (STD).

Se estudiaron las relaciones lineales siguientes: STD sobre NT; S7 sobre PMN; S7 sobre STD. Se utilizó el siguiente modelo: $Y_{ijklmn} = \mu + OP_i + EF_{j(i)} + AE_k + b_1 * X_{ijkl} + P_{ijklm} + e_{ijklmn}$ siendo, Y_{ijklmn} : Variable; μ La media de la variable; OP_i : Efecto fijo de orden de parto con cuatro niveles: 1^{er}, 2^o, 3^o y 4^o parto; $EF_{j(i)}$: Efecto fijo del estado fisiológico de la hembra en el momento de la monta (lactante o no lactante) jerarquizado al orden de parto, por lo que este efecto tiene siete niveles; AE_k : Efecto fijo de estación con cuatro niveles: invierno, primavera, verano y otoño; b_1 : Coeficiente de regresión lineal; X_{ijkl} : Covariable; P_{ijklm} : Efecto del ambiente permanente; e_{ijklmn} : Error del modelo.

Se añadió un término cuadrático ($b_2 * X_{ijkl}^2$) al anterior modelo para estudiar la relación cuadrática entre los caracteres peso medio al nacimiento (PMN) sobre el número de gazapos nacidos totales al parto (NT). Se utilizó el procedimiento MIXED del SAS para la realización de estos análisis (SAS, 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se presenta la relación cuadrática entre el peso medio individual al nacimiento de los gazapos y el tamaño de camada al parto. La reducción en el peso de cada uno de los gazapos gestados se produce por un aumento en el número de fetos que la coneja está gestando. Esta relación se mantiene hasta que la reducción del peso se hace compatible con la viabilidad del gazapo. VICENTE *et al.* (1995) estimaron también una relación cuadrática entre estas dos variables para dos líneas maternas (+0,12±0.01 y +0,19±0.01, líneas V y A, respectivamente) y una línea de crecimiento (+0,09±0.01, línea R).

Como se puede observar en la figura 1, al inicio de la curva, cuando únicamente hay un gazapo al nacimiento, si la gestación finaliza con éxito, el gazapo alcanza un peso superior a la media (56,58 g.; ARGENTE *et al.*, 2006). Sin embargo, a medida que aumenta el número de gazapos que han nacido y que por tanto han sido gestados, disminuye la funcionalidad de las placentas durante la gestación (ADAMS, 1960), el grado de vascularización de cada punto de implantación (ARGENTE *et al.*, 2003) y por tanto el peso de cada feto (VICENTE Y GARCÍA-XIMÉNEZ, 1992). Además, PARTRIDGE *et al.* (1981) demostraron que la duración de la gestación es menor cuando el número de gazapos gestados es elevado y por tanto, el peso y el grado de madurez fisiológica de las crías al nacimiento será menor cuanto mayor sea el tamaño de camada.



Figura 1. Relación del peso medio al nacimiento (PMN) sobre el número de gazapos nacidos totales al parto (NT). $PMN = (-4,55 \pm 0,62)*NT + (0,14 \pm 0,04)*NT^2$.

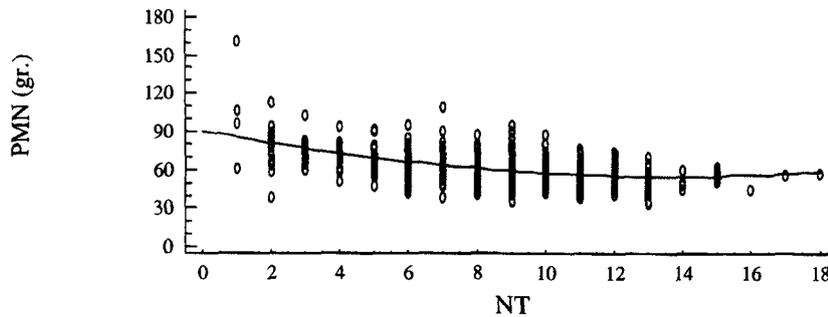
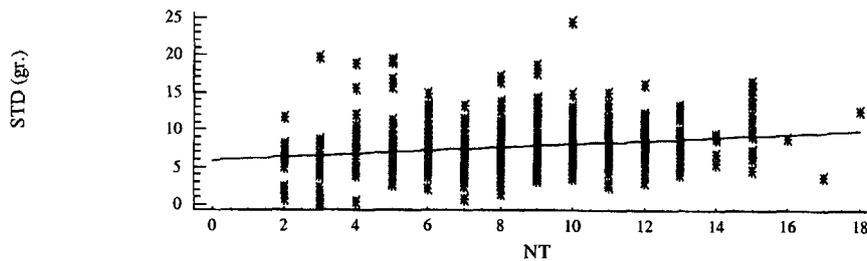


Figura 2. Relación de la desviación estándar del peso al nacimiento (STD) sobre el número de gazapos nacidos totales al parto (NT). $STD = (0,18 \pm 0,05)*NT$.



La relación lineal entre la variación del peso de los gazapos al nacimiento, medida como la desviación estándar, y el tamaño de camada se muestra en la figura 2. La desviación estándar del peso al nacimiento aumenta de forma lineal con el número de gazapos nacidos al parto ($0,18 \pm 0,05$). Estos resultados coinciden con los encontrados por GARREAU *et al.* (2004) que estimaron una mayor homogeneidad en el peso de los gazapos al nacimiento en las camadas con menor número de individuos al parto.

La supervivencia de los gazapos en la primera semana de edad aumenta linealmente con el peso medio al nacimiento de los gazapos y disminuye con la desviación estándar de dicho peso ($0,001 \pm 0,0003$, figura 3; $-0,003 \pm 0,001$, figura 4, respectivamente). Sin embargo, el valor absoluto de estos coeficientes de regresión es muy bajo, y por tanto, son necesarias grandes variaciones en el peso y en la desviación estándar del peso al nacimiento para producir pequeñas variaciones en la supervivencia de los gazapos en la primera semana de vida.

Cuando los gazapos pesan al nacimiento entre 35 y 60 g. (ver figura 3), se produce una elevada variación en la supervivencia de los gazapos, sin embargo los gazapos con peso medio al nacimiento comprendido entre los 60 y 70 g. tienen más probabilidad de sobrevivir la primera semana de vida y por último, todos los gazapos que presentaron un peso medio al nacimiento superior a los 75 g. sobrevivieron a la primera semana de vida. ARGENTE *et al.* (2006) indican que uno de los principales factores que intervienen en la supervivencia del gazapo es el hecho de que el animal ingiera el calostro las primeras horas de vida, independientemente del peso al nacimiento que presente el animal

Figura 3. Relación de la supervivencia de los gazapos a la primera semana de vida (S_7) sobre el peso medio al nacimiento (PMN). $S_7 = (0,001 \pm 0,0003) * PMN$.

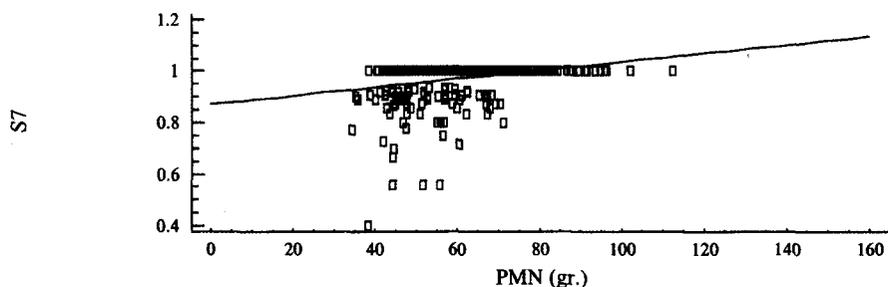
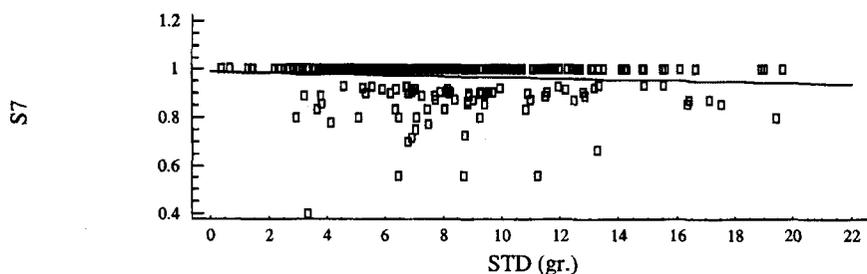


Figura 4. Relación de la supervivencia de los gazapos a la primera semana de vida (S_7) sobre la desviación estándar del peso al nacimiento (STD). $S_7 = (-0,003 \pm 0,001) * STD$.



Como conclusión a este trabajo indicaríamos que el peso de los gazapos al nacimiento y su variabilidad están condicionados por el tamaño de camada. Un adecuado manejo de los nidales (limpios, secos, que el gazapo mame, etc.) en esta primera semana de vida podría ser más decisivo para la supervivencia del gazapo que su propio peso.



■ BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS C.E. 1960. Studies on prenatal mortality in the rabbit, *Oryctolagus cuniculus*: the amount and distribution of loss before and after implantation. *J. Endocrinol.* 19: 325-344.
- ARGENTE M.J., SANTACREU M.A., CLIMENT A., BOLET G., BLASCO A. 1997. Divergent Selection for uterine capacity in rabbits. *J. Anim. Sci.* 75:2350-2354.
- ARGENTE M.J., SANTACREU M.A., CLIMENT A., BLASCO A. 1999. Phenotypic and genetic parameters of birth weight and weaning weight of rabbit born from unilaterally ovariectomized and intact does. *Livest. Prod. Sci.* 57: 159-167.
- ARGENTE M.J., SANTACREU M.A., CLIMENT A., BLASCO A. 2003. Relationships between uterine and fetal traits in rabbits selected on uterine capacity. *J. Anim. Sci.* 81: 1265-1273.
- ARGENTE M.J., BAENA P.L., AGEA I., MUELAS R., RODRIGUEZ B., GARCÍA M.L. 2006. Factores relacionados con el crecimiento de los gazapos durante el periodo de lactación. *XXI Symposium de Cunicultura, Lorca, Murcia.*
- BAENA P.L., GARCÍA M.L., MUELAS R., AGEA I., RODRÍGUEZ B., ARGENTE M.J. 2006. Efecto del estado fisiológico y la estación sobre los caracteres reproductivos durante el periodo de lactación en conejo. *XXI Symposium de Cunicultura, Lorca, Murcia.*
- FERGUSON F.A., LUKEFAHR S.D., McNITT J.I. 1997. Pre-weaning variable influences on market traits in rabbits. *J. Anim. Sci.* 75: 611-621.
- GARREAU H., SAN CRISTOBAL M., HURTAUD J., BODIN L., ROS M., ROBERT-GRANIÉ C., SALEIL G., BOLET G. 2004. Can we select on within litter homogeneity for rabbit birth weight?. A divergent selection experiment. *VIII World Rabbit Congress. Puebla.* 63-68.
- PARTRIDGE G.G., FOLY S., CORRIGALL W. 1981. Reproductive performance in purebred and crossbred commercial rabbits. *Anim. Pro.* 32: 325-331.
- SAS 2005. *SAS Guide for Personal Computers, V.6 Ed. SAS Inst., Inc., Carry, N.C.*
- VICENTE J.S., GARCÍA-XIMENEZ F. 1992. Growth limitations of suckling rabbits. Proposal of a method to evaluate the numerical performance of rabbit does until weaning. *J. Appl. Rabbit Res.* 15:848-855.
- VICENTE J.S., GARCÍA-XIMENEZ F., VIUDES DE CASTRO M.P. 1995. Neonatal performance in 3 lines of rabbit (litter sizes, litter and individual weights). *Ann. Zootech.* 44: 255-26.

Producción Animal y Calidad de Carne

MOTIVACIONES DE LA AUSENCIA DE CONSUMO DE CARNE DE CONEJO EN UNA POBLACIÓN DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Motivations of the absence of rabbit meat consumption in a population of university students

Pedro González Redondo

Departamento de Ciencias Agroforestales. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad de
Sevilla. España

Correo electrónico: pedro@us.es

RESUMEN

En una muestra de estudiantes ($n=342$) de la Universidad de Sevilla un 86% de los jóvenes habían comido en alguna ocasión carne de conejo, consumiéndola en la actualidad un 62%. Entre quienes no la consumían actualmente, un 48,5% la rechazaban por sus *características organolépticas*, un 37,7% no la consumían por *falta de hábito de consumo* y un 13,8% evitaban comerla por *motivos emocionales y morales*. De los 84 sujetos que alguna vez habían comido carne de conejo y que no la consumían actualmente, la mayoría no la consumían *sus características organolépticas* (54,8%) o por *falta de hábito de consumo* (40,5%). Entre quienes no consumían carne de conejo actualmente ($n=130$) las mujeres rechazaban su consumo mayoritariamente por *motivos emocionales y morales* y los hombres por *falta de hábito de consumo*. En dicho colectivo, quienes tenían algún cazador en su familia rechazaban esta carne principalmente por sus *características organolépticas* y quienes no contaban con cazadores entre su familia, no la consumían mayoritariamente por *falta de hábito de consumo*. Quienes habían mantenido conejos como mascotas rechazaban el consumo de su carne mayoritariamente por *motivos emocionales y morales* y quienes no habían tenido mascotas de esta especie no consumían carne de conejo principalmente por *falta de hábito de consumo*. Las motivaciones para no consumir carne de conejo fueron similares a las mostradas por adultos jóvenes para otras carnes.

ABSTRACT

In a survey of students ($n=342$) of the University of Seville, 86% of the young people had eaten in some occasion rabbit meat, 62% consuming it currently. Between those who did not consume it currently, 48.5% avoided it by their *organoleptic characteristics*, 37.7% did not consume it by *absence of consumption habit* and 13.8% avoided to eat it by *emotional and moral reasons*. Between the 84 subjects that sometimes had eaten rabbit meat and that did not consume it currently, the majority of them did not consume it by its *organoleptic characteristics* (54.8%) or by *absence of consumption habit* (40.5%). Between those who did not currently consume rabbit meat ($n=130$) the women

avoided its consumption mainly by *emotional and moral reasons* mainly and the men by *absence of consumption habit*. In this group, who they had some hunter in their family mainly avoided this meat by their *organoleptic characteristics* and who did not have hunters in their family, mainly did not consume it by *absence of consumption habit*. Who had maintained rabbits as pet mainly avoided the consumption of their meat by *emotional and moral reasons* and those who did not have had pets of this species mainly did not consume rabbit meat by *absence of consumption habit*. The reasons for not consuming rabbit meat were similar to those indicated by young adults for not consuming other meats.

Key words: humane attitudes; hunting; meat consumption; pets maintaining; rabbit meat; young people.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años está disminuyendo el consumo de carne de conejo (Rafel, 2002; Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2004a; Rodríguez, 2005) a pesar de ser una de las carnes más nutritivas y saludables (Camps, 1996; Lebas *et al.* 1996; Camps y De Pedro, 2001; Dalle Zotte, 2002; Combe, 2004). Son escasos los estudios que investiguen el consumo de carne de conejo por adultos jóvenes. Por ello, el propósito de este estudio fue conocer algunos factores y motivaciones relacionados con el consumo de carne de conejo por estudiantes universitarios.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se encuestó a 342 estudiantes de la Universidad de Sevilla (64,9% hombres y 35,1% mujeres) de edades comprendidas entre 18 y 29 años (media: 20,9 años) que eran, en su mayoría, habitantes de la ciudad y de la provincia de Sevilla, pero también de toda Andalucía. Los sujetos se seleccionaron aleatoriamente y contestaron voluntariamente a la encuesta, realizada por escrito de manera anónima en marzo de 2003. La tabla 1 muestra la información demandada en el cuestionario.

Tabla 1. Ítems del cuestionario suministrado a los sujetos

Ítem	Rspuestas posibles
¿Ha consumido alguna vez carne de conejo?	SÍ, NO
¿Consume actualmente carne de conejo?	SÍ, NO
Si no consume carne de conejo, indique el motivo por el que no lo hace	Respuesta abierta
¿Tiene o ha tenido conejos como mascota?	SÍ, NO
¿Algún Miembro de la familia practica la caza?	SÍ, NO



Las respuestas a la pregunta "Si no consume carne de conejo, indique el motivo por el que no lo hace" se agruparon en tres alternativas (tabla 2) en función de la connotación de la motivación para no consumir carne de conejo. Las motivaciones agrupadas en la tipología *rechazo por sus características organolépticas* incluyeron todas las respuestas que comportaron la evitación del consumo provocada por las características intrínsecas de la carne de conejo. La tipología *falta de hábito de consumo* incluyó todas las respuestas que comportaban una ausencia de costumbre de consumir esta carne, una falta de hábito de compra o adquisición o una falta de conocimiento de la manera de cocinarla. La tercera tipología de la evitación del consumo de carne de conejo, que denominamos *motivos emocionales y morales*, incluyó todas las respuestas cuya motivación para el rechazo del consumo comportaban alguna connotación ética o sentimental. Los criterios para definir esta agrupación de las respuestas se establecieron tras realizar un análisis de la literatura.

Tabla 2. Agrupación de las respuestas a la pregunta del cuestionario: "Si no consume carne de conejo, indique el motivo por el que no lo hace" en grupos homogéneos según la motivación para no consumir la carne de conejo

<i>Rechazado por sus características organolépticas</i>	<i>Falta de hábito de consumo</i>	<i>Motivos emocionales y morales</i>
- No gusta	- No tiene hábito de consumirla	- Le da pena
- Da asco	- No se ha planteado consumirla	- Considera al conejo como mascota
-Desagrada el sabor	- No ha tenido ocasión de comerla	- Le da pena que se cacen conejos
- Desagrada el aspecto	- No compra carne de conejo ⁽²⁾	- Si ve los conejos vivos, después no come su carne
- Tiene mucho hueso	- No caza conejos ⁽²⁾	- Es vegetariano
- No es una de las carnes favoritas	- No sabe cocinarla ⁽²⁾	-No come carne
-Es una carne muy negra ⁽¹⁾		

(1) Se refiere a la carne de conejo silvestre.

(2) El encuestado o su familia, con la que vive.

Los datos se analizaron mediante tablas de contingencia en las que se realizaron pruebas χ^2 de Pearson y se calcularon los residuos tipificados corregidos (*R*). En la interpretación de los residuos tipificados corregidos se consideró 1,96 como valor discriminante para un nivel de confianza del 95%. Los análisis se realizaron utilizando el programa SPSS 9.0 (SPSS Inc., 1999).

■ RESULTADOS

Se constató que de los 342 estudiantes encuestados, un 86% ($n=294$) habían comido en alguna ocasión carne de conejo. Sin embargo, la proporción de jóvenes que afirmaban comer carne de esta especie en la actualidad era inferior, del 62% ($n=212$).

De los 130 estudiantes que no consumían carne de conejo actualmente, un 48,5% la rechazaban por sus *características organolépticas*, un 37,7% no la consumían por *falta de hábito de consumo* y un 13,8% evitaban comerla por *motivos emocionales y morales*. Teniendo en cuenta sólo los 84 jóvenes que, habiendo probado alguna vez la carne de conejo, no la consumían actualmente, un 54,8% rechazaban su consumo por sus *características organolépticas*; un 40,5% no la comían por *falta de hábito de consumo* y un 4,7% evitaban comerla por *motivos emocionales y morales*.



Considerando sólo los 130 sujetos que manifestaron no consumir carne de conejo actualmente, se constató que el sexo se relacionaba de manera muy significativa ($\chi^2=22,44$, d.f.=2, $p<0,001$) con las motivaciones para no consumirla, de manera que la mayoría de las mujeres que rechazaban su consumo lo hacían por *motivos emocionales y morales* ($R=3,6$) y los hombres por *falta de hábito de consumo* ($R=4,0$). En dicho colectivo también se encontró que la presencia de algún cazador en la familia se relacionaba significativamente ($\chi^2=6,53$, d.f.=2, $p=0,038$) con los motivos para no consumir carne de conejo, de modo que quienes, teniendo algún cazador en su familia, rechazaban esta carne, lo hacían principalmente por sus *características organolépticas* ($R=2,4$), mientras que quienes, no contando con cazadores entre su familia, no la consumían, lo hacían mayoritariamente debido a una *falta de hábito de consumo* ($R=2,4$). Finalmente, considerando también sólo los sujetos que no consumían carne de conejo actualmente, se constató que la posesión de conejos como mascota también se relacionó significativamente ($\chi^2=9,25$, d.f.=2, $p=0,01$) con las motivaciones para no consumirla, de manera que quienes habían mantenido conejos como mascotas rechazaban el consumo de su carne mayoritariamente por *motivos emocionales y morales* ($R=2,5$), mientras que quienes no habían tenido mascotas de esta especie no consumían carne de conejo principalmente por *falta de hábito de consumo* ($R=2,4$).

■ DISCUSIÓN

La proporción de jóvenes que comían carne de conejo actualmente (62,0%) fue inferior a la de otros colectivos y en otras zonas geográficas (Párraga *et al.*, 1994). Estos resultados concuerdan con el hecho de que Andalucía es la región donde menos carne de conejo se compra (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2004a) y sugerirían una menor preferencia por esta carne entre los adultos jóvenes en comparación con el conjunto de los consumidores; apoyan la idea de que al retroceso en el consumo de carne de conejo que se constata en España (Rafel, 2002; Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2004a; Rodríguez, 2005) y en otros países en los últimos años parecen contribuir mayoritariamente los jóvenes, como también señala Dalle Zotte (2002), pues los consumidores tradicionales, de mediana y mayor edad, mantienen el consumo (Dalle Zotte, 2002). El hecho de que sólo tres cuartas partes de quienes probaron alguna vez (86,0%) la carne de conejo seguían consumiéndola (62,0%) sugiere una falta de consolidación significativa de su consumo. Ésta no sería debida a una falta de disponibilidad porque España es un país típicamente productor de carne de conejo (Lebas *et al.*, 1996; Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2004b; FAO, 2005) y con grandes capturas de conejo de caza (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2004b). Por el contrario, la escasa consolidación del consumo podría estar causada principalmente por un desagrado de sus características organolépticas, como lo atestigua el hecho de que, en un 54,8% de quienes habiéndola comido en alguna ocasión no la consumían en la actualidad, el cese en el consumo fuese debido al *rechazo por sus características organolépticas*. El segundo motivo que contribuía a la *falta de consolidación del consumo* de la carne de conejo era la *falta de hábito de consumo*, indicado por un 40,5% de quienes alguna vez habían comido carne de esta especie y que en la actualidad ya no la consumían. La mayoría de los estudiantes encuestados vivían con sus familias y sus hábitos alimentarios dependían fuertemente de los hábitos familiares, siendo pocos los jóvenes que decidían qué alimentos comprar. Como en España el 85% del consumo de carne de conejo se hace en el hogar (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2004a), una parte de los adultos jóvenes no emancipados no consumen carne de conejo si en su familia no se compra ni se caza, como así lo manifestaron algunos de los estudiantes de nuestro estudio. Por último, una vez que los estudiantes habían comido en alguna ocasión la carne de conejo, eran muy pocos (4,7%) quienes dejaban de consumirla por *motivos emocionales y morales*.

El sexo influyó en las motivaciones para no consumir carne de conejo, confirmándose la propensión generalizada de las mujeres a comer menos carne, sobre todo roja, que los hombres (Santos y Booth, 1996; Kubberød *et al.*, 2002a; Kubberød *et al.*, 2002b; Kiefer *et al.*, 2005), en especial si son jóvenes (Santos y Booth, 1996; Kubberød *et al.*, 2002a; Kubberød *et al.*, 2002b). Las mujeres rechazaban la carne de conejo mayoritariamente por *motivos emocionales y morales*, implicando disgusto como observan Kubberød *et al.* (2002b) en jóvenes noruegos, mientras que los hombres no la consumían mayoritariamente por *falta de hábito de consumo*. Se confirmó también la carne de conejo fue percibida más negativamente por las mujeres que por los hombres por motivos éticos similares a los de otras carnes, como son los concernientes al respeto al animal (Santos y Booth, 1996) y el vegetarianismo (Santos y Booth, 1996; Kiefer *et al.*, 2005) que nosotros hemos agrupado en la componente que denominamos *motivos emocionales y morales*.

La posesión de conejos como mascota se relacionó con las causas de rechazo del consumo de esta carne entre los jóvenes que no la consumían en la actualidad, de manera que entre los no consumidores, quienes habían mantenido conejos como mascota rechazaban el consumo de su carne mayoritariamente por *motivos emocionales y morales*, al predominar actitudes de *afecto* hacia los conejos (Serpell, 2004), y quienes no los habían tenido no la consumían principalmente por *falta de hábito de consumo*. Este hallazgo está en consonancia con el hecho generalizado de que la posesión de mascotas incrementa el interés por los aspectos relacionados con el bienestar animal (Paul y Serpell, 1993; Miura *et al.*, 2002), habiéndose constatado en adultos jóvenes que la posesión de mascotas durante la infancia conlleva un mayor rechazo del consumo de carne (Paul y Serpell, 1993). En el conejo este efecto estaría reforzado por tratarse de un animal dulce y pacífico, humanizado por cuentos y dibujos animados propios de la cultura anglosajona, que le confieren una marcada connotación de animal de compañía (Camps, 1996; Camps y De Pedro, 2001).

La práctica de la caza por algún miembro de la familia influía en las motivaciones para el rechazo o la ausencia de consumo de carne de conejo. Los sujetos que no la consumían actualmente y tenían cazadores en la familia, la rechazaban mayoritariamente por las *características organolépticas*. Por ejemplo, algunos estudiantes rechazaban el consumo de carne de conejo silvestre por ser muy oscura. De hecho, Camps y De Pedro (2001) señalan que algunos prejuicios hacia la carne de conejo en general tienen su origen en la carne de conejo silvestre. Dalle Zotte (2002) también destaca que una de las principales causas de rechazo de la carne de conejo doméstico es su sabor a caza. La carne del conejo de caza más oscura, de olor y sabor más fuertes que la del conejo doméstico y de calidad más variable por proceder de animales de todas las edades, mal desangrados y fatigados en el propio lance cinegético (Camps, 1996; Camps y De Pedro, 2001), siendo considerada por ello como menos higiénica que la carne de conejo doméstico (Camps, 1996; Camps y De Pedro, 2001; Intercun, 2003). En síntesis, cabría considerar las carnes de conejo silvestre y de conejo doméstico como productos diferentes no sólo en lo que a sus características se refiere (Camps y De Pedro, 2001) sino también en lo que respecta a la percepción de los jóvenes hacia ellas. Por otra parte, la gran relevancia de la carne de conejo de caza frente a la producida en granjas en Andalucía (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2004b) quedó confirmada por el hecho de que entre los sujetos de nuestro estudio que no consumían actualmente carne de conejo y que no tenían cazadores en la familia, la ausencia de consumo estuviera causada mayoritariamente por la *falta de hábito de consumo*, revelando que ante la escasez de conejo de caza no se recurría a comprar carne de conejo doméstico. Radder y Le Roux (2005) constatan que la familiaridad y el hábito propician el consumo de carne de caza, que depende mucho de la exposición previa al producto y de la influencia de la familia. Andalucía tiene una gran tradición venatoria pero en los últimos años se viene constatando una disminución del número de jóvenes cazadores (Ñudi, 2002) y un incremento de la proporción

de jóvenes contrarios a la caza (Arias de Reyna *et al.*, 2000) que probablemente comportará en un futuro próximo la disminución del número de jóvenes que consuman carne de conejo silvestre tanto por falta de conocimiento y hábito de consumo así como por un rechazo originado por motivos éticos derivados del desagrado de la idea de que los conejos sean cazados.

Algunos jóvenes afirmaron no consumir carne de conejo porque les desagradaba la visión de la canal en el mercado. El rechazo del consumo de la carne de conejo por este motivo ha sido constatado reiteradamente en varios países y es creciente (Leonart, 1991; Camps, 1996; Dalle Zotte, 2002; Intercun, 2004), sobre todo en jóvenes (Dalle Zotte, 2002) y en medios urbanos (Leonart, 1991). En España la mayor parte de la carne de conejo se comercializa todavía en forma de canal con cabeza (Camps, 1996; Lebas *et al.*, 1996), por lo que para mantener o incentivar el consumo de la carne de esta especie, en especial entre los jóvenes, conviene promocionar otras formas de presentación como los despieces, los precocinados y los productos transformados (Dalle Zotte, 2002; Intercun, 2004), de los que se están introduciendo en el mercado alternativas tales como patés, brochetas, albóndigas, fiambres, mortadela, hamburguesas, etcétera (Asociación Española de Cunicultura, 1996). Entre los motivos aducidos por los estudiantes que actualmente no comían carne de conejo para justificar su ausencia de consumo no se encontró ninguna respuesta relacionada con el mantenimiento de la salud, motivo que se ha descrito como determinante de rechazo de otras carnes, sobre todo rojas (Richardson *et al.*, 1993; Richardson *et al.*, 1994). A ello pudo contribuir tanto la ausencia de escándalos alimentarios en la producción cunícola como el hecho de que la carne de conejo es una de las más magras, de menor contenido en colesterol, con lípidos altamente insaturados y con reducido contenido de sodio, características que la hacen idónea para el mantenimiento de dietas saludables (Camps, 1996; Dalle Zotte, 2002; Combe, 2004) muy demandadas por los jóvenes (Santos y Booth, 1996). Estas características son conocidas por los consumidores de carne de conejo españoles (Intercun, 2004) y de otros países (Dalle Zotte, 2002), incluidos los jóvenes (Párraga *et al.*, 1994), y determinan que la carne de conejo sea demandada entre otros motivos por ser saludable (Intercun, 2003).

En conclusión, nuestro estudio puso de manifiesto que en los adultos jóvenes existían diferencias en las motivaciones para el rechazo del consumo de la carne de esta especie debidas al sexo de los sujetos, a la presencia de cazadores en la familia y a la posesión de conejos como mascota. Para profundizar en el conocimiento del consumo de esta carne por los jóvenes convendría realizar estudios en los que se indagasen las motivaciones del consumo en comparación con otras carnes. Dado que los jóvenes son importantes como potenciales futuros compradores y consumidores, el mantenimiento e incremento de los niveles de consumo de la carne de conejo pasa necesariamente por la realización de campañas de promoción específicamente orientadas a los jóvenes. Éstas podrían centrarse en tres ejes principales: se debería potenciar la imagen del conejo como especie de abasto en detrimento de su consideración como mascota; se deberían resaltar los excelentes atributos de su carne en lo que a su composición y características nutricionales se refiere, que son muy acordes con las demandas actuales de alimentos sanos; y se deberían potenciar las presentaciones alternativas a la canal entera, que reducirían el rechazo por los jóvenes.



■ BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS DE REYNA L., GONZÁLEZ ARENAS J., RUIZ AVILÉS P. 2000. ¿Prohibirían los españoles la caza?. *Trofeo* 367: 46-51.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE CUNICULTURA, 1996. Productos cárnicos de carne de conejo adulto. *Boletín de Cunicultura* 83: 36-37.
- CAMPS J. 1996. Carne de conejo: Cualidades dietéticas y futuro. *Boletín de Cunicultura* 83: 44-50.
- CAMPS J., DE PEDRO J.C. 2001. Conejo: La carne sana y dietética. *Lagomorpha* 118: 40-50.
- COMBE S. 2004. Valeur nutritionnelle de la viande de lapin. *Productions Animales* 17: 373-383.
- DALLE ZOTTE A. 2002. Perception of rabbit meat quality and major factor influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livestock Production Science* 75: 11-32.
- FAO 2005. FAOSTAT-Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
http://www.fao.org/waicent/portal/statistics_en.asp.
- INTERCUN 2003. Estudio de mercado del sector cunícola español.
<http://www.agrodigital.info/PIArtStd.asp?CodArt=28310>.
- INTERCUN 2004. Consumo de la carne de conejo en los hogares españoles. *Boletín de Cunicultura* 135: 35-36.
- KIEFER I., RATHMANNER T., KUNZE M. 2005. Eating and dieting differences in men and women. *Journal of Men's Health and Gender* 2: 194-201.
- KUBBERØD E., UELAND Ø., RØDBOTTEN M., WESTAD F., RISVIK E. 2002a. Gender specific preferences and attitudes towards meat. *Food Quality and Preference* 13: 285-294.
- KUBBERØD E., UELAND Ø., TRONSTAD Å., RISVIK E. 2002b. Attitudes towards meat and meat-eating among adolescents in Norway: a qualitative study. *Appetite* 38: 53-62.
- LEBAS F., COUDERT P., DE ROCHAMBEAU H., THÉBAULT R.G. 1996. *El conejo. Cría y patología*. Ed. FAO. Roma.
- LLEONART F. 1991. La presentación de la carne de conejo. *Boletín de Cunicultura* 55: 29-31.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN 2004a. *La alimentación en España 2003*. Madrid, Spain: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN 2004b. *Anuario de Estadística Agroalimentaria 2003*. Madrid, Spain: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- MIURA A., BRADSHAW J.W.S., TANIDA H. 2002. Childhood experiences and attitudes towards animal issues: A comparison of young adults in Japan and the UK. *Animal Welfare* 11: 437-448.
- ÑUDI J.I. 2002. La caza envejece. Los jóvenes ya no quieren ser cazadores. *Trofeo* 390: 28-38.
- PAUL E.S., SERPELL J.A. 1993. Childhood pet keeping and humane attitudes in young adulthood. *Animal Welfare* 2: 321-337.
- PÁRRAGA T., ROCA M., SUNYÉ C. 1994. Hábitos de consumo y compra del conejo en Mataró. *Boletín de Cunicultura* 76: 49-55.
- RADDER L., LE ROUX R. 2005. Factors affecting food choice in relation to venison: A South African example. *Meat Science* 71: 583-589.
- RAFEL O. 2002. A cunicultura em Espanha. Evolução recente. In: D. Monteiro, E. Gomes, S. Sacoto & R. Mena. (Eds.). *Proceedings of the II Jornadas Internacionais de Cunicultura* (pp. 7-33). Vila Real, Portugal: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos.
- RICHARDSON N.J., MACFIE H.J.H., SHEPHERD R. 1994. Consumer attitudes to meat eating. *Meat Science* 36: 57-65.
- RICHARDSON N.J., SHEPHERD R., ELLIMAN N.A. 1993. Current attitudes and future influences on Meat consumption in the U.K. *Appetite* 21: 41-51.
- RODRÍGUEZ T.M. 2005. Consumo de carne en los hogares españoles. *Boletín de Cunicultura*, 140: 24-40.
- SANTOS M.L.S., BOOTH D.A. 1996. Influences on meat avoidance among British students. *Appetite* 27: 197-205.
- SERPELL J.A. 2004. Factors influencing human attitudes to animals and their welfare. *Animal Welfare* 13 Suppl.: 145-151.
- SPSS Inc. 1999. SPSS 9.0. *Manual del Usuario*. Ed. SPSS Inc. Chicago.



Patología

DIVERSIDAD GENÉTICA Y FACTORES DE PATOGENICIDAD PRESENTES EN DIFERENTES CEPAS DE *Staphylococcus Aureus* PROCEDENTES DE LESIONES DE CONEJO Y SU RELACIÓN CON LA VIRULENCIA.

Relationship between genetic diversity and virulence of different stocks of *Staphylococcus Aureus* in rabbits.

Viana, D.¹; Selva, L.¹; Segura, P.¹; Peris, B.¹; Penadés, J.R.²

1Departamento de Atención Sanitaria, Salud Pública y Sanidad Animal (Histología y Anatomía Patológica), Universidad Cardenal Herrera-CEU, 46113 Moncada, Valencia; 2Centro de Investigación y Tecnología Animal, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Apdo 187. Polígono La Esperanza, 100. 12400 Segorbe, Castellón. Spain. Moncada, Valencia.

Correspondencia: Juan Manuel Corpa Arenas. jmcorpa@uch.ceu.es

RESUMEN

Staphylococcus aureus es un patógeno muy versátil capaz de producir un amplio espectro de enfermedades en un gran número de hospedadores. En la especie cunícola produce una inflamación supurativa en prácticamente todos los órganos y localizaciones y, con frecuencia, una septicemia fatal. Se estudiaron 329 aislados de *S. aureus* procedentes de casos clínicos de 39 granjas cunícolas de la Comunidad Valenciana. Se realizó su tipado molecular, utilizando como criterio de selección el polimorfismo en la longitud de los fragmentos de restricción del producto de PCR del gen de la coagulasa, de la proteína A y del clumping factor B, obteniéndose 16 tipos diferentes de *S. aureus*. De estos aislados se seleccionaron 38 cepas representativas de cada tipo molecular y lesión de procedencia. Se analizaron por PCR diferentes genes implicados en la patogenia de *S. aureus*, comprobándose que cepas del mismo tipo molecular mostraban semejanza en los factores de patogenicidad, independientemente del tipo de lesión de procedencia, implicando una gran variabilidad. Esta falta de relación entre las lesiones producidas por las diferentes cepas y su arsenal genético podría indicarnos o bien que los factores de patogenicidad no tienen implicación directa en las lesiones o, lo más probable, que la inmunidad del hospedador juega un importante papel en la patogenia del proceso.

ABSTRACT

Staphylococcus aureus is a common pathogen that colonizes and produces disease in a variety of host. In rabbits this bacteria cause suppurative inflammatory reaction in practically all organs and locations and, frequently, fatal septicemia. Three hundred twenty-nine *S. aureus* isolates coming different purulent lesions were studied. The animals came from 39 industrial rabbitries located in

several villages of the Valenciana Autonomous Region on the Spanish Mediterranean coast. Molecular typing was performed using the polymorphism in the length of fragments after the PCR product restriction of coagulasa, A protein and clumping factor B gene as selected criteria. Sixteen different *S. aureus* strains were obtained. Thirty-eight isolates representative of each molecular and origin lesion type were selected and different genes implied in pathogenesis from *S. aureus* were analyzed by PCR, verifying itself that stocks of the same molecular type showed similarity in the virulence factors, independently of the type of origin lesion, implying a great variability. This lack of relation between the lesions produced by the different stocks and their genetic arsenal could indicate to us or that the virulence factors do not have direct implication in the lesion or, most provable, than the immunity of the host plays an important role in disease pathogenesis.

Key words: *Staphylococcus aureus*, rabbit, typing, pathogenic genes, virulence factors.

■ INTRODUCCIÓN

Staphylococcus aureus es una bacteria Gram positiva, patógena oportunista, que se encuentra en el aire, polvo, aguas residuales, leche, superficies ambientales, así como piel y mucosas de humanos y animales, siendo éstos los principales reservorios. Su habilidad para persistir y multiplicarse en diferentes ambientes junto con su capacidad para producir una gran variedad de exoproteínas le convierten en un patógeno muy versátil capaz de producir un amplio espectro de enfermedades en un gran número de hospedadores. Esta habilidad se debe a la expresión de una batería de factores de virulencia que promueven la adhesión, adquisición de nutrientes y evasión de la respuesta inmune del hospedador (Monday et al., 1999). *S. aureus* suele infectar piel y tejidos blandos, desde los cuales puede invadir la sangre y producir cuadros graves de sepsis, neumonía, endocarditis o llegar hasta las articulaciones o el hueso y producir artritis u osteomielitis. En la especie cunícola infecta lesiones dérmicas e invade tejidos subcutáneos causando diferentes lesiones: pododermatitis, abscesos (subcutáneos o afectando a órganos internos) y mamitis (Vancraeynest et al., 2004; Segura et al., 2006, en prensa). Se ha comprobado que las lesiones purulentas producidas por *S. aureus* son la principal causa patológica de desvío de conejas en las granjas industriales (Segura et al., 2006, en prensa). Los componentes bacterianos y productos secretados que influyen en la patogénesis de las infecciones por *S. aureus* son muchos: adhesinas asociadas a superficie, una cápsula polisacárida, exoenzimas y exotoxinas. Esta constelación de productos bacterianos le permite adherirse a membranas eucariotas, resistir a la opsonofagocitosis, lisar células eucariotas y desencadenar cascadas de moléculas inmunomoduladoras por parte del hospedador. Hasta el momento, se desconoce el papel que juegan todos estos factores de patogenicidad bacterianos y el hospedador en el desarrollo de la patogenia de la enfermedad.

El objetivo del presente trabajo fue comparar aislados de *S. aureus* de conejo procedentes de diferentes lesiones, buscar una relación entre los aislados y las lesiones que éstos producen y estudiar la relación entre los diferentes factores de patogenicidad presentes en *S. aureus* y la virulencia.

■ MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este estudio partimos de 329 aislados de *S. aureus* procedentes de casos clínicos de 39 granjas de la Comunidad Valenciana. Las muestras procedieron de diferentes lesiones purulentas y se cultivaron en agar sangre en aerobiosis durante 24-48 horas. Posteriormente se procedió a extraer el DNA genómico de *S. aureus* empleando los métodos recogidos en la bibliografía (Sambrook et al, 2001).



Posteriormente se realizó el tipado molecular de los 329 aislados, utilizando como criterio de selección el polimorfismo en la longitud de los fragmentos de restricción del producto de PCR del gen de la coagulasa (*coa*), de la proteína A (*spa*) y del clumping factor B (*clfB*) (Shopsin et al., 2000, Koreen et al., 2005). El producto de PCR (5 μ) se analizó en un gel de agarosa al 2%. El resto de PCR del gen de la *coa* y *spa* se digirió con el enzima de restricción *CfoI*, durante 3 horas a 37°C, analizándose en un gel de agarosa al 2%. La digestión del producto de PCR permitió discernir mejor entre las distintas cepas.

De estos aislados se seleccionaron 38 cepas representativas de cada tipo molecular y lesión de procedencia, analizándose por PCR diferentes genes implicados en la patogenicidad de *S. aureus* (Tabla 1). El resultado de la PCR se analizó en un gel de agarosa al 1%. Aquellos resultados dudosos obtenidos por PCR se volvieron a analizar mediante Southern: el DNA genómico de las diferentes cepas se digirió con el enzima de restricción *HindIII* y posteriormente se cargó en un gel de agarosa al 0'8% para transferirlo a una membrana de nylon y poder marcarlo con una sonda específica de cada gen analizado.

■ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis del producto de PCR del gen de la *coa* y su posterior digestión con *CfoI*, establece 5 tipos diferentes de *S. aureus*: A-A, B-B, C-C, D-D y B-E (Figuras 1 y 2). Dichos análisis para la proteína A, establecen los siguientes tipos: 1-1, 2-2, 2-6, 2-7, 3-3, 4-4 y 4-5 (Figuras 3 y 4). El análisis resultante para el *clfB* establece 5 tipos: I, II, III, IV y V (Figura 5). En total se obtienen 16 tipos diferentes de *S. aureus*: AA22IV, AA22V, AA33IV, BB11I, BB11IV, BB44I, BB45I, BB45II, BB45III, BE44IV, CC11II, CC11III, CC26III, DD27I, DD44I, DD45I, siendo el tipo AA22IV el más frecuentemente aislado (Tabla 2).

Tras el análisis por PCR de los diferentes determinantes patogénicos se obtuvieron los siguientes resultados (Gráfica 1): nueve de los veinticuatro factores de patogenicidad estudiados (37'5%) resultaron ser más prevalentes que el resto, al aparecer en todas las cepas aisladas, independientemente del tipo molecular y del tipo de lesión. Estos nueve factores son: *clfA* y *clfB*, que codifican dos proteínas que se unen al fibrinógeno; *fmbA*, que codifica para una proteína que se une a la proteína A; *sdrC*, una adhesina putativa; *V8*, serina proteasa que contribuye a la supervivencia y crecimiento de *S. aureus*; *ica A*, utilizado como marcador del operón *ica*, implicado en la producción de biofilm; *map/eap*, que codifica para una proteína análoga a un complejo mayor de histocompatibilidad de clase II; *hlg*, que codifica para una gamma-toxina; *efb*, que codifica para una proteína que se une al fibrinógeno. Tres de los veinticuatro factores (12,5%) no aparecen en ninguno de los aislados cunicolas analizados. Estos determinantes son: *sea* y *seb*, dos enterotoxinas, y *tst*, una exoproteína productora del síndrome de shock tóxico. El resto de factores de patogenicidad (50%) fueron identificados en mayor o en menor medida, guardando relación con el tipo molecular de la cepa analizada e independientemente a la lesión de procedencia. Así, *cna*, *sdrD* y *sdrE* aparecían en prácticamente todos los aislados. *Cna* (91,4%), es una proteína que se une al colágeno, *sdrD* (85,7%) y *sdrE* (74,3%) pertenecen a la misma familia y son adhesinas putativas. En menor medida se detectó *fmbB* (40%), que codifica para una proteína de unión a la proteína B y tres enterotoxinas: *seg* (37%), *sei* (31'4) y *seh* (28'6%), con la peculiaridad de que *seg* y *sei* se identificaron, en la mayor parte de los aislados analizados, de forma conjunta; mientras que *seh* se identificó únicamente cuando no aparecían éstos. Finalmente, la enterotoxina *sec* (2,9%) sólo apareció en una de las cepas analizadas. En cuanto a los tipos capsulares se analizaron los dos serotipos más habituales: el serotipo

8 resultó presentarse más habitualmente (80%) que el serotipo 5 (14'3%). Además se analizaron dos subgrupos del locus *agr*, resultando el subgrupo *agr* III (42'9%) ligeramente más representado que el locus *agr* IV (37'1%).

Tras el análisis de los diferentes factores se comprobó que cepas del mismo tipo molecular mostraban semejanza en los factores de patogenicidad, independientemente del tipo de lesión de procedencia, implicando una gran variabilidad en los genes de virulencia entre las poblaciones naturales de *S. aureus*. Esta falta de relación entre las lesiones producidas por las diferentes cepas y su arsenal genético podría indicarnos o bien que los factores de patogenicidad habitualmente estudiados tanto en la especie cunícola como en otras especies incluida la humana, no tienen implicación directa en las lesiones o, lo más probable, que la inmunidad del hospedador juega un importante papel en la patogénica del proceso.

■ AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido subvencionado por sendos proyectos de investigación (GV05/202) de la Generalitat Valenciana (Consellería de Empresa, Universidad y Ciencia) y PRUCH05/09 de la Universidad Cardenal Herrera-CEU.

■ REFERENCIAS

- KOREEN, RAMASWAMY S.V., NAIDICH S., KOREEN I.V., GRAFF G.R., GRAVISS E.A., KREISWIRTH B.N. 2005. *Journal Clinical Microbiology*, 3985-3994
- MONDAY S.R., BOHACH G.A. 1999. Properties of *Staphylococcus aureus* enterotoxins and toxic shock syndrome toxin-1. In J.E. Alouf and J.H. Freer (ed.), 589-610.
- SAMBROOK J., FRITSCH E.F., MANIATIS T. 1989. *Molecular cloning: a laboratory manual*. N.Y.: Cold Spring Harbor.
- SHOPSIN B., GOMEZ M., WADDINGTON M., RIEHMAN M., KREISWIRTH B.N. 2000. *Journal Clinical Microbiology*, 3453-3456
- VANCRAYNEST D., HERMANS K., MARTEL A., VANEECHOUTTE M., DEVRIESE L.A., HAESBROUCK F. 2004. *Veterinary Microbiology* 101: 245-51



Tabla 1. Factores de patogenicidad empleados en el estudio.

Gen	Función	Gen	Función
<i>clfA</i>	Adhesin for fibrinogen	<i>ica A</i>	Polysaccharide intercellular adhsin
<i>clfB</i>	Adhesin for fibrinogen	<i>V8</i>	Serine proteasa
<i>fnbA</i>	Adhesin for fibronectin	<i>tst</i>	Ext toxin wit superantigen activity
<i>fnbB</i>	Adhesin for fibronectin	<i>sea</i>	Ext toxin wit superantigen activity
<i>cap 5</i>	Capsular polysaccharire type 5	<i>seb</i>	Ext toxin wit superantigen activity
<i>cap 8</i>	Capsular polysaccharire type	<i>sec</i>	Ext toxin wit superantigen activity
<i>map/eap</i>	Mejora histocompatibility complex class II analogue protein	<i>seg</i>	Ext toxin wit superantigen activity
<i>hlg</i>	Bicomponent leukocidin	<i>seh</i>	Ext toxin wit superantigen activity
<i>efb (fib)</i>	Binds to fibrinogen	<i>sei</i>	Ext toxin wit superantigen activity
<i>sdrC</i>	Putative shhesin	<i>cna</i>	Adhesin for collagen
<i>sdrD</i>	Putative shhesin	<i>agr III</i>	Global regulador
<i>sdrE</i>	Putative shhesin	<i>agr IV</i>	Global regulador

Figura 1. PCR del gen *coa*.

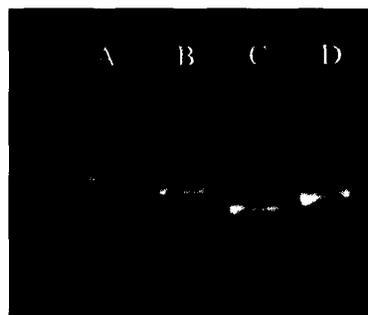


Figura 2. Digestión producto de PCR del gen *coa*



Figura 3. PCR del gen *spa*.

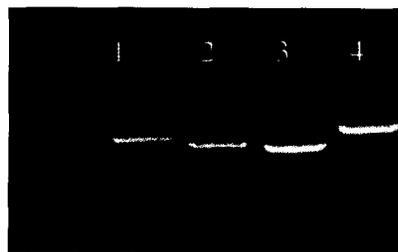


Figura 4. Digestión producto de PCR del gen *spa*.



Figura 5. PCR del gen *clfB*.

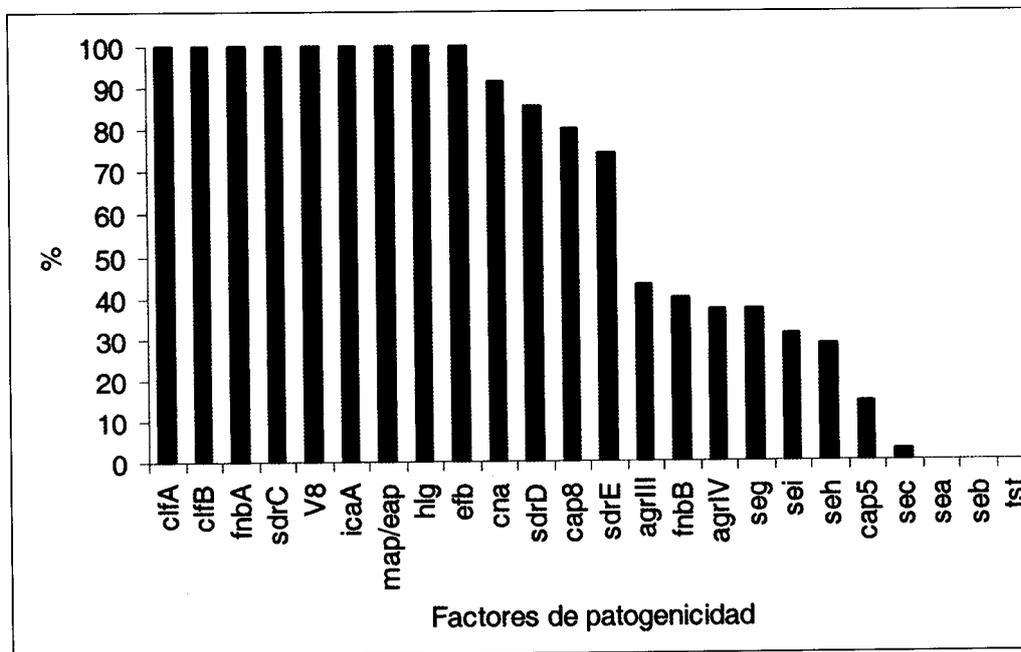


Tabla 2. Cepas de *S. aureus* aisladas de diferentes lesiones en granjas cunícolas, tipados por el gen *coa* y *spa*.

	MG	Pod	Abs	Oti	Pne	Pyo	Conj	Artiris	Costra	Pústula
AA22	159	39	23	2	9	1	8	1	4	4
AA33	6	3	3							
BB11	5						1			
BB44	4	12				1	1			
BB45	2	2		2						
BE44	1	2								
CC11	10	5	2	4			2		1	
CC26	1									
DD27		1								
DD44	2	1								
DD45		3					2			

MG: Mamitis; **Pod:** Pododermatitis; **Abs:** Absceso; **Oti:** Otitis; **Pne:** Neumonía; **Pyo:** Piómetra; **Conj:** Conjuntivitis.

Gráfica 1. Porcentaje de aparición de los diferentes factores.



Patología

IMPORTANCIA DE LOS PORTADORES NASALES EN LA PATOLOGÍA ASOCIADA A *Staphylococcus aureus* EN LA ESPECIE CUNÍCOLA.

Role of nasal carriage in pathologies associated to *Staphylococcus aureus* in rabbits

Selva, L.¹; Viana, D.¹; Penadés, J.R.² y Corpa, J.M.¹

¹ Departamento de Atención Sanitaria, Salud Pública y Sanidad Animal (Histología y Anatomía Patológica),
Universidad Cardenal Herrera-CEU, 46113 Moncada, Valencia.

² Centro de Investigación y Tecnología Animal. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Apdo
187. Polígono La Esperanza, 100. 12400 Segorbe. Castellón.

Correspondencia: Juan Manuel Corpa Arenas.
jmcorpa@uch.ceu.es"

RESUMEN

Staphylococcus aureus se encuentra con frecuencia colonizando la nariz de humanos y de animales, constituyendo un foco de diseminación bacteriana. Demostrar la implicación del estado de portador en el posterior desarrollo de lesiones. Se tomaron muestras de la mucosa nasal de hembras reproductoras cunícolas (tanto sanas como enfermas) de varias explotaciones industriales e identificación de *S. aureus*. El 92,45% de las hembras con estafilococia, resultaron ser portadoras nasales, mientras que únicamente el 58,53% de los animales sanos lo eran. Como conclusiones de este trabajo se puede decir que parece existir una relación entre animales con lesiones y la presencia de la bacteria en la mucosa nasal.

ABSTRACT

Introduction: *Staphylococcus aureus* often colonize the anterior nares, and nasal carriage constitute the main source of bacterial dissemination. **Objectives:** To demonstrate the implication of the state of carrier in the later development of injuries. **Methods:** Taking of samples of the nasal mucosa of rabbit reproductive females (healthy and ill) of several industrial farms and identification of *S. aureus*. **Results:** 92.45% of the females with *S. aureus* lesions, turned out to be nasal carriage, whereas only 58.53% of the healthy animals were it. **Conclusions:** A relationship between animals with injuries and the presence of the *S. aureus* in the nose is detected.

Keywords: *Staphylococcus aureus*, nasal carriage, rabbits.

■ INTRODUCCIÓN

La estafilococia es una enfermedad que afecta comúnmente a conejos domésticos y silvestres, así como a liebres (Flatt, 1974; Kötsche y Gottschalk, 1974). Está causada por *S. aureus* y se caracteriza por una inflamación supurativa en prácticamente todos los órganos y localizaciones de los animales y, con frecuencia, por una septicemia fatal.

Las infecciones estafilocócicas suponen, en la actualidad, un proceso patológico de enorme interés en la cunicultura industrial, ya que se encuentran instauradas en la práctica totalidad de las granjas y originan una medicación, en ocasiones excesiva, provocando multitud de resistencias en los animales. En humanos, la nariz es el principal reservorio de *S. aureus*. Aproximadamente el 30% de la población es portador nasal y el 80% de las infecciones nosocomiales producidas por *S. aureus* tienen un origen endógeno (Heiman F. L. Wertheim et al., 2005). Estudios epidemiológicos demuestran como el estado de portador supone un elevado riesgo para el desarrollo de infecciones (Danuta Kruszewska et al., 2004).

S. aureus puede colonizar el epitelio nasal de animales sanos, convirtiéndose estos en portadores asintomáticos. En momentos de estrés (como el parto, la lactación y el destete) en los cuales la hembra tiene un desgaste energético mayor, el estafilococo ve favorecida su diseminación. Se plantean como objetivos de este estudio, conocer la prevalencia de *S. aureus* en la mucosa nasal de hembras reproductoras cunícolas sanas y hembras con problemas de estafilococosis y demostrar la implicación del estado de portador nasal en el posterior desarrollo de lesiones: mamitis, pododermatitis, abscesos, etc.

■ MATERIAL, MÉTODOS Y RESULTADOS

Identificación de portadores nasales

Para conocer la prevalencia de *S. aureus* en la mucosa nasal se realizó un primer estudio donde se analizaron 41 hembras reproductoras y 17 machos sanos, así como 53 hembras reproductoras enfermas (con lesiones provocadas habitualmente por *S. aureus* (mamitis y/o abscesos subcutáneos y/o pododermatitis), pertenecientes a 10 granjas cunícolas industriales con problemas de estafilococias. Se introdujo un hisopo estéril en ambos orificios nasales y se realizó cultivo microbiológico en placas de agar-sangre, que fueron incubadas a 37°C durante 24 horas. Se consideró como resultado positivo la aparición de colonias típicas de *S. aureus* (colonias blancas o amarillas con un halo de hemólisis a su alrededor). Además se confirmó dicho resultado mediante métodos microbiológicos clásicos (tinción Gram, prueba catalasa y oxidasa).

El 92% de las hembras con lesiones, resultaron ser portadoras de *S. aureus*, mientras que únicamente el 59% de las hembras sanas lo eran. El 18% de los machos analizados fueron portadores nasales (Tabla 1).

La obtención de este resultado mostraba una clara implicación del estado de portador nasal en la presencia de lesiones en dicho animal, lo que nos llevó a genotipar las bacterias aisladas de la nariz y las aisladas de lesiones de índole purulento de un mismo animal, con objeto de comprobar si se trata del mismo tipo de bacteria.

Genotipado

Las bacterias aisladas en agar-sangre son crecidas en medio líquido (TSB, Tryptic Soy Broth) y se lleva a cabo la purificación del ADN genómico siguiendo los métodos utilizados habitualmente en la bibliografía (Sambrook et al, 1989). Posteriormente se realiza el tipado molecular utilizando como criterio de selección el polimorfismo en la longitud de los fragmentos de restricción del producto de PCR del gen de la coagulasa (PCR-RFLP-coa) y de la proteína A.

Nuestro grupo ha descrito hasta la fecha 11 cepas diferentes de *S. aureus* procedentes de distintas lesiones, como muestra la tabla 2.

Actualmente no se pueden mostrar los datos obtenidos en este estudio ya que se encuentran en un estadio preliminar.

CONCLUSIONES

La obtención de un porcentaje tan elevado de conejas portadoras de *S. aureus* con lesiones de índole purulento, confirma nuestra sospecha de la implicación del estado de portador en la diseminación bacteriana en las explotaciones cunícolas.

No hay que olvidar que el 59% de hembras sanas portan el estafilococo en la mucosa nasal. Este hecho puede constituir un foco de contagio y probablemente son mayores las probabilidades de desarrollar lesiones provocadas por *S. aureus* en estos animales, especialmente en momentos de estrés como el parto o la lactación. En estas circunstancias la simple laceración del pezón por el gazapo puede constituir la vía de entrada para la bacteria y dar lugar a una mamitis. Los machos portadores juegan un importante papel en las granjas donde todavía se utiliza la monta natural, ya que el desconocimiento de dicha circunstancia constituye un grave riesgo para la explotación.

A falta de los resultados del genotipado, la obtención del mismo tipo de *S. aureus* en nariz y en lesión, sería el dato definitivo que demuestre que son las bacterias que colonizan las mucosa nasal las causantes de la mayoría de lesiones estafilocócicas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido subvencionado por sendos proyectos de investigación (GV05/202) de la Generalitat Valenciana (Consellería de Empresa, Universidad y Ciencia) y PRUCH05/09 de la Universidad Cardenal Herrera-CEU.

BIBLIOGRAFÍA

- DANUTA KRUSZEWSKA, HANS-GEORG SAHL, GABRIELE BIERBAUM, ULRIKE PAG, SEAN O. HYNES, ASA LJUNGH. 2004. Mersacidin eradicates methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in a mouse rhinitis model. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 54: 648-653.
- FLATT R.E. 1974. Bacterial diseases. En: *The biology of the laboratory rabbit*. Weisbroth, SH; Flatt, RE & Krauss, AK (eds), Academic Press, Nueva York, NY, EE UU; 193-236.
- HEIMAN F.L. WERTHEIM, JEROEN VERVEER, HÉLÈNE A.M. BOELEN, ALEX VAN BELKUM, HENRI A. VERBRUGH, MAGREET C. VOS. 2005. Effect of Mupirocin Treatment on Nasal, Pharyngeal, and Perineal Carriage of *Staphylococcus aureus* in Healthy Adults. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 1465-1467.
- KÖTSCHKE, W., GOTTSCHALK C. 1974. *Enfermedades del conejo y de la liebre*. Ed. Acribia, Zaragoza.
- SAMBROOK J., FRITSCH E.F., MANIATIS T. 1989. *Molecular cloning: a laboratory manual*. N.Y.: Cold Spring Harbor

T A B L A S

Tabla 1. Porcentaje de animales positivos y negativos en el cultivo de *S. aureus*.

	Positivos (%)	Negativos (%)
Machos sanos (n=17)	18	82
Hembras sanas (n=41)	59	41
Hembras con lesiones (n=53)	92	8

Tabla 2. Cepas de *S. aureus* aisladas de diferentes lesiones en granjas cunícolas

Lesión Tipo	Mami- tis	Mal de patas	Abs- cesos	Otitis	Neu- monía	Pio- metra	Conjun- tivitis	Artri- tis	Costra	Pústula
AA22	159	39	23	2	9	1	8	1	4	4
AA33	6	3	3							
BB11	5						1			
BB44	4	12				1	1			
BB45	2	2		2						
BE44	1	2								
CC11	10	5	2	4			2		1	
CC26	1									
DD27		1								
DD44	2	1								
DD45		3					2			

Patología

LA FAGOTERAPIA EN CUNICULTURA. ¿UNA POSIBLE ARMA FRENTE A *Staphylococcus aureus*?

Are the phages a therapeutic alternative to the use of the present antimicrobials against *Staphylococcus aureus*?

Selva, L.;¹ Viana, D.;¹ Penadés, J.R.² y Corpa. J.M.¹

¹Departamento de Atención Sanitaria, Salud Pública y Sanidad Animal (Histología y Anatomía Patológica), Universidad Cardenal Herrera-CEU, 46113 Moncada, Valencia; ²Centro de Investigación y Tecnología Animal. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Apdo 187. Polígono La Esperanza, 100. 12400 Segorbe. Castellón. Spain. Moncada, Valencia.

Correspondencia: Juan Manuel Corpa Arenas. jmcorpa@uch.ceu.es

RESUMEN

Staphylococcus aureus es el estafilococo más importante en la patología cunícola, ya que se encuentra instaurado en la mayoría de explotaciones industriales originando una medicación, en ocasiones excesiva, que da lugar a multitud de resistencias en los animales.

La aparición de resistencias bacterianas al empleo de antibióticos ha hecho que, desde hace unos años, se piense de nuevo en los virus bacteriófagos como una alternativa terapéutica al empleo de los antimicrobianos actuales.

ABSTRACT

Staphylococcus aureus is a major pathogen responsible for staphylococcal infections in rabbits. *S. aureus* is isolated in most of industrial farms originating a medication, sometimes excessive, that gives rise to multitude of antibiotic resistance in the animals.

The appearance of these resistance to the antibiotics has done that, for years, has again been thinking about the phages as a therapeutic alternative to the use of the present antimicrobials.

Keywords: *Staphylococcus aureus*; rabbit; bacteriophages.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas tradicionales de ganadería en España han sido sustituidos por sistemas intensivos que se caracterizan por la presencia de altas densidades animales, hecho que facilita la diseminación de agentes infecciosos en la granja (Hermans et al., 2003).

La pasteurelosis y la estafilococia son las enfermedades infecciosas, no digestivas, más frecuentes en explotaciones cunícolas (Flatt, 1974; Vörös, 1980; Peeters, 1995; Coudert et al, 1999). Ambas producen lesiones de tipo purulento, en diferentes localizaciones como tejido subcutáneo, glándula



mamaria, útero, etc, que son causa de desvieje y mortalidad en las conejas adultas. Un estudio realizado por nuestro grupo de investigación demuestra como *S. aureus* es el principal agente etiológico de mamitis, abscesos subcutáneos y pododermatitis, principales causas de eliminación de hembras reproductoras en las explotaciones cunícolas, mientras que *Pasteurella* se aisló principalmente en casos de neumonía e infecciones uterinas. (Tabla 1) (Segura et al., en prensa).

■ ANTECEDENTES

En un estudio colateral sobre el nivel de resistencia bacteriana de *S. aureus*, se evaluó su sensibilidad frente a diferentes antibióticos (Eritromicina, Espiramicina, Sulfadiacina, Doxiciclina, Penicilina G, Amoxicilina, Tetraciclina, Gentamicina, Sulfametoxazol trimetoprim y Neomicina). Se recogieron un total de 87 aislados, pertenecientes a 67 animales con problemas de estafilococia (mamitis, pododermatitis, abscesos,...), en 28 granjas cunícolas de España, concretamente 27 granjas de la Comunidad Valenciana y 1 de la provincia de Cuenca. Además de 19 cepas de *S. aureus* remitidas de explotaciones cunícolas belgas. (Tablas 2 y 3).

Las cepas de *S. aureus* aisladas mostraron mayores resistencias frente a Sulfadiacina, Tetraciclina, Doxiciclina, Eritromicina, Espiramicina y Penicilina G; mientras que no apareció ninguna cepa resistente a Gentamicina, Neomicina, Amoxicilina y Sulfametoxazol Trimetoprim.

El porcentaje de cepas resistentes observadas se contraponen con los resultados presentados por Vancraeynest et al. (2004). Estos autores destacaron un bajo nivel de resistencia a los antibióticos en las cepas estudiadas. Esta disparidad de resultados puede deberse a que Vancraeynest y cols. centraron su estudio en cepas de *S. aureus* remitidas principalmente de Bélgica y nuestro equipo trabajó con aislados procedentes en su mayoría de la Comunidad Valenciana, donde el protocolo y las pautas de tratamiento farmacológico podrían ser diferentes. No descartando tampoco la presencia de animales portadores y la supervivencia de la bacteria en el ambiente, como indican Vancraeynest et al. (2004).

De cualquier forma, nuestros datos demuestran la inquietante aparición de mayores resistencias frente a algunos de los antibióticos actualmente utilizados y confirma los fallos del empleo de los mismos en la lucha frente a *S. aureus*. Aunque todavía la situación no llega a ser dramática, es necesario un empleo racional de estos fármacos y se hace necesaria la búsqueda de alternativas terapéuticas frente a *S. aureus*, como podría ser la fagoterapia.

■ ¿QUÉ ES LA FAGOTERAPIA?

La fagoterapia es el empleo de virus bacteriófagos para el tratamiento y curación de las enfermedades. Se conoce como bacteriófagos o fagos a los virus que infectan a las bacterias. Estos virus son capaces de introducirse en su interior y multiplicar su ADN o ARN, para producir nueva descendencia fágica que finaliza con la destrucción de la bacteria.

Los virus bacteriófagos fueron descubiertos hace casi un siglo y desde un principio se vislumbraron como instrumentos para combatir las enfermedades infecciosas. Sin embargo, pronto quedaron relegados por el descubrimiento de la penicilina y su utilización de forma generalizada. El preocupante y creciente desarrollo de resistencias bacterianas a los antibióticos ha hecho que, desde hace unos años, se piense de nuevo en los fagos como una alternativa terapéutica.

HISTORIA

Félix d'Herelle fue la primera persona que descubrió el papel de los bacteriófagos como agentes antimicrobianos. D'Herelle utilizó los fagos para tratar la disentería en un niño de 12 años, observando que los síntomas de la enfermedad desaparecían después de una única inyección de fagos. No obstante el éxito que acompañó al uso terapéutico de la penicilina desde 1942, relegó el estudio de los fagos con fines clínicos a un olvido casi total.

Pese a esto, la terapia fágica ha continuado empleándose en algunos países de la Europa de Este como Polonia. Varios investigadores polacos del Instituto Hirszfeld, fundado en 1953, han proporcionado datos convincentes sobre el tratamiento de 550 casos de infecciones bacterianas supurativas (enfisemas, peritonitis, osteomielitis y otras) en humanos. Se trataba en su mayor parte de casos crónicos y estaban implicadas bacterias resistentes a casi todo el arsenal de antibióticos disponible. Entre estos microorganismos se encuentra *S. aureus*. Se han documentado curaciones en un 90% de los casos, cesando la supuración y cerrándose heridas y fístulas. Los fagos se administraron vía oral previo tratamiento de los pacientes con antiácidos, para así proteger a los fagos de la acidez gástrica, comprobando posteriormente su llegada al torrente sanguíneo.

Recientemente se ha demostrado que el uso de una inyección de 3×10^8 uff administrada 45 minutos después de que los ratones fueran inoculados con cepas patógenas de *Enterococcus faecium* resistentes a la vancomicina, permitió la curación del 100% de los animales inoculados. También se pudo comprobar que la curación sólo se producía cuando se usaron aquellas cepas de fago capaces de infectar *in vitro* a la cepa usada en los ratones.

Recientemente Wills et al. (2005) han demostrado la eficacia del uso de bacteriófagos en un modelo experimental en conejos. Estos autores inyectaron subcutáneamente 2×10^9 uff con objeto de prevenir la formación de abscesos cuando introducían simultáneamente *S. aureus* (8×10^7 ufc). No obstante, la fagoterapia también presenta inconvenientes, como el posible desarrollo de resistencias a fagos, la inactivación de las partículas fágicas a su paso por el bazo o incluso la posibilidad de recombinación y transducción de genes de virulencia entre cepas de estafilococos. Por lo tanto, es necesario estudios más profundos sobre el empleo terapéutico de los fagos para que se pueda proponer un uso más generalizado y seguro.

CONCLUSIONES

¿Es la fagoterapia una posible arma frente a *S. aureus*?

Está claro que nos encontramos ante una terapia prometedora que, usada junto con los antibióticos, puede proporcionar un medio muy eficaz para combatir el preocupante problema de las resistencias bacterianas. Podría ser, por lo tanto, una alternativa al uso generalizado de antibióticos en las granjas cunícolas industriales, frente a los graves problemas actuales de estafilococias. No obstante, no deja de presentar inconvenientes técnicos, ya indicados anteriormente; así como sanitarios, ya que estaríamos introduciendo, dentro de las granjas, un agente biológico.

Nuestro grupo, a este respecto, se encuentra trabajando actualmente en la búsqueda *in vitro* de un fago de conejo capaz de infectar cepas de *S. aureus* aisladas de lesiones naturales (mamitis, abscesos,...). No obstante los resultados, aunque esperanzadores, son actualmente preliminares.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está siendo subvencionado por sendos proyectos de investigación (GV05/202) de la Generalitat Valenciana (Consellería de Empresa, Universidad y Ciencia) y PRUCH05/09 de la Universidad Cardenal Herrera-CEU.



BIBLIOGRAFÍA

- FLATT R.E. 1974. Bacterial diseases. En: *The biology of the laboratory rabbit*. Weisbroth, SH; Flatt, RE & Krauss, AK (eds), Academic Press, Nueva York, NY, EE UU; 193-236.
- HERMANS K., DEVRIESE L.A., HAESBROUCK F. 2003. Rabbits staphylococcosis: difficult solutions for serious problems. *Veterinary Microbiology* 91: 57-64.
- SEGURA P., MARTÍNEZ J., PERIS B., SELVA L., VIANA D., PENADÉS J., CORPA J.M. 2006. Staphylococcal infections are the main pathological culling causes of rabbit does in two industrial farms. *Veterinary Record*. (Accepted).
- VANCRAEYNST D., HERMANS K., MARTEL A., VANEECHOUTTE M., DEVRIESE L.A., HAESBROUCK F. 2004. Antimicrobial resistance and resistance genes in *Staphylococcus aureus* strains from rabbits. *Veterinary Microbiology* 101: 245-251.
- WILLS Q., KERRIGAN C., SOOTHILL S. 2005. Experimental Bacteriophage protection against *Staphylococcus aureus* Abscesses in a Rabbit Model. *Antimicrobial Agents and chemotherapy* 49: 1220-1221.

Tabla 1. Resultados microbiológicos obtenidos de diferentes lesiones patológicas asiladas en dos granjas cunícolas industriales.

	Mamitis	Abscesos	Metritis/ Piometris	Neumonía	Mal de patas	Otitis externa	Total
STH	133	46	4	2	14	2	201
PAS	26	13	32	9	1	0	81
STH+PAS	4	4	2	1	2	0	13
STH+OTRO	6	1	1	1	3	1	13
OTROS	0	1	2	0	0	0	3
NO CREC	13	0	3	0	0	0	16
TOTAL	182	65	44	13	20	3	327

* Sth: *S. aureus*; Pas: *Pasteurella*; No crec.: No crecimiento.



Tabla 2. Antibiograma realizado a 87 cepas de *S. aureus* aisladas en 28 granjas cunícolas españolas y 19 cepas de *S. aureus* de explotaciones cunícolas belgas. Se muestran las cepas resistentes y con sensibilidades intermedia, además de las sensibles.

Antibiótico	2001 - 2003		2005 - 2006		Cepas belgas	
	Resistente	Sensible	Resistente	Sensible	Resistente	Sensible
ERI/SPC*	2	35	22	28	0	19
GENTAMICINA	0	37	0	50	0	19
NEOMICINA	0	37	0	50	0	19
PENICILINA G	9	28	4	46	3	16
TETRACICLINA	14	23	15	35	2	17
AMOXICILINA	0	37	0	50	0	19
SULFADIACINA	35	2	46	4	19	0
DOXICILINA	13	24	13	37	2	17
SXT	0	37	0	50	0	19
Total aislados	37		50		19	

* ERI/SPC: Eritromicina/Espiramicina; SXT: Sulfametoxazol Trimetoprim

Tabla 3. Porcentaje de resistencias

Antibiótico	2001 - 2003	2005 - 2006	Cepas belgas	Vancraeynest et al. 2004
ERITROMICINA	5,40%	44%	0	7%
PENICILINA G	24,32%	8%	15,78%	9%
TETRACICLINA	37,83%	30%	10,52%	20%
SULFADIACINA	94,59%	92%	100%	No estudiada
DOXICICLINA	35,13%	26%	10,52%	No estudiada

* ERI/SPC: Eritromicina/Espiramicina; SXT: Sulfametoxazol Trimetoprim

Patología

GESTACIONES ECTÓPICAS, ¿SEGURO QUE NO LAS HAS VISTO?. *Ectopic pregnancy, do you see it?*

Viana, D.; Selva, L.; Segura, P.; Ortega, J. y Corpa, J.M.

Departamento de Atención Sanitaria, Salud Pública y Sanidad Animal (Histología y Anatomía Patológica), Universidad Cardenal Herrera-CEU, 46113 Moncada, Valencia;

Correspondencia: Juan Manuel Corpa Arenas. jmcorpa@uch.ceu.es

RESUMEN

La gestación abdominal se define como la implantación y desarrollo de un óvulo fertilizado o un embrión en la cavidad peritoneal. Se clasifica como gestación abdominal primaria, si no hay evidencia de rotura uterina, y como secundaria, cuando hay rotura uterina. Durante un estudio sobre causas de eliminación de hembras reproductoras en seis granjas de la Comunidad Valenciana se realizó la necropsia a 648 conejas, de las cuáles 35 tuvieron gestaciones abdominales. Un 33'33% no presentaban lesiones en el tracto reproductivo, en el resto se diagnosticaron lesiones agudas o crónicas en el tracto reproductor. Podemos concluir que las gestaciones extrauterinas no son tan inusuales en conejas y que debería considerarse como un diagnóstico más en la patología de las conejas reproductoras. Nuevos métodos en la producción de conejos, tales como la inseminación artificial, son factores a considerar, principalmente cuando se llevan a cabo de forma inadecuada.

ABSTRACT

Abdominal pregnancy is defined as the implantation and development of a fertilized ovum or an embryo in the peritoneal cavity. Although this has been reported in several species, it is considered as a low incidence process. It is classified as a primary abdominal pregnancy, if there is no evidence of uterine rupture, with presumed regurgitation of early embryos from the uterine tube and as a secondary abdominal pregnancy, when there is evidence of uterine rupture. During a necropsy study of 648 adult fertile female New Zealand white rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) from six rabbit farms in Valencia (Spain), the main causes of elimination were studied. Thirty-five abdominal pregnancies were diagnosed. 33.33% animals showed no lesions in their reproductive tract. The remaining 66'66% animals showed acute or chronic lesions in the reproductive tract. The classification as a primary or secondary condition is discussed. It may be concluded therefore that extrauterine pregnancies would not be such an unusual finding in rabbits, and that this premise should be considered in the diagnostic approach when assessing rabbit doe pathology. New husbandry systems in rabbits such as artificial insemination are factors to be considered.

Key words: Abdominal pregnancy, ectopic pregnancy, rabbit doe, artificial insemination.



■ INTRODUCCIÓN

Se conoce por gestación ectópica o extrauterina a toda gestación que ocurre en cualquier lugar distinto del útero. Se distinguen dos tipos de gestaciones ectópicas: la gestación tubárica, ocurre cuando un oocito es fertilizado y permanece en el oviducto, y la gestación abdominal, que indica una implantación en la cavidad peritoneal, aunque normalmente puede emplearse para referirse a cualquier gestación ectópica. Las gestaciones abdominales, aunque infrecuentes, se han descrito en humanos y varias especies de animales como gatos (Johnston et al., 1983), ovejas (Madani et al., 1984), vacas (Hedge et al., 1989), yeguas (Giles et al., 1993), cerdas (Hong et al., 1978), hamsters (Peters, 1982), ratas (Gosden y Russell., 1981) y conejas (Smith et al., 1989).

Atendiendo a las causas que originan la gestación abdominal podemos clasificarlas en primarias o secundarias. Las gestaciones abdominales primarias son aquellas en las que un óvulo fertilizado entra en la cavidad abdominal en vez de continuar por el oviducto, teniendo lugar la gestación fuera del útero. Las gestaciones abdominales secundarias son aquellas que, comenzando en el útero, tienen lugar finalmente en la cavidad abdominal a causa de una rotura en la pared uterina. Durante un estudio sobre las causas de eliminación de hembras reproductoras se encontraron un elevado número de gestaciones abdominales. En el presente trabajo se presenta este elevado número de gestaciones abdominales y se discute su posible relación con los cambios experimentados en la producción de conejos en las últimas décadas, concretamente con respecto a un deficiente protocolo de inseminación artificial (IA).

■ MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudiaron un total de 648 conejas adultas neozelandesas (*Oryctolagus cuniculus*), entre 6 y 34 meses de edad (Tabla 1). Los animales provenían de seis granjas de la provincia de Valencia. Además se completó el número de animales con estudios realizados en matadero. Dos de las granjas (M y P) utilizaban siempre la inseminación artificial, la tercera granja (A) sólo utilizaba la IA en caso de fallar la monta natural. En las tres restantes se desconocía su manejo reproductivo. Se recogieron muestras para su estudio histológico procedentes de útero, oviductos y ovarios. Los tejidos se fijaron en formol tamponado al 10% y se incluyeron en parafina después de deshidratarlos a través de alcoholes de gradación creciente. Posteriormente se hicieron varios cortes de 4 • de cada muestra y se tiñeron con hematoxilina-eosina.

■ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El motivo más frecuente de eliminación de hembras reproductoras de las granjas estudiadas fueron los problemas reproductivos (fallos de fertilidad, bajo instinto maternal, etc). No obstante, la principal causa claramente patológica que provocó la eliminación de las conejas fueron los problemas purulentos de origen estafilocócico, destacando entre ellos la mamitis. Sin embargo entre los 648 animales analizados, 35 mostraban gestaciones abdominales. De ellos, tan sólo 3 manifestaron sintomatología clínica: pérdida de apetito y letargia. La palpación de las masas abdominales no conllevaba muestras de dolor en ningún caso. En el 33.33% de los animales analizados no aparecían signos de hemorragia, lesiones o anormalidades anatómicas del tracto genital (Figura 1). En el 66'66% de las conejas analizadas aparecían lesiones en el tracto genital, clasificándolas en lesiones agudas y crónicas. Las formas agudas se caracterizaron por la presencia de roturas del útero con hemorragias o, más frecuentemente, hematomas organizados (Figura 2). Las formas crónicas aparecían con inflamaciones crónicas debidas a lesiones antiguas en el útero. En este caso, lo más frecuente era una peritonitis fibrosa localizada en la serosa uterina y que generalmente envolvía a los fetos, los cuáles variaban en tamaño (4-8 cm) y en número (1-6). Algunas conejas mostraron fetos unidos al omento y otros



libres en la cavidad abdominal al mismo tiempo, siendo estos últimos más pequeños (4 cm) que los fetos unidos al mesenterio (7 y 8 cm). Todos los fetos estaban momificados y aparecían cubiertos por una membrana serosa lisa y de color amarillo-verdoso. El análisis histológico reveló que los órganos fetales mostraban una moderada autólisis, pero no respuesta inflamatoria. La membrana que envuelve a los fetos estaba compuesta de material eosinofílico homogéneo y fibroblastos con regiones basófilas multifocales (mineralización).

Por tanto, el tipo de gestación abdominal que predominaba es el secundario. Las conejas que no mostraron ningún tipo de alteración en el útero se clasificaron como gestaciones abdominales primarias, aunque también cabría pensar en una rotura y regeneración uterina. Además para ser una gestación abdominal primaria real debe haber placentación en una superficie omental o peritoneal, y tan sólo dos de las conejas la presentaban.

En las últimas décadas, con la llegada de cambios en los sistemas de producción en cunicultura, se ha incrementado el número de gestaciones abdominales. Nos hace pensar que la IA puede ser un factor a considerar, aunque no podemos comparar entre las granjas estudiadas, ya que dos de ellas utilizan de forma habitual la inseminación artificial, la tercera la usaba cuando se producían fallos en la monta natural y de las tres restantes no tenemos datos. Los protocolos de inseminación artificial utilizan tratamientos con PMSG y GnRH. La anormal motilidad tubárica ha sido propuesta como una causa de ectópia y gestaciones heterópicas en mujeres tratadas con gonadotropinas (McBain et al, 1984). Por tanto, sería interesante realizar más estudios sobre este aspecto. Por otra parte, en la inseminación puede dañarse la pared vaginal debido a una deficiente manipulación, pudiéndose producir una rotura posteriormente, como consecuencia de un incremento de la presión durante la gestación causando una gestación extrauterina secundaria. La manipulación durante la inseminación también podría favorecer la caída de un óvulo del ovario a la cavidad abdominal. La fertilización se produciría por la llegada de espermatozoides a través de la pared vaginal o a través del tracto reproductivo, causando una gestación extrauterina primaria.

Como conclusión, podemos decir que las gestaciones extrauterinas probablemente no serían un hallazgo casual si realizásemos de forma habitual necropsias a los animales. Entre las nuevas tecnologías aplicadas a la cunicultura, un protocolo inadecuado de inseminación artificial sería un factor a tener en cuenta, sin olvidar que deben existir otros muchos factores desconocidos y que deben realizarse más investigaciones al respecto.

■ AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido subvencionado por la Universidad Cardenal Herrera-CEU (PRUCH02/25) y la Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación (Generalitat Valenciana).



REFERENCIAS

- PETERS L.J. 1982. Abdominal pregnancy in a golden hamster (*Mesocricetus auratus*). *Lab Anim Sci.* 32: 392-3.
- JOHNSTON S.D., HARISH G., STEVENS J.B., SCHEFFLER H.G. 1983. Ectopic pregnancy with uterine horn encapsulation in a cat. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 183: 1001-2.
- MADANI M.O., TIRGARI M. 1989. Extrauterine pregnancy in a ewe. *Vet. Rec.* 115: 547-8.
- HEDGE D. 1989. Extrauterine fetal development. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 194: 1522.
- GILES R.C., DONAHUE J.M., HONG C.B., TUTTLE P.A., PETRITES-MURPHY M.B., POONACHA K.B. 1993. Causes of abortion, stillbirth, and perinatal death in horses: 3,527 cases (1986-1991). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 203: 1170-5.
- HONG C.C., ARMSTRONG M.L. 1978. Ectopic pregnancy in 2 guinea-pigs. *Lab. Anim.* 12: 243-4.
- GOSDEN R.G., RUSSELL J.A. 1981. Spontaneous abdominal implantation in the rat with development to full term. *Lab. Anim.* 15: 379-80.
- SMITH C.A., STONE D.M., PRIEUR D.J. 1989. Spontaneous profuse superovulation in association with ectopic foetuses in a rabbit. *Lab. Anim. Sci.* 39: 74-7.
- MCBAIN J.C., EVANS J.H., PEPPERELL R.J., ROBINSON H.P., SMITH M.A., BROWN J.B. 1980. An unexpectedly high rate of ectopic pregnancy following the induction of ovulation with human pituitary and chorionic gonadotropin. *Br. J. Obstet. Gynaecol.* 87: 5-9.

Tabla 1. Número de conejas necropsiadas y nº de gestaciones abdominales detectadas en las diferentes granjas estudiadas.

Granja	IA	Nº conejas necropsiadas	Nº gestaciones abdominales
M	Sí	308	24
A	Mixto	242	4
P	Sí	70	4
S1	?	10	1
S2	?	12	1
S3	?	6	1
TOTAL		648	35

IA: Protocolos de inseminación artificial en la granja. ?: Protocolo desconocido.



Figura 1. Tracto genital de coneja intacto mostrando dos fetos a término. Los fetos momificados tienen una estructura ósea bien desarrollada y los órganos parenquimatosos autolíticos.

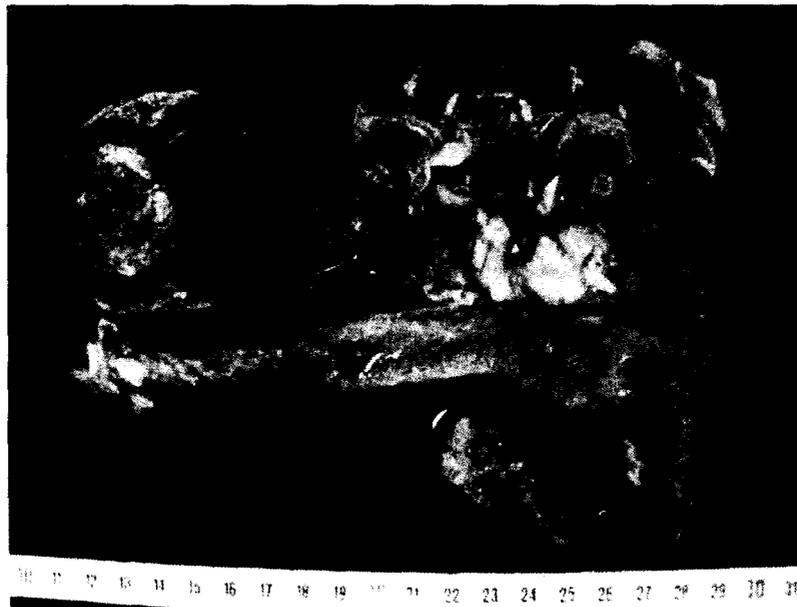


Figura 2. Hematoma localizado en la vagina de una coneja con gestación abdominal.



Mejora de los rendimientos de las explotaciones cunícolas

PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE GAZAPOS: ALGUNOS PUNTOS CRÍTICOS Main components affecting productivity in rabbit breeding

Ernesto Gómez

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias

Apdo. 187. Segorbe. 12400 Castellón

egomez@ivia.es

RESUMEN

Se revisan los principales componentes que afectan a los resultados de productividad, expresada como número de gazapos vendidos por jaula y año: la sobreocupación, la prolificidad, la supervivencia de los gazapos y el intervalo entre partos. En primer lugar se destaca la importancia de disponer de información propia y de comparación. Se incide en la importancia de la genética y el manejo de la alimentación sobre la prolificidad y la vida productiva, además de las consecuencias que tiene sobre la fertilidad y por tanto sobre el intervalo entre partos. Por último se analizan algunas características de ritmos reproductivos extensivos que reducen la productividad individual por unidad de tiempo, pero que podrían compensarse con menores tasas de reposición, menores mortalidades y mayor porcentajes de jaulas polivalentes con nido. Finalmente, se repasan algunos estudios sobre componentes principales en la producción cunícola y de cálculo de pesos económicos.

Palabras clave: Producción gazapos, Fertilidad, Prolificidad, Mortalidad, Ritmo reproductivo

SUMMARY

Main components affecting productivity in rabbit breeding are reviewed. Number of sold kits per female-cage and year are dependent on occupation rate, prolificacy, kit survival and kidding interval. Firstly, importance of own information and synthetic reports about technical and economical management are underlined. Genetics and feeding practices have influence on prolificacy and lifespan having consequences on fertility and, therefore, on the kidding interval. Some characteristics of extensive reproductive rhythms are pointed out. Individual productivity falls down, but it could be compensated with a reduction of the renewal rate, a lower kit mortality and a higher percentage of cages with nest. Finally, studies focused on principal components on rabbit production and estimations of economical weights are revised.

Key words: Kit production, Fertility, Prolificacy, Kit mortality, Reproductive rhythms.

INTRODUCCIÓN

Producimos conejos como actividad económica. El objetivo es vender el mayor número posible de gazapos de peso comercial con el menor coste dadas nuestras concretas condiciones de producción. Nos centraremos en la productividad sin entrar en variaciones de precios (kilo de conejo y kilo de pienso, especialmente), ni de evaluación de tiempos.



La primera opción es, pues, incrementar el número de individuos estándar vendibles. Ello será función del número de conejas que seamos capaces de manejar con nuestras jaulas (sobreocupación), así como de la productividad colectiva de las hembras, habitualmente expresada como número de gazapos destetados por hembra (que se ha cubierto al menos una vez (Rafel, 2003)) y año. Por último, debemos superar la fase de cebo con el máximo aprovechamiento de pienso y la mínima mortalidad. Pero ¿sabemos qué es lo que debemos mejorar? ¿sabe usted cuáles son los aspectos en los que debe centrar sus esfuerzos de mejora? A la primera pregunta es fácil responder si conozco como funciona mi proceso de producción, si tengo datos propios y si hay datos con los que compararme. A la segunda tendremos problemas para contestar, no sirve decir 'en todos'.

Un aumento de productividad suele (como norma general, pero no siempre) reducir el coste de producción, al repartirse los costes fijos entre un mayor número de individuos vendibles.

COMPONENTES DE LA PRODUCTIVIDAD INDIVIDUAL DE HEMBRAS PREÑADAS

Una expresión de la productividad individual por parto sería $Pi1 = NT \times (1-M)$

Siendo $Pi1$ = número de gazapos vendidos en un parto

NT = PROLIFICIDAD como número de gazapos nacidos totales

M = mortalidad, aglutinando la mortinatalidad (MN), la mortalidad perinatal (MP), la del resto de la lactación (ML) y la del engorde (ME)

$(1-M) = (1-MN)(1-MP)(1-ML)(1-ME)$

Vayamos por partes.

NT - PROLIFICIDAD

La prolificidad, o número de nacidos, en un parto se puede expresar como nacidos totales o como gazapos vivos descartando la mortinatalidad. En los últimos años se ha observado en la síntesis de datos de gestión técnico económica en España un aumento de prolificidad asociado a un uso más generalizado de reproductores generados a partir de líneas seleccionadas, alcanzando promedios de más de nueve nacidos vivos (Ramon *et al.*, 2003; Prieto y Gullón, 2005; Rosell y Pérez, 2005). Varios son los factores que afectan a la prolificidad de las conejas.

Genética. Selección.

Es evidente que hay líneas seleccionadas que producen más. Hay programas de selección que llevan en marcha más de 30 años para la mejora del tamaño de camada. La respuesta genética anual es pequeña (0,09 gazapos / año, Baselga (2004)), pero con la ventaja de ser acumulativa. La selección de este carácter es compleja dada su baja repetibilidad (y por tanto heredabilidad) y al hecho de medirse el carácter en un solo sexo. Un ganadero no va a tener respuesta haciendo selección individual, y necesita comprar animales de mayores niveles genéticos.

Ha habido experimentos para la selección indirecta a través de los componentes del tamaño de camada (tasa de ovulación y supervivencia embrionaria) o a través de caracteres semejantes (capacidad uterina, Argente *et al.*, 1997 y Santacreu *et al.*, 2005). También se han utilizado los esquemas de hiperprolíficas, con elevadas intensidades de selección para constituir líneas sintéticas con elevadas prolificidades (Cifre *et al.*, 1998). Las últimas tendencias en la selección de líneas madre tienen como objetivo obtener hembras con vidas productivas más largas (Sánchez *et al.*, 2004) o con menor mortalidad de la descendencia por su mayor homogeneidad de pesos al nacimiento (Garreau *et al.*, 2004).

Genética. Cruzamientos

En los caracteres que tienen que ver con la aptitud tienden a observarse ventajas en los animales cruzados respecto al promedio de las poblaciones parentales, con mejores supervivencias de los gazapos cruzados (heterosis individual), así como mayores prolificidades de las hembras cruzadas. Esta ventaja puede ser reducida (ver Tabla 1), aunque en campo hay trabajos que informan de heterosis de hasta un 20% en el número de destetados (Brun y Saleil, 1994). Koehl y Bouvarel (1994) ya confirmaban la superioridad trabajando con 'híbridas' para fertilidad, prolificidad y viabilidad de gazapos. También parece existir heterosis para la longevidad (Piles *et al.*, 2006).

Por el contrario, la falta de animales de reposición y los excesos en autorreposición conllevan importantes caídas de la producción, aunque suelen ser prácticas comunes en momentos de crisis sanitarias o de precios de venta (Gullón *et al.*, 2002). La importancia de la reposición para presionar y forzar la eliminación de hembras es del mismo grado en manejos individuales para eliminar hembras poco productivas que en manejos por lotes, para evitar huecos por repeticiones (Gómez, 2003).

Tabla 1.- Número de nacidos vivos y tamaño de camada al destete en dos líneas y en las correspondientes hembras cruzadas

	Nacidos vivos	Nº destetados
Línea 1	9,4	7,6
Línea 2	8,5	7,3
Cruzadas 1x2	9,4	7,8
Cruzadas 2x1	9,4	7,7

Fuente: (Orengo, 2003)

Es necesaria la planificación de la reposición, en términos de suficiente número de animales y de calidad genética y sanitaria contrastadas. El uso de abuelas y abuelos (animales o semen) de líneas maternas diferentes que producen las madres cruzadas (llamadas mestizas o mal llamadas híbridas) es una solución de multiplicación con garantías sanitarias y coste razonable. Un esquema de cruzamiento a tres vías ha sido la firme propuesta impulsada desde la Universidad Politécnica de Valencia y el I.R.T.A. (organismos españoles con programas de selección) (Baselga, 2004).

Recría y Edad a la primera cubrición

Si cubrimos a edad temprana penalizamos la vida útil y se aumenta la mortalidad en el primer parto (Torres y Torres, 1996), pero no vale la pena esperar más allá de los cuatro meses y medio si trabajamos con animales de formato medio.

La restricción de la alimentación de las conejas durante la recría permite aumentar la capacidad de ingestión de las conejas en la primera lactación con mayor número de nacidos vivos (Rommers, 2003). Según Pascual *et al.* (2002), la recría con raciones fibrosas favorece la ingestión durante la lactación, produciendo más leche y destetando camadas más pesadas (Cervera *et al.*, 2001), aunque no afecta al tamaño de camada o a las bajas durante lactación.

Relación positiva fertilidad / prolificidad

En monta natural, asumiendo que controlamos la receptividad, las conejas que presentan más repeticiones (3 cubriciones) tienden a tener menor tamaño de camada (-0,4 gazapos) que las que sólo tuvieron una cubrición o dos, salvo en las de primer parto en que no se apreciaron diferencias (Gómez, resultados no publicados).

En inseminación, al asegurar la ovulación, bajas fertilidades del lote suelen ir asociadas con menores tamaños de camada, por problemas de calidad espermática, como puede ocurrir en procesos de congelación-descongelación (Mocé *et al.*, 2003).

Monta / IA.

Se han descrito problemas de prolificidad con el uso de machos que presentaban problemas de fertilidad o defectos genéticos, pero más aún en inseminación cuando las dosis presentaban bajas concentraciones (p.ej. menores de 4 millones/ml, Viudes de Castro y Vicente, 1997) o problemas de conservación (p.ej. refrigerado a más de 72 horas, López y Alvariño, 1998) o graves errores de aplicación de las dosis (Segura *et al.*, 2004). En los centros de inseminación se deben verificar los parámetros de calidad seminal antes de la expedición de las dosis y, si fuera posible, a pie de granja, dada su relación con la fertilidad (Lavara *et al.*, 2005).

Efectos estacionales y condiciones de los alojamientos

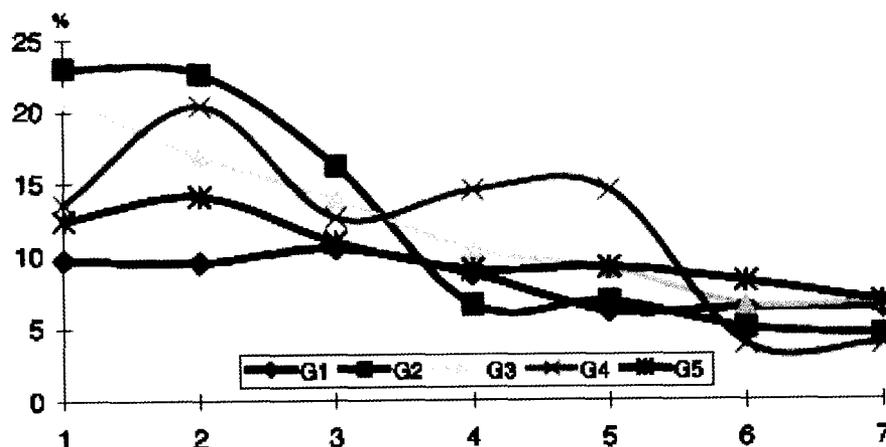
Se puede observar variación en los tamaños de camada relacionada con el período (estación del año), principalmente debido a causas térmicas: exceso de calor en verano, frío en invierno y saltos térmicos diarios puntuales en otoño y primavera. Todos ellos provocan reabsorciones embrionarias, pérdidas fetales o ambas (Rosell, 2000).

El control de la temperatura requiere buena calidad en el aislamiento (especialmente en cubiertas) y ajustes de ventilación (ya sea natural o forzada), además de sistemas de calefacción y de refrigeración (p.ej. paneles evaporativos).

Nº parto (y edad)

Los cunicultores saben bien que las conejas tienden a producir tamaños de camada menores en sus primeros partos. La prolificidad media puede parecer aparentemente baja cuando la tasa de reposición es muy alta, al ser mayor el porcentaje de primeros partos en la explotación. Se puede descubrir de un vistazo separando los datos de primeros partos del resto. Pueden existir diferencias notables entre granjas en la distribución del número de partos que alcanzan las conejas (ver Figura 1).

Figura 1.- Porcentaje de hembras según número de partos acumulado en cinco granjas comerciales (Barceló, 1999)



Si es posible, debería darse un trato especial a las hembras de primer parto, dado el balance energético y mineral negativos durante la lactación agravado con una gestación, recomendándose, incluso, la cubrición postdestete (Xiccato, 1996). Aunque Fortun-Lamothe y Bolet (1998) no encontraban relación entre el estado corporal o el balance energético de las primíparas y su comportamiento reproductivo en segunda gestación (ni en tasa de ovulación ni en supervivencia fetal). El solape gestación-lactación conlleva una menor producción de leche (Parigi-Bini y Xiccato, 1993), penalizando la supervivencia y el crecimiento de los gazapos. Se puede producir un efecto negativo sobre la segunda camada tras primeras camadas muy prolíficas. Con datos de una línea seleccionada por crecimiento (Gómez *et al.*, 2000), la regresión lineal era positiva entre primero y segundo parto con nacidos vivos hasta 9 (+ 0,22) y era negativa considerando los que tenían primeros partos con 10 o más gazapos (- 0,18).

Efecto alimentación

Dada la importancia de este aspecto, se ha organizado en este mismo simposio una sesión sobre **Alimentación de la coneja reproductora**.

En lactación y, sobretudo si se solapa con gestación, se produce un balance negativo de lípidos, energía y minerales, con aumento del porcentaje de agua de la coneja (Parigi-Bini y Xiccato, 1993). Ello puede conllevar consecuencias nefastas sobre el tamaño y peso de la camada al nacimiento en el siguiente parto (más de un gazapo vivo) y viabilidad de dichas camadas, al presentar los gazapos menos depósitos grasos.

Sanidad hembras

En la revisión previa a la monta o inseminación deben eliminarse los animales con signos clínicos, mamitis y mal de patas, entre otros (Rosell, 2003).

(1-M) - SUPERVIVENCIA

El mayor número de bajas se produce en los primeros días de vida de la camada, normalmente relacionado con problemas de los gazapos (inanición, falta de vigor y problemas de termorregulación, un 52% de las bajas de nacidos vivos según Rosell (2005)), de comportamiento de la madre (canibalismo, abandono) o patológicos (mamitis o baja producción láctea según Torres *et al.* (1978)). La correlación entre número de nacidos totales y mortinatalidad (%) es casi nula (-0,08), y es baja la correlación entre número de nacidos vivos y la mortalidad durante la lactación (+0,12). Ya hemos indicado que los gazapos cruzados tienen mayores supervivencias. Un buen manejo del nidal previo al parto y la revisión diaria del mismo es fundamental. La lactancia controlada puede reducir la mortalidad en la primera semana, aunque no observan diferencias a favor ni Le Normand *et al.* (1994) ni Baumann *et al.* (2005).

Son también muy recomendables las prácticas preventivas frente a tiña y estafilococias, sin incurrir en excesos de dosificación. Las hembras que reciben piensos ricos en energía en el preparto y durante la lactación presentaban menores pérdidas de gazapos durante la primera semana de lactación (Quevedo *et al.*, 2005). En este mismo simposio se dedica una sesión a Estrategias de manejo del nido.

ABORTOS. ELIMINACIÓN / MORTALIDAD CONEJAS

Desde el punto de vista de la gestión técnica un aborto es un suceso que provoca, además de la falta de parto, el alargamiento del intervalo entre partos. También la eliminación de hembras preñadas o muertas durante la gestación o al parto suponen una merma importante de productividad de la granja.

Consideramos vida útil de una coneja el período desde la primera monta hasta el último destete. Si aumenta, se reduce la tasa de reposición necesaria, por lo que habrá menor porcentaje de primeros partos. La tasa de reposición baja sólo tiene sentido si se mantiene la productividad de las hembras con la edad y no es por un defecto de efectivos en la recría. La propia presión de la reposición al alcanzar la edad del primer servicio deberá provocar la eliminación de conejas con criterios sanitarios y técnicos (que deberían ser los principales).

■ TEMPUS FUGIT. PRODUCTIVIDAD POR UNIDAD DE TIEMPO

No sólo basta producir en un parto, puesto que al definir la productividad ya hemos indicado la importancia de la componente temporal. Necesitamos abordar un tema importante como es el intervalo entre partos o duración del ciclo reproductivo, entendido como número de días entre partos (o mejor aún, destetes). Podemos expresar la productividad anual como la productividad colectiva multiplicada por el número promedio de partos o, lo que es igual, a la duración del año dividido por el intervalo promedio entre partos

$$P = PIC \times NPP = Pi1 \times 365/IPP$$

Básicamente, el intervalo promedio entre partos (IPP) está relacionado con:

- tiempo desde el parto hasta el primer servicio (monta o inseminación) (IPI)
- número de repeticiones del servicio (n), relacionado con fertilidad, con manejo reproductivo o con ambos.
- intervalo entre fechas de servicio (DEL), relacionado con la organización de lotes.
- duración de la gestación (DG), poco modificable. Únicamente podemos decir que tienden a parir antes las camadas numerosas.
- Abortos. Alargan el intervalo entre dos partos productivos.

$$IPP = (IPI + n \text{ DEL} + DG) \times (1 + 2 \cdot \text{abortos} + \text{otras})$$

En la Tabla 2 aparece la duración teórica de los intervalos entre partos en una coneja en función del ritmo (desde intensivo posparto hasta extensivo a 25 días) y en función del intervalo entre servicios sucesivos, así como de que quede preñada a la primera o que requiera de 1 o 2 repeticiones. Lógicamente los intervalos mínimos corresponden a la monta posparto y, por tanto, también el mayor número de partos teóricos por unidad de tiempo.

Tabla 2.- Duración del intervalo teórico entre partos según el ritmo reproductivo, el intervalo entre servicios y si la hembra repite (No - 1- 2)

Intervalo entre servicios					
	Diario	Semanal	Dos semanas	Tres semanas	Seis semanas
Ritmo	No - 1- 2	No - 1- 2	No - 1- 2	No - 1- 2	No - 1- 2
0-4	35-49-63	35-49-63	35-49-63	35-56-77	35-77-119
11	42-56-70	42-56-70	42-56-70	42-63-84	42-84-126
18	49-63-77	49-63-77	49-63-77	49-70-91	49-91-133
25	56-70-84	56-70-84	56-70-84	56-77-98	56-98-140

Tabla 3 .- Intervalo realista entre partos y partos por año en función del ritmo reproductivo, la fertilidad como tasa de partos (70-80-90 %) y el intervalo entre servicios (asumiendo palpación a 2 semanas, una tasa de abortos + pérdidas del 4% y que una coneja no aborta dos veces).

		Intervalo entre servicios				
		Diario	Semanal	2 semanas	3 semanas	6 semanas
Ritmo	<i>Partos/año</i>	70-80-90	70-80-90	70-80-90	70-80-90	70-80-90
0-4	6,6-9,4	44-41-39	44-41-39	44-41-39	47-43-40	55-49-43
11	5,8-7,8	51-49-47	51-49-47	51-49-47	54-51-48	63-56-50
18	5,1-6,6	59-57-55	59-57-55	59-57-55	62-58-55	71-64-58
25	4,7-5,9	66-64-62	66-64-62	66-64-62	69-66-63	78-71-65
	<i>Partos/año</i>	5,5-9,4	5,5-9,4	5,5-9,4	5,3-9,1	4,7-8,5

A la vista de la Tabla 3, los intervalos entre partos son mayores al pasar de un manejo semi-intensivo (11días) a uno semi-extensivo cubriendo a 18 días, incluso con importantes aumentos de la fertilidad. En el caso de trabajar con dos lotes, sería posible la equivalencia pasando de un 70 a un 95% de fertilidad. Es por tanto, casi imposible compensar por esta vía la productividad por hembra y por unidad de tiempo.

Podemos definir la fertilidad como la probabilidad de que la coneja quede gestante (fertilidad aparente o apreciada a la palpación) o produzca un parto (fertilidad real) tras un servicio (monta o inseminación). Para la fertilidad real no cuentan ni los abortos ni las bajas / eliminaciones de hembras fértiles, ni los errores de palpación. Se considera normal una diferencia de 5-7 puntos entre ambas (Rosell, 2000). La fertilidad es, sin duda, una de las claves del éxito en una explotación, y más cuando se reduce el número de bandas.

Desde el punto de vista de la mejora, la componente genética de la fertilidad es muy baja y, por tanto, la selección sería posible pero con respuestas muy lentas por generación (Piles *et al.*, 2005). De algunos aspectos relacionados con la alimentación ya hemos comentado algunos resultados en el apartado de prolificidad, además de recomendar la comunicación **Alimentación de la coneja reproductora**.

También el estado sanitario está relacionado con la fertilidad. Las enfermedades respiratorias y digestivas y el mal de patas reducen el éxito de gestaciones y de nacidos vivos (Rosell, 1996b; Rosell, 2003). Otros factores de riesgo para la fertilidad son las situaciones de estrés, los extremos en las condiciones ambientales (calor, humedad, frío, corrientes de aire), así como el fotoperíodo. Un programa de iluminación 16:8 favorece la receptividad y aumenta el tamaño de camada al nacimiento y al destete, mientras que en el programa 8:16 la fertilidad aumenta (unos 7 puntos más según Theau-Clément y Mercier, 2004).

Duración lactación / Ritmo reproductivo

Surdeau *et al.* (1978) o Perrier *et al.* (1982) compararon la fertilidad en monta posparto y monta a 10-11 días sin encontrar diferencias, con un gazapo nacido más y una reducción en el intervalo entre partos con monta posparto, aumentando la tasa de reposición de hembras. Se da por abandonada esta práctica de manejo reproductivo.

Los intervalos parto-servicio mayoritariamente utilizados en la actualidad son los que generan un intervalo teórico entre partos de 42 días, o lo que es lo mismo con servicio a 11 días (82,2% según Rosell (2005). La edad de destete es variable, entre 28 y 38 días.



Sin embargo, estamos asistiendo a un cambio de tendencia . Por un lado numerosos trabajos relacionados con destetes precoces (Xicatto *et al.*, 2004), por otro granjas que mutan pasando a ritmos extensivos de 18 días, o incluso 1 semana más, permitiendo destetes a edades mayores de 40 días. Lógicamente, este hecho supone un alargamiento del intervalo entre partos, que puede verse aún más agravado si se amplía el intervalo entre bandas, reduciendo el número posible de partos anuales por coneja. Las ideas que han promovido este cambio (Marco, 2005) han sido:

- Reducir la tasa de renovación anual aumentando la vida productiva de las reproductoras, así como reducir la mortalidad de gazapos.
- Disminuir los problemas de enteropatía en cebadero al destetar gazapos menos inmaduros, que pueden pasar a consumir piensos menos 'seguros' (y más baratos).
- Con servicios a 18 días, aún inseminamos en el pico de lactación y la edad de destete aún puede conllevar riesgo de EEC. 2 bandas a 24-25 días.
- Con servicios a 25 días y 2 bandas de hembras a 28 días es posible destetar a edades mayores de 40 días. Si se trabaja con tres departamentos, es posible hacer vacío sólo en el departamento de engorde si destetamos gazapos o son posibles vacíos en los tres departamentos si destetamos hembras.
- Las jaulas polivalentes deben permitir la convivencia de hembra y camada hasta mayores pesos de los gazapos.
- En el mismo espacio podemos disponer de mayor porcentaje de jaulas-nido.
- Tiene sentido en explotaciones que no van bien: problemas mortalidad en engorde.

CEBO. De la madre a la venta

El porcentaje que sobre el total del coste de producción supone la alimentación es del 49-53% (Leyún (1994) y Rosell (1995) citados por Rosell (1996)), especialmente centrada en la fase de cebo. La rentabilidad de un engorde se basa en la supervivencia de los gazapos y en el aprovechamiento de pienso.

Normalmente, el índice de conversión se expresa como resultado global, calculando el cociente entre el total de kilogramos de pienso consumidos en la explotación y número de kilogramos de gazapos vivos vendidos. En granjas medianas, una décima de diferencia puede representar varias toneladas de pienso. Diferentes autores (García *et al.*, 2002; Ramon *et al.*, 2004; Rosell y Pérez, 2005) han recogido las mejoras producidas en este índice según los programas de gestión técnica. Este índice sintético recoge tanto la fase de engorde como la parte relacionada con la productividad de las hembras.

Se han realizado numerosísimos trabajos sobre la nutrición en esta fase de la vida del gazapo, al ser la fase de mayor consumo de pienso en las explotaciones y la de mayores pérdidas económicas por episodios de enteropatía. Tras el trabajo de Gidenne *et al.* (2003), algunos estudios se han orientado al racionamiento de pienso, directa o indirectamente mediante restricción de acceso al agua (Verdelhan *et al.*, 2004).

En los últimos años hemos asistido a la insistencia en la recomendación de realizar vacíos sanitarios para mejorar el estado sanitario de las explotaciones. Un vacío sanitario efectivo precisa de una escrupulosa limpieza, seguida de una tajante desinfección y de algunos días de descanso (2-7 días) para el departamento. A primera vista puede parecer que se penaliza así la productividad de la instalación y, de hecho es así, si no existieran problemas patológicos que precisaran de esta operación preventiva. Son las granjas tipo dúo las que mejor se adaptan al vacío sanitario (Rosell, comunicación personal).



VISIONES NUMERICAS

La intención inicial de esta comunicación era emular la labor de análisis desarrollada en trabajos como los de Paillole (1986) o Koehl y Amand (1990), que analizaban los resultados de gestión técnica de diferentes explotaciones, ya para detectar los puntos débiles de las explotaciones, ya para poner en evidencia las estrategias de aumento del margen, o mejorando la productividad de la hembra, o intensificando el manejo. En aquel momento, la tendencia era esta última, incluso asociada a una reducción del potencial técnico y un aumento de las tasas de mortalidad (1981-1983).

También analizando datos de gestión, ya a principios de los 90, Roustan (1992), propuso una expresión trabajando con datos de la RENALAP relacionando los componentes de la productividad por jaula (Y):

$$Y = 0,45 X1 + 8,1 X2 + 7,2 X3 - 0,77 X4 - 0,75 X5 - 96$$

Siendo:	X1 = Tasa de sobreocupación	(40%)
	X2 = Partos por hembra y año.	(23%)
	X3 = Gazapos nacidos por camada.	(9%)
	X4 = Mortalidad nacimiento-destete.	(7%)
	X5 = Mortalidad al engorde	(8%)

Una expresión similar, con datos del programa GESCON (García *et al.*, 2002), y tomando la evolución de los índices, quedaría como:

$$Y = 0,28 X1 + 5,2 X2 + 12,1 X3 + 0,75 X4 - 1,49 X5 - 124$$

Siendo también los componentes cuya variación es más explicativa la de la sobreocupación, seguido de la prolificidad y de la mortalidad en el engorde (Gómez, datos no publicados).

Con otras perspectivas, Armero y Blasco (1992) estimaron los pesos económicos de diferentes caracteres a utilizar en un índice de selección. Ellos utilizaron de entre las funciones de beneficio la de INGRESOS-COSTES. Con los datos de 1991, el aumento de un parto más al año suponía un peso de +16,5 €, el aumento del tamaño de camada en un gazapo suponía un incremento de +12,8 €, la reducción de 0,1 unidades del índice de conversión +1,43 € y el aumento de 1 g/d en la velocidad de crecimiento supondría +1,13 €.

Una comparación mejor de los pesos económicos podría hacerse a igualdad de variación producida (por ejemplo el 10% de una desviación estándar del carácter). Así, una variación de +0,3 gazapos por parto, supondría un aumento de 3,8€, una reducción del índice de conversión de 0,04 puntos un aumento de 0,58 €, y un aumento de la velocidad de crecimiento de 0,8 g/d un peso de 0,90 € (a partir de Armero y Blasco (1992) y Orengo (2003)).

CONCLUSIONES

Es necesario disponer de información veraz sobre la situación de la granja, así como de valores de comparación calculados a partir de explotaciones con similar sistema de producción. **Hay que fomentar los grupos de gestión técnico económica.**

Se precisan tasas de sobreocupación mayores del 120% para empezar a ser competitivo y para alcanzar productividades por jaula que nos permitan poder aumentar la rentabilidad de la explotación. Valores altos de sobreocupación pueden ser compatibles con menores fertilidades.



La fertilidad es más importante al reducir el número de bandas y al extensificar el ritmo reproductivo. Un aumento de fertilidad del 10% reduce el intervalo entre partos 2 días en monta semanal, 6 días en banda única a 42 días y 3 días en 2 bandas de 55-56 días. **No se conoce con detalle ni la evolución de la fertilidad ni de la prolificidad en el tiempo tras el parto**, que podría permitir maximizar la productividad por servicio. (ver **MANEJO DE LA CUBRICIÓN PARA OPTIMIZAR RESULTADOS PRODUCTIVOS**)

Las mejoras en prolificidad deben venir de la mano del uso de hembras cruzadas. Los programas de mejora siguen avanzando en la mejora genética del tamaño de camada (ver **MORTALIDAD EMBRIONARIA**). Es necesario poner en práctica los avances en nutrición, tanto durante el período de recría como hasta alcanzar el final de la primera lactación (ver **ALIMENTACIÓN DE LA CONEJA REPRODUCTORA**).

Para reducir la mortalidad en el nido, además de los avances en nutrición de las madres, hemos de conjugar las prácticas de lactancia controlada y homogeneización de camadas. (ver **ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL NIDO**).

La tendencia que parece existir retrasando el ritmo reproductivo y aumentando la edad de destete no se explica en términos de fertilidad o prolificidad ni de productividad individual de las hembras, sino que se asienta en un mejor aprovechamiento de las jaulas polivalentes, al poder trabajar con una sola banda de cebo y una menor mortalidad de los gazapos en engorde por su mayor madurez al destete, además de permitir un mayor número de jaulas con nido en las mismas instalaciones.

Hay mucho que decir sobre el período de cebo. Con objeto de reducir la mortalidad de gazapos en este período hay diferentes experiencias con restricción de agua / pienso durante el engorde con resultados prometedores.

Se precisa un mayor número de **estudios con datos reales sobre cuáles son los factores** cuya variación permite explicar mejor las diferencias de rendimientos entre las explotaciones.

Finalmente, no podemos olvidar otros aspectos que conlleva nuestra actividad, como la necesidad de activar todos los mecanismos de prevención para evitar una crisis de seguridad alimentaria, con sistemas de trazabilidad que van a seguir avanzando técnicamente. Las explotaciones deben protegerse del medio ambiente en igual medida que debemos proteger al medio ambiente de nuestras explotaciones. Por último, hemos de hablar de la satisfacción del consumidor que, aunque generalmente ignorante, exige que se cumplan las normativas de bienestar animal en granja con tanto rigor como las normativas de higiene en los mataderos homologados.

■ AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, al comité de lectores afortunados por mejorar la redacción y el contenido de este trabajo. A C. Torres por convertirme en gestor, a O. Rafel por enseñarme lo que es una jaula, a J. Ramon por inculcarme la productividad por unidad de tiempo, a J. Orenge por hacerme creer que le enseñaba y a J. Rosell por saber leer y escribir buscando precisión y exactitud. Finalmente, a algunos cunicultores anónimos que debieran ser protagonistas por la propuesta y adopción de mejoras técnicas o de manejo previamente a su constatación y contrastación científico-técnica.



■ BIBLIOGRAFÍA

- ARGENTE M.J., SANTACREU M.A., CLIMENT A., BOLET G., BLASCO A. 1997. Divergent selection for uterine capacity in rabbits. *Journal of Animal Science* 75: 2350-2354.
- ARMERO Q., BLASCO A. 1992. Economic weights for rabbit selection indices. *Journal of Applied Rabbit Research* 17: 637-640.
- BARCELÓ S. 1999. Estudi dels paràmetres reproductius de dos tipus genètics de conilles en condicions de camp: la línia PRAT y la creuada VERDE x PRAT. *Treball Final de Carrera*. ESAB. Universitat Politècnica de Catalunya.
- BASELGA M. 2004. Genetic improvement of meat rabbits. Programmes and diffusion. *Proc. 8th World Rabbit Congress*, Puebla, México, 1-13.
- BAUMANN P., OESTER H., STAUFFACHER M. 2005. Effects of temporary nest box removal on maternal behaviour and pup survival in caged rabbits. *Applied Animal Behaviour Science* 91: 167-178.
- BRUN J.M., SALEIL G. 1994. Une estimation de l'heterosis sur les performances de reproduction entre les souches de lapin INRA A2066 et A1077. *6èmes Journées de la Recherche Cunicole*, La Rochelle, I: 203-207.
- CERVERA C., COSTERA A., MOYA J., FERNÁNDEZ-CARMONA J., PASCUAL J.J. 2001. Utilización de piensos de alfalfa en la recría de conejas reproductoras. *XXVI Symposium de Cunicultura*. Aveiro, Portugal. 156-163.
- CIFRE J., BASELGA M., GARCÍA-XIMÉNEZ F., VICENTE J.S. 1998. Performance of a hyperprolific rabbit line. I - Litter size traits. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 115: 131-138.
- FORTUN-LAMOTHE L., LEBAS G. 1998. Relations entre le format, l'évolution des reserves corporelles et les performances de reproduction chez la lapine primipare: Comparaison de deux types génétiques. *7èmes Journées de la Recherche Cunicole*, Lyon, 27-30.
- GARCÍA L., GIL M., PICOT A., SERRA A., SIN E. 2002. *Gestión Cunicola 2002*. Informaciones Técnicas. Departamento de Agricultura de la Diputación General de Aragón, nº 118.
- GARREAU H., PILES M., LARZUL C., BASELGA M., ROCHAMBEAU H de 2004. Selection of maternal lines: last results and prospects. *Proc. 8th World Rabbit Congress*, Puebla, México, 14-24.
- GIDENNE T., FEUGIER A., JEHL N., ARVEUX P., BOISOT P., BRIENS C., CORRENT E., FORTUNE H., MONTESSUY S., VERDELHAN S. 2003. Un rationnement alimentaire quantitative post sevrage permet de réduire la fréquence des diarrhées, sans dégradation importante des performances de croissance: résultats d'une étude multi site. *10èmes Journées de la Recherche Cunicole*, Paris, 29-32
- GÓMEZ E.A., SILVESTRE M.A., SALVADOR I., VIUDES DE CASTRO M.P. 2003. Gestión técnica económica: ¿de nuevo?. *Boletín de Cunicultura* 130: 6-12.
- GULLÓN J., PRIETOM.C., VEGA M.D. 2002. COGAL 2001: Gestión Técnica y Económica. *Boletín de Cunicultura* 122: 17-20.
- KOEHL P.F. 1994. Etude comparative d'élevages cunicoles à haute et faible performances. *6èmes Journées de la Recherche Cunicole*, La Rochelle, Vol 2: 481-485.
- KOEHL P.F., BOUVAREL I. 1994. Conditions de production des élevages de lapins en France. Relations avec les performances obtenues. *6èmes Journées de la Recherche Cunicole*, La Rochelle, Vol 2:491-498.
- LAVARA R., MOCÉ E., LAVARA F., VIUDES DE CASTRO M.P., VICENTE J.S. 2005. Do parameters of seminal quality correlate with the results of on-farm inseminations in rabbits? *Theriogenology* 64: 1130-1141.



- LE NORMAND B., JEGO P., MAICHE N. 1994. Interet de l'allaitement contrôlé en élevage cunicole. *6èmes Journées de la Recherche Cunicole*, La Rochelle, Vol 2: 499-504.
- LÓPEZ F.J., ALVARIÑO J.M.R. 1998. Artificial insemination of rabbits with diluted semen stored up to 96 hours. *World Rabbit Science* 6: 251-253.
- MARCO M. 2005. Ritmos reproductivos alternativos orientados a una mayor seguridad digestiva en cebadero. *Jornadas Profesionales Cunicultura 2005*, Alboraya, Valencia, 9.1-9.9.
- MOCÉ E., VICENTE J.S., LAVAR R. 2003. Effect of freezing-thawing protocols on the performance of semen from three rabbit lines after artificial insemination. *Theriogenology* 60: 115-123.
- ORENGO J. 2003. Optimización del cruzamiento a tres vías en la producción de carne de conejo. *Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, España*.
- PARIGI-BINI R., XICATTO G. 1993. Recherches sur l'interaction entre alimentation, reproduction et lactation chez la lapine: une revue. *World Rabbit Science* 1: 155-161.
- PASCUAL J.J., FERNÁNDEZ-CARMONA J., CERVERA C. 2002. A feeding programme for young rabbit does based on lucerne. *World Rabbit Science* 10: 7-13.
- PILES M., RAFEL O., RAMON J., VARONA L., 2005. Genetic parameters of fertility in two lines of rabbits with different reproductive potential. *Journal of Animal Science* 83: 340-343.
- PILES M., SANCHEZ J.P., ORENGO J., RAFEL O., RAMON J., BASELGA M. 2006. Crossbreeding parameter estimation for functional longevity in rabbits using survival analysis methodology. *Journal of Animal Science* 84: 58-62.
- PRIETO M.C., Gullón J. 2005. Gestión Técnico Económica. *COGAL* 33-35.
- QUEVEDO F., CERVERA C., BLAS E., BASELGA M., COSTA C., PASCUAL J.J. 2005. Effect of selection for litter size and feeding programme on the performance of young rabbit females during rearing and first pregnancy. *Animal Science* 80: 161-168.
- RAFEL O. 2003. Gestión técnico económica en granjas de conejos en España. 25 años de resultados. Pasado, presente y futuro. *Boletín de cunicultura* 132: 4-21.
- RAMON J., RAFEL O., PILES M. 2003. GTE 2001: Resultados de gestión en España. *Boletín de Cunicultura* 130:13-15.
- RAMON J., RAFEL O., PILES M. 2004. Resultados de gestión en España. GTE 2002. Algo falla. *Boletín de Cunicultura* 133:24-28.
- ROMMERS J. 2003. Strategies for rearing of rabbit does. Tesis Doctoral. Wageningen, Holanda.
- ROSELL J.M. 1996a. Situación actual y perspectivas de la cunicultura. (en Buxadé (1996) *Producciones Cunicola y Avícolas alternativas*). Ed Mundi-Prensa, Madrid.
- ROSELL J.M. 1996b. Higiene y patología en cunicultura. (en Buxadé (1996) *Producciones Cunicola y Avícolas alternativas*). Ed Mundi-Prensa, Madrid.
- ROSELL J.M. 2000. Enfermedades del conejo. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- ROSELL J.M. 2003. Health status of commercial rabbitries in the Iberian peninsula. A practitioner's study. *World Rabbit Science* 11: 157-169.
- ROSELL J.M. 2005. The suckling rabbit: health, care and survival. A field study in Spain and Portugal during 2003-2004. Proc. 4th International Conference on Rabbit Production in Hot Climates, Egipto, 1-9.
- ROSELL J.M., PÉREZ M.J. 2005. Resultados de gestión técnica 2004. *Cunicultura* 177: 295-297.



- ROUSTAN A. 1992. Systèmes de gestion technique et coûts de production. Séminaire approfondi sur les systèmes de production de viande de lapin. 1992. CIHEAM-IAMZ. Valencia, España.
- SÁNCHEZ J.P., BAEAGA M., DUCROCQ V. 2004. Estimation of the correlation between longevity and litter size. Proc. 8th World Rabbit Congress, Puebla, México, 163-168.
- SANTACREU M.A., MOCÉ M.L., CLIMENT A., BLASCO A. 2005. Divergent selection for uterine capacity in rabbits. II. Correlated response in litter size and its components estimated with a cryopreserved control population. Journal of Animal Science 83: 2303-2307.
- SEGURA P., PERIS B., MARTÍNEZ J., ORTEGA J., CORPA J.M. 2004. Abdominal pregnancies in farm rabbits. Theriogenology 62: 642-651.
- SURDEAU P., PERRIER G., SARTORIO J.M., VALENTIN D. 1978. Comparaison de deux rythmes de reproduction chez le lapin de chair. Premiers résultats. 2èmes Journées de la Recherche Cunicole, Toulouse, Comm. 20.
- THEAU-CLEMENT M., MERCIER P. 2004. Influence of lighting programs on the productivity of rabbit does of two genetic types. Proc. 8th World Rabbit Congress, Puebla, México, 358.
- TORRES A., FRAGA M.J., DE BLAS C. 1978. Crecimiento en gazapos lactantes. Anales del INIA, Producción Animal 9: 29-40
- TORRES C., TORRES R. 1996. Manejo en cunicultura. (en Buxadé (1996) Producciones Cunícola y Avícolas alternativas). Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- VERDELHAN S., BOURDILLON A., MOREL-SAIVES A. 2004. Effect of a limited access to water consumption, feed intake and growth of fattening rabbits. Proc. 8th World Rabbit Congress, Puebla, México, 1015-1021.
- VIUDES DE CASTRO M.P., VICENTE J.S. 1997. Effect of semen count on the fertility and prolificacy rate of meat rabbits. Animal Reproduction Science 46: 313-319.
- XICATTO G. 1996. Nutrition of lactating does. Proc 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France, I: 29-46.
- XICATTO G., TROCINO A., SARTORI A., QUEAQUE P.I. 2004. Effect of parity order and litter weaning age on the performance and energy balance of rabbit does. Livestock Production Science 85: 239-251.



Mejora de los rendimientos de las explotaciones cunícolas

MANEJO DE LA CUBRICIÓN PARA OPTIMIZAR LOS RESULTADOS PRODUCTIVOS

Mating management to improve productive results.

Pilar García Rebollar

P.Titular de U.

Dpto. de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

RESUMEN

Actualmente en cunicultura, la inseminación artificial ha mejorado sensiblemente el manejo reproductivo de grandes grupos de hembras. El sistema reproductivo elegido (intensivo, semi-intensivo) influye directamente sobre los parámetros reproductivos ya que el intervalo parto-inseminación fértil obtenido en las explotaciones, está afectado por el estado fisiológico de lactación de las conejas. Además, durante este proceso, las conejas sufren graves pérdidas de energía que afectan a su función reproductiva. En diversos estudios se han aplicado estrategias nutricionales, ritmos menos intensivos o destetes precoces para reducir el déficit energético, sobre todo en conejas primíparas. Pero son necesarios estudios multidisciplinarios (que incluyan estrategias desde el punto de vista genético, nutricional, de manejo, de sincronización de celos, etc) para reducir este estrés energético y proporcionar a la coneja tiempo y medios que le permitan tener una apropiada y prolongada vida reproductiva.

SUMMARY

Nowadays, the artificial insemination technique has improved the reproductive management in big rabbit farms. The reproductive system chosen in multiparous does (intensive or semi-intensive) acts directly in their performance, due to the interval between partum and insemination successful obtained is affected by physiological state of lactation of the doe. Moreover, during this process, rabbit does are susceptible to important body energy losses that affect the reproductive function. Different studies on nutritional strategies, application of less reproductive rhythms or early weaning of litters have been made to reduce the energy deficit, mainly in primiparous does. But it's necessary more multidisciplinary studies (including genetic, nutrition, management, reproductive synchronization strategies etc) to reduce energetic stress and providing the doe with time and means to achieve a suitable and prolonged reproductive life.

Aunque en la coneja el binomio lactación-reproducción está mejor solventado que en otras especies, en las que la primera anula completamente a la segunda como es el caso de la cerda, también tiene sus limitaciones y en ocasiones podemos obtener resultados no deseados al forzar esta máquina de

producción. Los ingresos en cunicultura dependen de los parámetros reproductivos de las hembras de la explotación (fertilidad y prolificidad) así como de la ganancia de peso y mortalidad de los gazapos. En estos últimos 15 ó 20 años, la introducción de la inseminación artificial en las granjas cunícolas ha mejorado sensiblemente el manejo reproductivo de grandes grupos de conejas que se inseminan a la vez y en días fijos de la semana. Estos animales pueden ser inseminados en cualquier momento después del parto y, previamente sincronizados o no, se pueden seguir diversos ritmos:

- Un ritmo intensivo de 35 días: cubriciones los días 3 y 4 post-parto con destetes a 25 días.
- Un ritmo semi-intensivo de 42 días: cubriciones los días 10-11 post-parto con destetes a 30-35 días.
- Un ritmo extensivo: cubriciones después del destete de las conejas, entre los 28 y 35 días post-parto.

La aplicación de los ritmos intensivo y semi-intensivo es la más estudiada y extendida. En ocasiones, la tasa de reposición anual puede llegar a un 160% lo que implica una producción de 4,4 camadas/coneja (Rommers et al., 1999). La prolongación de la vida útil de las conejas sería deseable no sólo desde el punto de vista del bienestar del animal, sino también para compensar los gastos que ocasiona la hembra durante la recría. Esto se debe, en la mayoría de los casos, a que las conejas más jóvenes mueren antes de destetar una tercera camada, ya sea por enfermedad (diarreas, mastitis) o por problemas reproductivos (abortos, inseminaciones negativas seguidas, distocias).

Los resultados de fertilidad de las conejas inseminadas dependen en gran medida de si son lactantes o no y, a menudo, es necesaria la aplicación de tratamientos de sincronización de celo. La coneja lactante está sometida por un lado a una demanda de grandes cantidades de energía metabólica que probablemente no tenga, a pesar de que incrementa la cantidad de alimento ingerido (Forthun-Lamothe y Prunier, 1999). Y por otro, la prolactina secretada cada vez que amamanta a sus gazapos altera o impide mecanismos relacionados con la actividad folicular y esteroidogénica ovárica que, en definitiva, determinan receptividad sexual, fertilidades y prolificidades más bajas en las conejas lactantes (Lamb et al., 1991; Ubilla y Rebollar 1995). Es importante subrayar que el éxito reproductivo depende también del éxito encadenado y progresivo de varios procesos fisiológicos: la ovulación, la fecundación, la implantación y la supervivencia embrionaria.

Los responsables del comportamiento sexual son los estrógenos secretados por los folículos ováricos en crecimiento. Rebollar et al. (1992), observaron que los niveles plasmáticos de estradiol eran más elevados en las conejas receptivas. La inmunización de conejas con anticuerpos anti-estradiol inhibe completamente su comportamiento sexual (Elsaesser, 1980) y la administración de estrógenos a animales ovariectomizados se lo restituye (McDonald et al., 1970). Además, las hembras en estro comparadas con las que se encuentran en diestro, tienen mayor número de folículos de gran tamaño (2,4 vs. 0,3 folículos superiores a 1,5 mm; Lefèvre et Caillol, 1978; Kermabon et al., 1994). Rodríguez et al., (1984) y Díaz et al., (1987), confirmaron la aparición de un ciclo de maduración folicular al final de la gestación que coincide con la caída de progesterona circulante los días 29 y 30 de la misma. Según estos autores, en el caso de conejas múltiparas se observa una nueva oleada de maduración folicular en torno al día 3 post-parto junto a una tercera oleada que tendría lugar el día 9 post-parto. Parece ser que existe una superposición parcial de estas oleadas que durarían aproximadamente entre 10 y 12 días. De este modo, mientras los folículos de un ciclo se encuentran en estado preovulatorio y con un diámetro de alrededor de 1,5 mm durante unos 4 a 6 días antes de sufrir regresión, comienza el crecimiento de los folículos de la oleada siguiente. La existencia de estas oleadas de maduración folicular hace que el comportamiento sexual de las conejas no sea igual en todo el periodo post-parto (Ubilla y Rebollar, 1995). Aproximadamente el 90% de las conejas aceptan el acoplamiento el mismo



día del parto, alrededor del 40% el día 4 post-parto (Díaz et al., 1988) y en torno a un 88% el día 11 post-parto (Fortun-Lamothe y Bolet, 1995). En general, las conejas lactantes y sobre todo, las que amamantan grandes camadas, son menos receptivas que las no lactantes (Díaz et al., 1988).

La lactación no anula completamente la actividad reproductiva de las conejas lactantes, ya que aunque entre ellas existan menos conejas receptivas, éstas presentan tasas de ovulación superiores (82,9% vs. 49,3%) y menores fallos de gestación no ligados a ovulación (1,9 vs. 17,5%), que las lactantes no receptivas (Theau-Clément et al., 1990). Este efecto inhibitorio de la lactación sobre la capacidad para ovular se ha demostrado en las conejas múltiparas (Rodríguez y Ubilla 1988), ya que el 98,5% de las conejas no lactantes ovulan después de una inyección de GnRH, frente al 50,7 y al 78,5% de las lactantes en día 4 y 11 post-parto, respectivamente (Theau-Clément, 1996). La sensibilidad de la hipófisis al GnRH disminuye durante la gestación debido a las altas concentraciones de progesterona circulante, con lo que la síntesis y la liberación de LH podrían estar deprimidas en periodos próximos al parto e ir restableciéndose a medida que transcurren los días después del mismo. Rodríguez et al. (1989) demostraron que los picos preovulatorios de LH y FSH de las conejas lactantes no receptivas en respuesta a una inyección de GnRH, eran de menor amplitud que en conejas receptivas. Según Kermabon et al. (1994), en día 0, 3 y 10 post-parto las conejas que son receptivas presentan una concentración mayor de ARNm codificador de la síntesis de receptores ováricos a la LH, y su respuesta a esta hormona inductora de la ovulación debería ser mayor.

En toda la bibliografía consultada es sistemática la afirmación de que las conejas lactantes no sincronizadas tienen porcentajes de fertilidad más bajos y además, se afirma que a los 10-11 días de lactación son ligeramente más fértiles que a los 3-4 días (Rebollar et al., 1992b). Efectivamente, las conejas inseminadas en el día 4 de lactación tienen un número mayor de folículos preovulatorios que no responden a la inyección de GnRH y no eclosionan. En periodos más avanzados de lactación (12 y 19 días post-parto) estos parámetros mejoran (Theau-Clément, 2001). La prolactina liberada en respuesta a la succión de los gazapos es indispensable para el mantenimiento de la lactogénesis. Sin embargo, a nivel ovárico, afecta al crecimiento folicular y a la esteroidogénesis (Dorrington y Gore-Langton, 1981), y la supresión de su secreción mediante bromocriptina (agonista de la dopamina que a su vez es inhibidor de la secreción de prolactina) aumenta el número de receptores ováricos a la LH (Kermabon et al., 1994). La mejora en la respuesta ovárica a medida que avanza la lactación podría ser debido a que la tasa de prolactina se reduce un 30% entre el día 14 y 18 de lactación (Fortun et al., 1994) y un 38% entre el día 16 y 23 (Viard Drouet et al., 1980).

Para estimular la respuesta ovárica y el desarrollo folicular sincronizando a todas las hembras para ser inseminadas, una de las técnicas que más se emplea es la administración de PMSG en conejas múltiparas en post-parto. Dosis crecientes estimulan el desarrollo folicular (Bonanno et al., 1990), mejoran la intensidad de ovulación pero en contrapartida pueden deprimir el desarrollo embrionario precoz. En general, una dosis de 25 UI de PMSG 48 horas antes de la ovulación mejora la fertilidad de las conejas primíparas (Rebollar et al. 2005a), y de las múltiparas lactantes aunque no se justifica este tratamiento en conejas nulíparas o múltiparas en las que su fertilidad potencial no sea baja. En cuanto a la prolificidad, algunos autores han observado mayores tamaños de camada al nacimiento en conejas primíparas tratadas (Bourdillon et al, 1992), pero no en múltiparas (Rebollar et al., 2005a). También se observa una mortinatalidad más elevada y camadas o muy grandes o muy pequeñas al nacimiento (Maertens y Luzi, 1995). La utilización rutinaria de PMSG aunque permite obtener mayor número de conejas receptivas en el momento de la inseminación tiene sus detractores. Por un lado



está la respuesta inmunitaria a esta hormona, tema que tiene sus divergencias en cuanto a que esta respuesta inmune es muy variable e individual. Y por otro, que en ocasiones sólo se observan mejoras significativas con respecto a un lote testigo cuando existen problemas de fertilidad, como es el caso de las conejas primíparas.

Las prostaglandinas también se han empleado para sincronizar el celo con conclusiones diversas. El fundamento fisiológico de su empleo no está muy claro y se apunta la posibilidad de que su efecto positivo cuando se aplica 2 ó 3 días antes de la inseminación se deba a que existe cierto porcentaje de conejas pseudogestantes en el momento del tratamiento. Es decir que cierto número de conejas ovulan de manera espontánea en post-parto, ya sea por manipulaciones del animal u otros factores ligados a situaciones de estrés, y, en estos casos las prostaglandinas tendrían un papel luteolítico (Boiti et al., 1996). A nivel ovárico, la progesterona secretada por estos cuerpos lúteos de pseudogestación inhibe el crecimiento folicular y la esteroidogénesis, deprime la receptividad sexual y la fertilidad como consecuencia de la alteración en el transporte de los gametos y en la capacitación espermática.

Otros métodos propuestos para la sincronización de celo son los no hormonales. Entre ellos se incluyen los relacionados con el manejo y las condiciones ambientales en que se mantiene a los animales como los programas luminosos, los cambios de jaula, los agrupamientos y las separaciones transitorias de las camadas. En este último caso se trata de reducir el efecto inhibitorio de la lactación mediante una separación puntual de la madre y los gazapos. Se ha estudiado cómo afecta la duración de la separación (24 ó 48 horas) sobre los perfiles hormonales de la madre (Ubilla et al., 2000a y 2000b) y también cómo se ve afectada la viabilidad y crecimiento de las camadas (Rebollar et al., 2004). En trabajos muy recientes (Rebollar et al., 2005a, 2005b), realizados comparando sincronización hormonal con PMSG y separaciones transitorias de 24 ó 48 horas en ritmos intensivos (IA en día 4 post-parto), se observa una mejora significativa de la fertilidad con respecto a un lote control (77,42%, 76,72%, 77,24% y 68,1%, respectivamente). Sin embargo una mortalidad de gazapos antes del destete superior al 60% en las primíparas separadas 48 horas, hace cuestionar estos tratamientos. La tendencia, por tanto, es a emplear separaciones que eviten que el gazapo no pierda ninguna lactación (tratamientos de lactación controlada; Bonanno et al., 2004) combinados con otros luminosos o con programas de alimentación.

Un éxito de la respuesta ovulatoria no tiene por qué ir acompañado con un éxito de gestación. Diferentes autores afirman que las conejas lactantes tienen tasas de fecundación (porcentaje de conejas con embriones del total de ovuladas), un 10 a un 20% inferiores a las de las no lactantes (Torrès et al., 1977; Theau-Clément et al., 1990). Parece ser que la hiperprolactinemia podría crear un ambiente uterino no favorable al transporte de los gametos y a su fertilización. Los fallos de gestación no ligados a ovulación aumentan en días próximos al parto (21,6% a los 4 días y 11,7% a los 11 días), y pueden corresponder tanto a la ausencia de fecundación como a casos de mortalidad embrionaria total (Theau-Clément et al., 1990). Dicha mortalidad puede ser del 14,5% el día 14 de gestación para las conejas lactantes inseminadas el día 11 post-parto, frente a un 4,8% para las no lactantes. Resultados similares fueron obtenidos por Fortun-Lamothe et al. (1999) y Castellini et al., (2003). La prolactina inyectada (1 mg/día durante 14 días) a conejas gestantes aumenta significativamente la mortalidad fetal (Fortun et al., 1994) pero no se conoce el mecanismo fisiológico que explica este fenómeno. La mortalidad embrionaria puede ser debida a otras causas relacionadas con la movilización de reservas energéticas, ya que las conejas pierden peso al final de la gestación a pesar de incrementar la cantidad de pienso que ingieren. Aunque el útero gestante sigue su desarrollo, se produce una



movilización de reservas corporales que afecta sobre todo a la proteína y a la grasa de la canal (Parigi-Bini et al., 1992), ya que necesitan cubrir los requerimientos energéticos para la síntesis de leche y el desarrollo fetal. Las conejas gestantes y lactantes al mismo tiempo tienen fetos y placentas más pequeños. El déficit energético en conejas lactantes se ha calculado en torno a -11,8 MJ para conejas con camadas de 10 gazapos y de -8,9 MJ para camadas de 4 gazapos. Según Castellini et al., (2003), cuando las conejas amamantan camadas más pequeñas el déficit energético sufrido es menor, mejorando su condición corporal y ésta, mediante mecanismos todavía del todo no bien descritos, aumenta la receptividad sexual de las conejas y la fertilidad.

Es muy difícil asegurar qué tipo de ritmo reproductivo combinado con una u otra estrategia de destete puede ser mejor a la hora de prevenir el déficit energético de las conejas reproductoras. En los actuales sistemas cíclicos de producción, el porcentaje de conejas gestantes debe tenerse más en cuenta, si cabe, que el tamaño de camada de las mismas, ya que las conejas que no quedan gestantes tienen que esperar un tiempo improductivo hasta que paren las de su misma banda. Además, los resultados en la aplicación de un manejo reproductivo u otro dependen de la edad de la coneja, ya que en las conejas primíparas este déficit negativo es todavía más marcado. El déficit energético que sufre la coneja durante la primera lactación es el principal responsable de una disminución de su eficacia reproductiva. Durante la primera lactación, una hembra pierde alrededor de 300 g de grasa corporal y 10 MJ de energía debido a que no son capaces de ingerir suficiente alimento (Forthun-Lamothe et al., 2002). La solución de este problema podría ser el aumento de la energía suministrada en el alimento (Maertens and de Grootte 1988; Xiccato et al., 1992, 1995), intentar que las conejas de cría aumenten su capacidad de ingestión voluntaria de alimento y/o modificar el momento más apropiado para realizar la primera inseminación (Rommers et al., 2001) o adoptar ritmos de cubrición apropiados al estado fisiológico y edad de la coneja (Fraga et al., 1989; Cervera et al., 1993; Parigi-Bini et al., 1996; Castellini et al., 2003).

En este sentido y teniendo en cuenta que la nutrición es uno de los factores más relevantes que influyen sobre la eficacia reproductora de los mamíferos, Fortun-Lamothe (1998), incrementó la energía digestible del alimento (de 9,9 a 12,1 MJ/Kg) desde el día de la cubrición al día 14 de gestación, pero no consigue mejorar el porcentaje de conejas receptivas aunque aumenta la fertilidad. Brecchia et al. (2005) han valorado los efectos del ayuno (24 ó 48 horas), sobre la capacidad de adaptación y de regulación de los procesos metabólicos y reproductivos de la coneja. Comparadas con conejas que dispusieron de alimento *ad libitum*, las conejas que no lo recibieron durante 24 ó 48 horas presentaron niveles plasmáticos más bajos de Tri-iodotironina (T3), leptina e insulina, estas dos últimas en respuesta a una reducida disponibilidad de carbohidratos. La corticosterona y la leptina estuvieron tanto más elevadas cuanto mayor era el tiempo de ayuno. La glucemia se mantuvo a niveles basales y los niveles plasmáticos de ácidos grasos no esterificados fueron más elevados cuanto mayor fue el periodo de restricción. Pero uno de los resultados más relevantes es que el ayuno disminuye la descarga ovulatoria de LH y la respuesta esteroideogénica del ovario. Independientemente del periodo de ayuno sufrido por las conejas, la disminución del aporte calórico afecta negativamente tanto a la receptividad como a la fertilidad de conejas múltiparas inseminadas el día 11 post-parto. Las hembras que ayunaron tuvieron pérdidas de peso, pero rápidamente se recuperaron gracias a una mayor ingestión de pienso cuando lo tuvieron disponible (2 horas antes de la inseminación), sin afectarse la tasa de ovulación ni la prolificidad. Por tanto, se consideran cruciales los momentos cercanos a la ovulación, en cuanto a que en ese periodo un complejo equipo de hormonas y metabolitos oxidables están informando de algún modo al eje reproductivo central y al ovario del estado nutricional que posee la hembra, influyendo en el desarrollo folicular y del oocito.

Las estrategias que se siguen para reducir este balance energético negativo han sido dos: adelantar los destetes o aplicar ritmos extensivos. Xiccato et al. (2005), han estudiado la combinación de ambas estrategias en conejas multiparas con 3-8 partos previos. Estos autores intentan establecer de qué forma afecta el ritmo reproductivo con cubriciones a 2, 11 ó 26 días post-parto con destetes a 21 ó 26 días, sobre los rendimientos reproductivos y de lactación, sobre la ingesta voluntaria de alimento y la condición corporal de la coneja. La fertilidad aumentó en las conejas cubiertas el día 26 post-parto (80,6%) frente a las cubiertas a 2 y 11 días (56,7% y 41,4%, respectivamente), pero su prolificidad fue similar a las inseminadas en día 2 y mayor que la de las inseminadas en día 11. Según los autores las conejas cubiertas el día 2 post-parto presentan condiciones energéticas pobres y las cubiertas el día 11, tienen un perfil hormonal que está destinado a la producción de leche pudiendo interferir la fertilidad, así como la implantación y supervivencia fetal. Con respecto a la condición corporal, los ritmos extensivos reducen la concentración de agua corporal, mejoran el porcentaje de grasa de las canales (67, 86 y 87 g/Kg para 2, 11 y 26 días post-parto respectivamente) y los balances energéticos llegan a equilibrarse. Las conejas destetadas a los 21 días tienen un periodo de descanso más prolongado pero no son capaces de ingerir más alimento diariamente debido a que tienen un periodo seco más prolongado. El balance energético corporal es negativo en destetes a 21 y a 25 días pero tiende a ser peor en éste último, aumentando el número de gazapos nacidos vivos por camada (7,4 y 9,6, respectivamente) y el contenido en agua de la canal.

No hay que olvidar que los sistemas intensivos de cubrición (día 4 post-parto) con destetes a 25 días permiten un periodo de descanso de 10 días a las conejas para que puedan recuperar reservas (Nicodemus et al., 2002). En un estudio realizado a largo plazo por Rebollar et al. (2005a), en el que se aplicó este ritmo intensivo durante 9 ciclos, aunque la fertilidad media sin ningún tratamiento de sincronización de celo fue del 68,1%, la prolificidad fue de 8,2 gazapos y el intervalo entre partos fue de 45 días, similar al que hipotéticamente se pretende conseguir con la inseminación en día 11 post-parto. Es muy difícil encontrar estudios que comparen distintos ritmos de cubrición combinados con diferentes momentos de destete durante periodos prolongados de tiempo para que nos permitan dar conclusiones. En general se estima que las primeras dos ó tres inseminaciones de la vida de una coneja son cruciales para que su vida productiva sea más o menos larga. Muchos de los trabajos publicados estudian estos parámetros pero se limitan a ver su efecto en pocos ciclos del animal, sin tener en cuenta la edad de las conejas o son pocos los animales analizados.

El ritmo de cubrición aplicado puede afectar directamente a la producción de leche de la coneja, que puede aumentar o disminuir dependiendo del número de partos, de la nutrición y del tamaño de camada. Muchos autores han observado que el intervalo parto-cubrición afecta después del pico máximo de lactación e influye en la cantidad total de leche producida. El peso de los gazapos se ve así afectado ya que cuanto más prolongado sea el intervalo parto-cubrición, el peso de los gazapos tiende a ser superior (Méndez et al., 1986). La disminución de la producción de leche es más rápida en las conejas inseminadas en torno al parto que en periodos más avanzados del post-parto o que en las no gestantes. Los gazapos suelen compensar esta menor ingesta de leche con una mayor ingestión de comida sólida, pero siempre se observa un menor peso al destete de los gazapos de las conejas preñadas en intervalos próximos al parto.

La combinación de largos intervalos de parto-cubrición con lactaciones de camadas pequeñas (en torno a 6 gazapos), que se destetan alrededor de los 26 días de lactación, permiten aumentar el peso de los gazapos al destete y se reduce la mortalidad (Castellini et al., 2003). Los mismos autores



afirman que la alternancia de ritmos de cubrición semi-intensivos con otros post-destete, se adapta mejor a la fisiología de la coneja. En estos casos aunque las conejas tengan camadas de 8 gazapos, mejoran su receptividad y fertilidad, sin reducir la productividad por año (37,7 gazapos vendidos/hembra/año alternando ritmos de 11 días post-parto y post-destete vs. 35,6 gazapos vendidos/hembra/año en ritmos fijos de 11 días post-parto).

Todos los autores coinciden en el hecho de que es necesario un estudio multidisciplinar que considere diversos aspectos (nutrición, manejo, destete, recría y selección genética) para conseguir un estado metabólico y hormonal adecuado que reduzca el déficit energético que sufren las conejas y que se traduce en unos rendimientos reproductivos muy bajos.

REFERENCIAS

- BOITI C., CANALI C., MONACI M., STRADAIOLI G., VERINI SUPPLIZI A., VACCA C., CASTELLINI C., FACCHIN E. 1996. Effect of post-partum progesterone levels on receptivity, ovarian response, embryo quality and development of rabbits. In: *Proc. 6th World Rabbit Congress*, Toulouse, France, vol: 2: 45-50.
- BONANNO A., BUDETTA G., ALABISO M., ALICATA M.L. 1990. Effeti del trattamento PMSG-GnRH sull'efficienza ovulatoria delle coniglie. *Acta Medica Veterinaria* 36: 441-451.
- BONANNO A., MAZZA F., DI GRIGOLI A., ALABISO M. 2004. Effect of a split 48-h doe-litter separation on productivity of free-nursing rabbit does and their litters. *Livestock Production Science* 89: 287-295.
- BOURDILLON A., CHMITELIN F., JARRIN D., PAREZ V. , ROUILLERE H. 1992. Effect of PMSG treatment on breeding result of artificial inseminated rabbits. *Journal of applied Rabbit Research* 15: 230-537.
- BRECCHIA G., BONANNO A., GALEATI G., FEDERICI C., MARANESI M., GOBBETTI A., ZERANI M., BOITI C. 2005. Hormone and metabolic adaptation to fasting: Effects on the hypothalamic-pituitary-ovarian axis ad reproductive prformance of rabbit does. *Domestic Animal Endocrinology*, en prensa, disponibles pruebas corregidas en .
- CERVERA C., FERNÁNDEZ-CARMONA J., VIUDES P., BLAS E. 1993. Effect of re-mating interval and diet on the performance of female rabbits and their litters. *Anim Prod.* 56: 399-405.
- CASTELLINI C., DAL BOSCO A., MUGNAI C. 2003. Comparison of different reproduction protocols for rabbit does: effect of litter size and nating interval. *Livestock Production Science* 83: 131-139.
- DÍAZ P., RODRÍGUEZ J.M., GOSALVEZ L.F., ROMÁN M.R. 1987. Cuclic ovarian activity in post-partum rabbits. *Journal of Applied Rabbit Research* 10: 122-125.
- DÍAZ P., GOSALVEZ L.F., RODRÍGUEZ J.M. 1988. Sexual behaviour in the postpartum period of domestic rabbit. *Animal Reproduction Science* 17: 251-257.
- DORRINGTON J. Y GORE-LANGTON R.E. 1981. Prolactin inhibits oestrogen synthesis in the ovary. *Nature* 290: 600-602.
- ELSAESSER F. 1980. Effects of active immunization against oestradiol-17•'5f, testosterone or progesterone on receptivity in the female rabbit and evaluation of specificity. *Journal of Reproduction and Fertility* 58: 213-218.
- FRAGA M.J., LORENTE R.M., CARABAÑO J.C., DE BLAS C. 1989. Effect of diet and re-mating interval on milk production of the doe rabbit. *Anim. Prod.* 48: 459-466.
- FORTUN L. , BOLET G. , LEBAS G. 1994. Influence of prolactin on foetal survival in rabbit does. *Animal Reproduction Science* 37: 75-84.
- FORTUN.LAMOTHE L. 1998. Effects of pre-mating energy intake on reproductive performance of rabbit does. *Animal Science*, 66: 263-269.
- FORTUN-LAMOTHE L., BOLET G. 1995. Les effets de la lactation sur les performances de reproduction chez la lapin. *INRA Productions Animals* 8: 49-56.
- FORTUN-LAMOTHE L., PRUNIER A. 1999. Effects of lactation, energetic deficit and remating interval on reproductive performance of primiparous does. *Animal Reproduction Science* 55: 2889-298.
- FORTUN-LAMOTHE L, PRUNIER A., BOLET G., LEBAS F. 1999. Physiological mechanisms involved in the effects of concurrent pregnancy and lactation of foetal growth and mortality in the rabbit. *Livestock Production Science* 60: 229-241.
- FORTUN-LAMOTHE L., LAMBOLEY-GAÜZÈRE B., BANNELIER C. 2002. Prediction of body composition in rabbit females using total body electrical conductivity (TOBEC). *Livestock Production Science* 78: 133-142.



- KERMABON A.Y. , BELAIR L. , THEAU-CLÉMENT M. , SALESSE R. , DJIANE J. 1994. Effect of anoestrus and bromocryptine treatment on the expression of prolactin and LH receptors in the rabbit ovary during lactation. *Journal of Reproduction and Fertility* 102: 131-138.
- LAMB I.C., STACHAN W., HENDERSON G., ATKINSON T., LAWSON W, PARTRIDGE G.G., FULLER M.F., RACEY P.A. 1991. Effects of lactation, energy deficit and remating interval on reproductive performance of primiparous does. *Animal Reproduction Science* 55: 289-298.
- LEFÈVRE B., CAILLOL M. 1978. Relations of oestrus behaviour with follicular growth and sex steroid concentration I the follicular fluid in the domestic rabbit. *Annales de Biologie Animale Biophysique Biochimie* 18: 695-698.
- MAERTENS L., DE GROOTE G. 1988. The influence of yhe dietary enrgy content on the performance of post-partum breeding does. En: *Proc. 4th World Rabbit Congress*, Budapest, Hungary, 42-52.
- MAERTENS L., LUZI F. 1995. Note concerning the effect of PMSG stimulation on the mortality rate at birth and the distribution of litter size in artificially inseminated does. *Worl Rabbit Science* 3: 57-61.
- MCDONALD P., VIDAL N., BEYER C. 1970. Sexual behaviour in the ovariectomized rabbit alter treatment with different amounts of gonadal hormones. *Hormones and Behaviour* 1: 161-172.
- MÉNDEZ J., DE BLAS J.C., FRAGA M.J. 1986. The effects of diet and remating interval alter parturition on the reproductive performance of the comercial doe rabbit. *Journal of Animal Science* 62: 1624-1634.
- NICODEMUS N., GUTIERREZ I., GARCÍA J., CARABAÑO R., DE BLAS C. 2002. The effect of remating onterval and weaning age on the reproductive performance of rabbit does. *Animal research* 51: 517-523.
- PARIGI-BINI R., XICCATO G., CINETTO M. DALLE ZOTTE A. 1992. Energy and protein utilization and parturition in rabbit does concurrently pregnant and lactating. *Animal Production* 55: 153-162.
- PARIGI-BINI R., XICCATO G., DALLE-ZOTTE A., CARAZZOLOC., CASTELLINI C. , STRADAIOLI G. 1996. Effect of remating interval and diet on the performance and energy balance of rabbit does. In: *Proc. 6th World Rabbit Congress*, Toulouse, France, 253-258.
- REBOLLAR P.G., UBILLA E., ALVARIÑO J.M.R., ILLERA JC., SILVÁN G. 1992a. Effect of degree of sexual receptivity on post-partum plasma oestradiol and ovulatory response in rabbits. *Revista Española de Fisiología* 48: 13-18.
- REBOLLAR P.G., UBILLA E., ALVARIÑO J.M.R. 1992b. Influence of the parturition-insemination interval on the conception rate in rabbits artificially inseminated with fresh semen. *Journal of Applied Rabbit Research* 15: 407-411.
- REBOLLAR P.G., ESPINOSA A., CARABAÑO R., LORENZO P.L. 2004. Transitory disturbances in growing lactating rabbits after transient doe-litter separation. *Reproduction Nutrition Development* 44: 437-447.
- REBOLLAR P.G., MILANÉS A., PEREDA N., MILLÁN P., CANO P., ESQUIFITO A., VILLARROEL M., SILVÁN G., LORENZO P.L. 2005a. Oestrus synchronization of rabbit does at early post-partum by doe-litter separation ore CG injection: Reproductive parameters and endocrine profiles. *Animal Reproduction Science*, en prensa, disponibles pruebas corregidas en www.elsevier.com.
- REBOLLAR P.G., PEREDA N., VILLARROEL M., MILLÁN P., LORENZO P.L. 2005b. Oestrus synchronization of rabbit does at early post-partum by dam-litter separation or eCG injection: effect on kit mortality and growth. *Livestock Production Science*, en prensa.
- RODRÍGUEZ J.M., UBILLA E. 1988. Effect of sexual receptivity on ovulation response in rabbit does induced with GnRH . *IV Congress of World Rabbit Science Association*, tomo II: 504-504.
- RODRÍGUEZ J.M., GOSALVEZ L.F., DÍAZ P., UBILLA E. 1984. Control de parto en conejas mediante



- prostaglandina F₂α. IX Symposium nacionales de Cunicultura, Figueras, España. 53-65.
- RODRÍGUEZ J.M., AGRASAL C., ESQUIFINO A. 1989. Influence of sexual Receptivity on LH, FSH and Prolactine release after GnRH administration in female rabbits. *Animal Reproduction Science* 20: 67-65.
- ROMMERS J., KEMP B., MEIJERHOF R., NOORDHUIZEN J.P.T.M. 1999. Rearing management of rabbit does: a review. *World rabbit Science* 7: 125-138.
- ROMMERS J., MEIJERHOF R., NOORDHUIZEN J.P.T.M., KEMP B. 2001. Effect of different feeding levels during rearing and age at first insemination on body development, body composition, and puberty characteristics of rabbit does. *World Rabbit Science* 9: 101-108.
- THEAU-CLÉMENT M., BOLET G., ROUSTAN A., MERCIER P. 1990. Comparaison de différents modes d'induction de l'ovulation chez les lapines multipares en relation avec leur stade physiologique et la réceptivité au moment de la mise à la reproduction. *5èmes journées de la Recherche Cunicole* 12-13 Décembre, 1990, France. Tomo I : Comm.6.
- THEAU-CLÉMENT M. 1996. Antagonismo tra lattazione e riproduzione sulla produttività di coniglie inseminate artificialmente. Atti della giornata scientifica sulla riproduzione del coniglio: dalla ricerca alla applicazione pratica. *Fondazione iniziative zooprofilattiche e zootecniche*. Brescia, Italie: 9-16.
- THEAU-CLÉMENT, M. 2001. Etude de quelques facteurs de contrôle de l'interaction entre la lactation et la reproduction chez la lapine conduite en insémination artificielle. These. *Institut National Polytechnique de Toulouse*. France.
- TORRÈS S., GÉRARD M., THIBAUT C. 1977. Fertility factors in lactating rabbits mated 24 hours and 25 days after parturition. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 17: 63-69.
- UBILLA E., REBOLLAR P.G. 1995. Influence of the post-partum day on plasma estradiol-17β levels, sexual behaviour and conception rate in artificially inseminated lactating does. *Animal Reproduction Science* 38: 337-344.
- UBILLA E., REBOLLAR P.G., PAZO D., ESQUIFITO A.I., ALVARIÑO J.M.R. 2000a. Pituitary and ovarian response to transient doe-litters separation in nursing rabbits. *Journal of Reproduction and Fertility* 118: 361-366.
- UBILLA E., REBOLLAR P.G., PAZO D., ESQUIFITO A.I., ALVARIÑO J.M.R. 2000b. Effects of doe-litter separation on endocrinological and productivity variables in lactating rabbits. *Livestock Production Science* 67: 67-74.
- VIARD DROUET F., COUDERT P., DURAND P., PROVOT F. 1980. Evolution physiologique ou pathologique de quelques paramètres plasmatiques chez les lapines reproductrices primaires. *2nd World Rabbit Congress*, Barcelona, España. Tomo I : 118-127.
- XICCATO G., PARIGI-BINI R., CINETTO M., DALLE-ZOTTE A. 1992. The influence of feeding and protein levels on utilization by rabbit does. *J. Appl. Rabbit Res.* 15 : 965-972.
- XICCATO G., PARIGI-BINI R., DALLE ZOTTE A., CARAZOLLO A., COSSU M.E. 1995. Effect of dietary energy level, addition of fat and physiological state on performance and energy balance of lactating and pregnant rabbit does. *Anim. Sci.* 61: 367-398.
- XICCATO G., TROCINO A., BOITI C., BRECCHIA G. 2005. Reproductive rhythm and litter weaning age as they affect rabbit doe performance and body energy balance. *Animal Science* 81: 289-296.



Mejora de los rendimientos de las explotaciones cunícolas

MANEJO DE LA ALIMENTACIÓN DE LAS CONEJAS REPRODUCTORAS

Feeding management of rabbit does

C. Cervera y J. J. Pascual

Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia.

Camino de Vera s/n. VALENCIA. 46022. SPAIN

RESUMEN

La alimentación de las conejas reproductoras que se revisa en el trabajo comprende tanto la fase de recría como la posterior carrera reproductora y considera tanto criterios productivos a corto plazo, tales como tamaño de camada o producción de leche, como otros pensados a largo plazo, tales como estado corporal, esperanza de vida o estado sanitario, así como el posible efecto sobre el desarrollo posterior de la camada. En los animales que actualmente se emplean en las granjas, la selección genética por tamaño de camada al destete, no solamente ha seleccionado criterios de prolificidad (más nacidos vivos), sino también criterios de aptitud maternal (supervivencia de los gazapos), por lo que las conejas muestran ahora una mayor capacidad de ingestión y de producción de leche durante las primeras semanas de vida de los gazapos. La disponibilidad de nueva información sobre la evolución del estado corporal de la coneja a lo largo del ciclo reproductivo y de su vida productiva, puede permitir el desarrollo de estrategias alimenticias globales para la coneja reproductora. Así, la utilización de piensos fibrosos durante el período de recría, puede mejorar su capacidad de ingestión futura, pero los datos disponibles indican que dicho programa debe aplicarse de forma temprana, antes de los 70 días de vida, y que puede retrasar la primera cubrición de la coneja hasta que alcance un peso adecuado. Por otro lado, la utilización de piensos energéticos parece ser beneficioso durante buena parte de la lactación, cuando la producción es alta y la supervivencia de los gazapos depende de ello, y durante los primeros ciclos reproductivos de la coneja, cuando la capacidad de ingestión es el principal factor limitante, pero dichas ventajas no son tan relevantes, ni fuera de la lactación, cuando las conejas han alcanzado ya su tamaño adulto y que podría ocasionar un engrasamiento excesivo y una reducción de su prolificidad, ni al final de la lactación, por provocar un destete más brusco que afecta negativamente a los gazapos en peridestete. En este sentido, debe realizarse un mayor esfuerzo en el estudio de estrategias de alimentación globales que consideren la productividad de la coneja a largo plazo y su posible efecto sobre el desarrollo post-destete de sus camadas.

SUMMARY

The latest advances in feeding strategies for rabbit does are reviewed, considering the short-term productive criteria (litter size, milk production...), the long term criteria (body condition, life expectancy, health status.) and their possible effects upon the subsequent development of the litter (growth,



mortality...). Genetic selection by litter size at weaning has not only selected prolificacy criteria (more live born), but also criteria of maternal aptitude (survival of the kits), which is why the does now show a greater ingestion capacity and milk production during the first weeks of life of the kits. The better knowledge of the evolution of the body condition of does, both throughout reproductive cycle and reproductive life, will provide better knowledge of the most critical moments, the differences in the management of reserves based on the age of the doe and the possible effect of body condition on reproductive effectiveness or longevity. The availability of this information will enable the development of global feeding programs for the reproductive doe in the future, of which some results are already available.

The use of fibrous feed during the rearing period can improve the ingestion capacity of the doe, but this feeding programme must be applied early (before 70 days of age), and nulliparous does should not be mated until a suitable weight is reached. The use of high energy feeds may be interesting during the initial reproductive cycles, when the ingestion capacity of the doe is the main limiting factor, but these advantages are not so relevant once they reach their adult doe size, where this type of feed may lead to an excessive fattening or a reduction in prolificacy, and has even been related to more abrupt weaning of the kits, by encouraging milk production to a greater extent than the consumption of the kits. In this sense, greater efforts must be made in future in the study of global feeding managements, taking into account the productivity of the breeding doe in the long term and the possible effect on the subsequent development of the litters.

■ INTRODUCCIÓN

La producción de carne de conejo mediante sistemas más intensivos hace necesario el ajuste de las necesidades nutritivas de los animales en función de las nuevas exigencias. Es verdad que las necesidades nutritivas de los gazapos durante la fase de engorde han cambiado como consecuencia de la selección por velocidad de crecimiento, que aumentan entre 0.45 y 1.23 g diarios por generación de selección, sin embargo, son las conejas reproductoras las que ha sufrido en mayor medida los efectos de estos cambios y de la intensificación de la producción.

Los programas de selección genética en conejas reproductoras se han centrado principalmente en la mejora del tamaño de camada, ya sea al parto o al destete, que producen un aumento efectivo de entre 0.05 y 0.13 gazapos nacidos vivos por generación de selección (Gómez *et al.*, 1996). Este hecho, unido a la inseminación artificial (IA) de las conejas con semen procedente de machos seleccionados por velocidad de crecimiento, conlleva un claro aumento de la demanda de leche por parte de la camada. Por otro lado, la intensificación de los ritmos reproductivos hace aumentar la competencia entre las glándulas mamarias y los fetos, que normalmente va en detrimento del crecimiento fetal si no se cubren bien las necesidades (Fortun y Lebas, 1994).

Como resultado de todos estos cambios, las necesidades nutritivas de las conejas reproductoras pueden haberse incrementado considerablemente en los últimos años. Un gran número de trabajos de investigación se han centrado en la determinación de dichas necesidades y en el estudio de las estrategias más adecuadas para el manejo de su alimentación. A este respecto, podemos encontrar en la bibliografía revisiones recientes donde se dan recomendaciones para la determinación de las necesidades nutritivas de las conejas reproductoras en distintos momentos de su ciclo reproductivo (Pari-Bini y Xiccato, 1998), o sobre estrategias de alimentación para un mejor control



de las reproductoras (Fortun-Lamothe, 2005). Sin embargo, la mayoría de estos trabajos tratan de ajustar la alimentación a la productividad de las conejas en momentos puntuales, sin considerar su efecto a largo plazo.

En el contexto productivo actual, además de los criterios de productividad, se incluyen otros que tienen en cuenta el bienestar de los animales y la salud general de la granja. Por tanto, una adecuada estrategia para la alimentación de las conejas reproductoras debería considerar criterios productivos a corto plazo (como son el tamaño de camada, la producción de leche o el intervalo entre partos), y a largo plazo (como son el estado corporal, la esperanza de vida y el estado sanitario de la coneja), además de valorar su posible efecto sobre el desarrollo posterior de la camada (transición en el destete o salud gastrointestinal).

En el presente trabajo se revisan la información generada bajo estas perspectivas en los últimos años y buscando el diseño de futuras estrategias globales de alimentación de las conejas reproductoras.

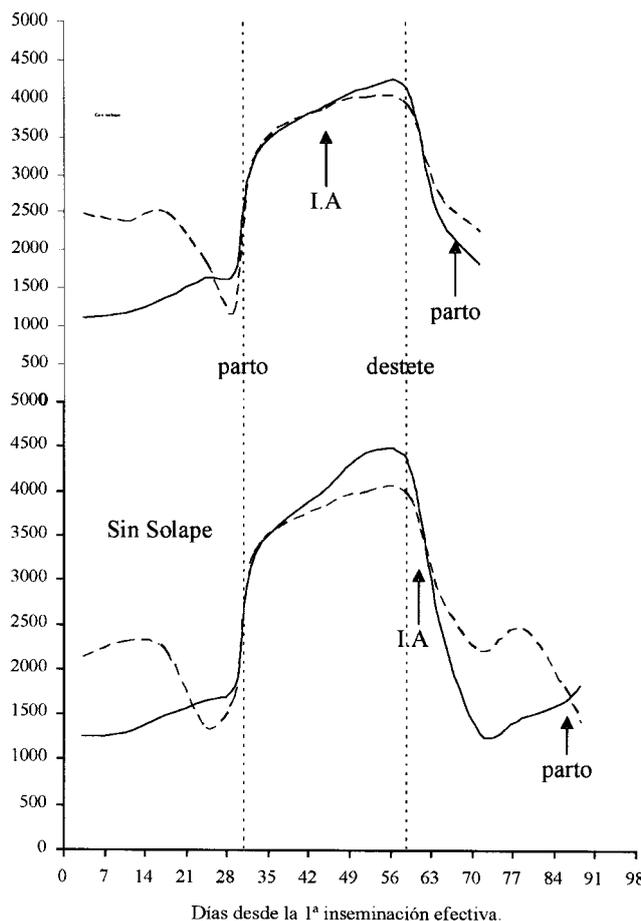
EVOLUCIÓN DEL ESTADO CORPORAL DE CONEJAS REPRODUCTORAS

La aplicación de nuevas técnicas de medida y de valoración del estado corporal de la coneja ha permitido un mejor conocimiento de su evolución a lo largo del ciclo reproductivo y de su vida productiva, de los momentos críticos, de las diferencias en la gestión de reservas en función de la genética o de la edad de la coneja y del posible efecto del estado corporal sobre el éxito de la reproducción o sobre la longevidad (Pascual, 2005).

Evolución a lo largo del ciclo reproductivo.

La coneja se encuentra en un claro déficit energético en diferentes momentos del ciclo reproductivo, especialmente si está sometida a sistemas de producción intensiva (Partridge et al., 1986; Pascual et al., 2000), a condiciones de estrés térmico (Fernández-Carmona et al., 1996), o durante su primera lactación (Parigi-Bini et al., 1990). En la Figura 1 se muestra la evolución de la ingestión y de las necesidades energéticas de la coneja reproductora alimentada con pienso comercial (12 MJ kg⁻¹ MS), desde la primera IA hasta el segundo parto y simultaneando o no la lactación con la gestación.

Figura 1. Evolución de la ingestión energética (---) y de las necesidades (—) de conejas primíparas en función del grado de solape de la lactación con la gestación siguiente (calculadas a partir de Parigi-Bini y Xiccato, 1998).



La ingestión de pienso de las conejas primíparas durante los primeros 21 días de gestación es claramente superior a sus necesidades energéticas, que son casi únicamente las necesidades de mantenimiento, y las conejas muestran un claro aumento de peso vivo (Parigi-Bini y Xiccato, 1993; Pascual et al., 1998) y una mejora del estado corporal (Quevedo et al., 2005). Sin embargo, tanto en primíparas como en múltiparas en el último cuarto de gestación se produce un incremento exponencial de las necesidades para el desarrollo fetal, coincidiendo además con una reducción de la ingestión de las conejas, ya sea por ocupación abdominal, alto nivel de leptina, o por cambios en el comportamiento alimentario preparto, lo que lleva a las conejas a un claro déficit energético durante los últimos 3-5 días de gestación, similar al observado en cerdas y en ovejas, y a una reducción del grosor de grasa perirenal (GGP), cifrado en 3.8 mm por Pascual et al. (2002a).

En el caso de las conejas primíparas, al déficit energético de los días previos al parto se une un déficit a lo largo de toda la lactación, que es especialmente acusado al final de ésta. Pascual et al. (2002a) observan que las conejas primíparas pierden 0.2 mm de GGP durante las 3 primeras semanas de lactación, pero estas pérdidas llegan a ser de 0.9 mm durante la última semana. Resultados similares obtienen Bolet y Fortun-Lamothe (2002), que registran una reducción de 5 MJ en la energía corporal de las conejas primíparas tanto entre los días 1 y 11, como entre los días 11 y 28 de lactación. Este balance energético negativo parece estar relacionado con la menor capacidad de ingestión de las conejas primíparas y/o con el relativo buen estado corporal con que afrontan su primera lactación, ya que, aunque su peso vivo es claramente inferior, sus reservas corporales parecen ser buenas.

El balance energético durante la lactación es distinto en el caso de las conejas múltiparas, ya que durante los primeros 11 días de lactación se observa un aumento de las reservas corporales de las conejas de +0.3 mm de GGP (Quevedo, 2005), ó de +6 MJ (Bolet y Fortun-Lamothe, 2002). A partir de este momento los datos son discrepantes según los autores, en unos casos no se observa modificaciones importantes del GGP hasta el destete cuando las conejas llevan un ritmo reproductivo con intervalo entre parto de 56 días, en otros se observa un comportamiento variable, y Xiccato et al. (2004) observan que las conejas con intervalo entre partos de 42 días siguen manteniendo un déficit energético durante la lactación hasta el tercer ciclo reproductivo (8.36, 3.30 y 2.60 MJ durante la 1ª, 2ª y 3ª lactación, respectivamente). A modo de hipótesis, las conejas múltiparas, que presentan una mayor capacidad de ingestión pero que llegan al parto con unas reservas corporales más limitadas como consecuencia de los sucesivos ciclos, recuperan reservas corporales durante los primeros días de lactación cuando la presión productiva es menor, pero el balance energético total durante la lactación estará relacionado con la presión productiva a la que esté sometida (producción de leche e intervalo entre partos).

Después del destete, el principal factor limitante de la ingestión y de la recuperación de reservas para el siguiente ciclo es la simultaneidad o no de la lactación con la gestación siguiente. Cuando las conejas primíparas se cubren durante el período de lactación suelen mostrar un peor estado corporal al segundo parto que aquellas que no se cubrieron (-5 MJ; según Bolet y Fortun-Lamothe, 2002) debido al escaso tiempo de recuperación entre destete y parto, y ello a pesar de que muestran una mayor ingestión post-destete. Por el contrario, tanto en conejas primíparas (Pascual et al., 2003) como en conejas múltiparas (Quevedo, 2005) que no solapan la gestación con la lactación, se observa que la ingestión de energía tras el destete es mayor cuanto mayor fue su producción de leche en la lactación anterior o menor el GGP a la inseminación efectiva (Figura 2; $r = -0.30$).



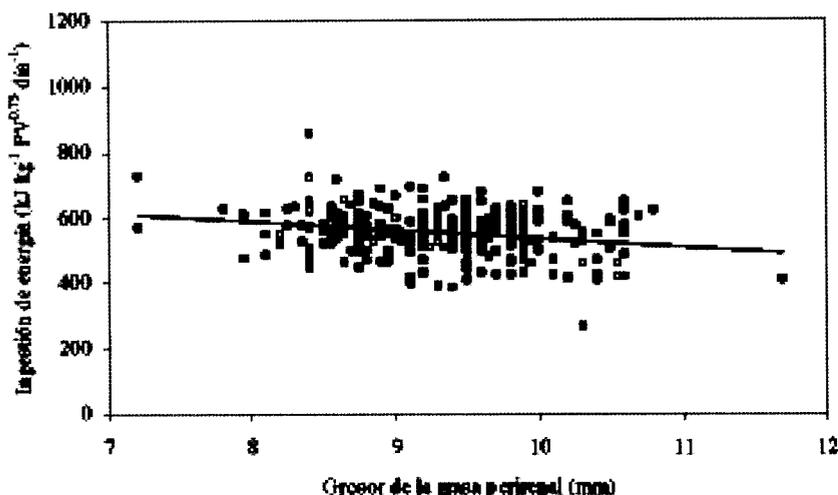


Figura 2. Relación entre la condición corporal a la cubrición y la ingestión de pienso durante la gestación de conejas que no solaparon la gestación con la lactación previa.

No existen muchos trabajos en la bibliografía sobre el posible efecto del estado corporal de la coneja sobre la efectividad de la cubrición. Sin embargo, Quevedo (2005) observa que las conejas que no se cubrieron en el primer intento de IA, habían registrado un mayor incremento del GGP entre el parto y el día de inseminación (11 de lactación) que las conejas que si se cubren, lo que parece estar asociado con una mayor pérdida de reserva corporal al pre-parto (que lleva a la mayor recuperación post-parto encontrada; $r = +0.29$), por lo que el éxito de la IA podría estar relacionado, al menos en parte, con la situación de la coneja tras el parto. Por otra parte, Fortun-Lamothe (2005) pone de manifiesto que la utilización de métodos in vivo ha permitido demostrar que el estado corporal de las conejas múltiparas al parto es muy dependiente de su historial reproductivo anterior.

Evolución a lo largo de su vida reproductiva.

El aumento de las necesidades de las conejas reproductoras puede afectar al estado corporal de la coneja a largo plazo, así como a su salud y a su vida reproductiva, variables entre las que parece existir una clara relación, por lo que cabe pensar que aquellos animales que muestran una mayor longevidad con buena producción pueden tener un patrón de movilización de reservas diferente a los otros caracterizados por una alta capacidad reproductiva.

Cuando nos planteamos mejorar el estado corporal de las conejas a largo plazo, inevitablemente hacemos referencia al intento de prolongar la longevidad de nuestras reproductoras, ya que la esperanza de vida de una coneja en granja comercial depende principalmente de su salud y de su estado corporal, siempre que el nivel productivo sea bueno.

Recientemente, Theilgaard *et al.* (2005) han analizado el riesgo de eliminación de una coneja reproductora en función de su estado de engrasamiento el día 11 de lactación. En dicho trabajo, se observa que el riesgo de eliminación es significativamente mayor ($P < 0.05$) para los animales con menores depósitos grasos, lo que está en concordancia con la hipótesis de que los animales necesitan una cantidad mínima de grasa para asegurar los recursos exigidos para la lactación. Pero, aunque entre los restantes animales las diferencias no fueron estadísticamente significativas, se pudo apreciar que la relación entre el estado corporal y la supervivencia no es lineal, aumentando el riesgo relativo de eliminación para los niveles de engrasamiento más altos.



Así pues, parece que los animales que presentan un peor estado corporal tienen un mayor riesgo de ser eliminados, pero el exceso de engrasamiento también iría en contra de la supervivencia a largo plazo. Ésta hipótesis coincide con los resultados obtenidos por Quevedo (2005) cuando analiza por separado la evolución del estado corporal de las conejas que alcanzaron sin problemas el 5º ó 6º ciclo reproductivo (n = 138) con aquellas que fueron eliminadas antes del 3er parto (n = 28). Cuando se comparan ambos grupos se observa que las conejas que alcanzan el 5º-6º ciclo reproductivo mostraron una mejora o recuperación de reservas corporales tras los destetes de la 1ª y 2ª lactación, mientras que las conejas que fueron luego eliminadas por problemas reproductivos, enfermedad o muerte no se recuperaron durante dicho período o incluso empeoró su estado corporal. Estos resultados indicarían la importancia de la gestión de las reservas corporales de las conejas hasta que alcanzan el tamaño adulto, ya que podría ser determinante sobre su esperanza de vida en la granja.

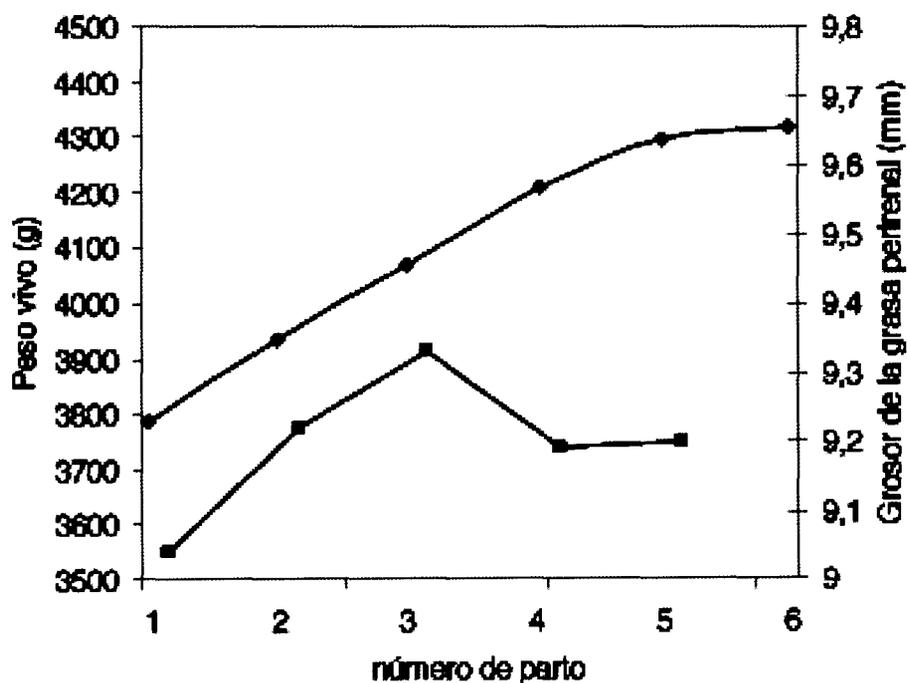


Figura 3. Evolución del peso vivo al parto (◆) y del grosor de la grasa perirenal el 11 día de lactación (■) de las conejas a lo largo de 6 ciclos reproductivos (adaptado de Quevedo, 2005).

No existen prácticamente trabajos en la bibliografía que hayan controlado el estado corporal de las conejas a largo plazo. La mayoría de los autores indican que las conejas no alcanzan su peso adulto definitivo hasta el cuarto o quinto parto (Figura 3), y Quevedo (2005) observa que las conejas alcanza su máximo GGP durante el tercer ciclo reproductivo, manteniéndose a partir de entonces, sin embargo, la evolución es muy variable y depende principalmente de su historial reproductivo (Fortun-Lamothe, 2005).

La Tabla 1 muestra que el principal condicionante del estado corporal al tercer parto es la simultaneidad



o no de la lactación con la gestación en los dos ciclos precedentes. De hecho, se observa que la cantidad de energía corporal total al tercer parto de las conejas que se cubren fuera de la lactación es casi doble (47 MJ) a la que presentan aquellas que se cubre en ambos ciclos durante la lactación (25 MJ), pero además, en las conejas que solo simultanearon lactación y gestación en uno de los dos partos, el orden de parto en que se produce dicha simultaneidad tampoco es indiferente.

Tabla 1. Efecto de la simultaneidad o no de la lactación y la gestación en el primer y segundo ciclo sobre el contenido total de energía (MJ; estimado por TOBEC) de las conejas reproductoras al 1, 2 y 3 parto (adaptada de Bolet y Fortun-Lamothe, 2002).

1ª lactación/2ª lactación	NG/NG	NG/G	G/NG	G/G
Primer parto	30	30	30	30
Segundo parto	30	31	26	25
Tercer parto	47	38	29	25

NG: no gestante durante la lactación; G: gestante durante la lactación

Por todo ello, es necesario destinar un mayor esfuerzo investigador en un futuro a determinar cual es el manejo reproductivo y alimenticio más adecuado para que las conejas presenten un buen estado corporal, que le permita afrontar los sucesivos ciclos reproductivos con éxito y sin que su longevidad en la granja y su salud se vean comprometidas.

■ INTERACCIÓN ENTRE LA NUTRICIÓN Y LA SELECCIÓN GENÉTICA

En las últimas décadas, las conejas reproductoras han sido seleccionadas por criterios de prolificidad con bastante éxito (García y Baselga, 2002), y dicha mejora reproductiva debe haber cambiado también sus necesidades nutricionales. Sin embargo, no existe mucha información sobre el posible efecto de la selección genética por tamaño de camada en el desarrollo de las conejas, y sobre las estrategias nutricionales adecuadas para este tipo de animales en función de su nivel genético.

El desarrollo reciente de técnicas de congelación y de transferencia de embriones nos permite comparar y estudiar el desarrollo de animales vivos de generaciones antiguas con las generaciones actuales pero en el mismo espacio-tiempo.

Quevedo (2005) y Quevedo *et al.* (2005) han estudiado recientemente el efecto de la selección por tamaño de camada al destete sobre el desarrollo y características fisiológicas y productivas de las conejas, mediante la comparación coetánea de conejas cruzadas con 12 generaciones de selección de diferencia (Tabla 2). En dicho estudio se observa que efectivamente las conejas procedentes del cruce de las generaciones actuales presentaron un mayor número de gazapos nacidos vivos (+1.3 gazapos) que las procedente del cruce de generaciones anteriores, con una respuesta incluso superior a la esperada. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Costa *et al.* (2004) cuando comparan conejas cruzadas con diferencias de selección de 13 generaciones en una de las líneas maternas.

Tabla 2. Efecto de la selección por tamaño de camada al destete sobre las conejas reproductoras y su camada (adaptada de Quevedo, 2005).

	Conejas antiguas	Conejas actuales
Nº nacidos vivos: primíparas	8.31 ^a	10.76 ^b
múltiparas	9.18	9.90
Ingestión (g MS kg ^{-0.75} d ⁻¹): 0-21d lactación	113 ^a	117 ^b
21-28d lactación	112	112
Producción de leche (g d ⁻¹): 0-7d lactación	156 ^a	165 ^b
8-28d lactación	215	218
Peso gazapos (g): destete (28d)	485	494
sacrificio (63d)	1934 ^a	1961 ^b
Mortalidad durante el engorde (%)	13.1 ^a	16.8 ^b
Índice de riesgo sanitario (%)	15.2 ^a	18.0 ^b

^{a,b} Medias sin letras en común son significativamente diferentes a P<0.05.

Índice de riesgo sanitario: mortalidad + morbilidad.

Durante el engorde ambos grupos recibieron el mismo pienso de engorde comercial.

Pero, en la Tabla 2 también podemos observar que cuando las conejas son sometidas a la misma presión productiva (camada estandarizada), se observan diferencias en la ingestión de pienso y producción de leche al inicio de la lactación en función de la selección por tamaño de camada. Estos resultados podrían explicar un posible cambio en la utilización de recursos disponibles por parte del animal como consecuencia de la selección. Así, al seleccionar los animales por tamaño de camada al destete, estaríamos seleccionando tanto criterios de prolificidad (y de hecho nacen más gazapos), como criterios de aptitud maternal (supervivencia de los gazapos). La supervivencia en la lactación viene determinada principalmente por lo que suceda en los primeros días tras el parto, y está claramente relacionada con la ingestión de energía por los gazapos en ese período, por lo que el aumento en la producción de leche como consecuencia de la mayor ingestión de las conejas sería favorable.

Sin embargo, los resultados obtenidos durante el período de engorde de estos gazapos no fueron los esperados. Los conejos, que eran obtenidos tras la inseminación de las conejas con machos con 12 generaciones de diferencia de selección por velocidad de crecimiento, mostraron una respuesta a la selección de solo un tercio de la esperada (+28 g de los 84 g esperados), resultado parecido al encontrado en el trabajo de Costa et al. (2004) en el que la respuesta fue un cuarto de la esperada.

Estos trabajos especulan sobre la posible explicación de sus resultados y avanzan la hipótesis de que el tipo de alimentos actualmente utilizados para controlar la enteropatía mucoide pudieran tener



efectos diferentes sobre el crecimiento dependiendo del tipo genético, de tal manera que los animales con mayor potencialidad de crecimiento y de consumo estarían relativamente más penalizados; de hecho, se observó un mayor índice de riesgo sanitario en los gazapos con mayor nivel de selección.

Finalmente, otro punto a considerar es el posible efecto de la selección sobre la productividad y esperanza de vida de las conejas en la granja. Aunque no existen prácticamente trabajos a este respecto, Theilgaard et al. (2005) han analizado recientemente el riesgo de eliminación, a lo largo de 6 ciclos reproductivos, de 166 hembras cruzadas con distinto grado de selección por tamaño de camada. Aunque la diferencia en cuanto a riesgo entre los dos tipos genéticos no fue significativa ($P= 0.12$), si es relevante, ya que era 1.56 veces más probable la eliminación de una coneja del grupo control que otra del grupo seleccionado, a pesar de las diferencias de producción entre ellas ya comentadas.

Este resultado contradice a la teoría de asignación de recursos que postula que, cuanto más energía se usa para la reproducción menos recursos disponibles habrá para otras funciones, como por ejemplo la supervivencia (Reznick et al., 2002). Sin embargo, puede pensarse que la selección de los animales por criterios reproductivos haya producido una respuesta correlacionada en la capacidad de los animales por obtener recursos (van Noordwijk y de Jong, 1986; Reznick et al., 2002). De hecho, Quevedo et al. (2005) encuentran un posible aumento de la eficacia de utilización de la energía del pienso para la producción de fetos como consecuencia de la selección por criterios de reproducción (0.29 y 0.33 para conejas antiguas y actuales, respectivamente), ya que el producto de gestación era claramente superior en las conejas seleccionadas, a pesar de no mostrar ni una mayor ingestión de energía, ni una mayor movilización de reservas.

■ ALGUNOS APUNTES PARA EL MANEJO DE LA ALIMENTACIÓN.

A la luz de toda esta información, podemos intentar dar algunas pautas para el mejor manejo de la alimentación de las conejas buscando integrar todos los objetivos que se han venido apuntando hasta ahora. Obviamente falta todavía información y no parece posible diseñar toda una estrategia global, pero si podemos disponer ya de algunos indicios sobre posibles pautas recomendables.

Manejo de la alimentación durante la recría.

Las conejas destinadas a la reproducción suelen recibir el pienso de engorde *ad libitum* desde el destete hasta las 9-10 semanas de vida y después un pienso para reproductoras restringido a unos 140 g por día hasta el primer parto con el fin de evitar un excesivo engrasamiento del animal, una alta mortalidad perinatal, una posible supresión del consumo voluntario al inicio de lactación y una disminución de la vida útil de la coneja.

Sin embargo, algunos trabajos recientes muestran que la restricción de las conejas durante la recría puede llevar a una disminución de su peso vivo a la primera inseminación (Rommers et al., 2004) que se ha relacionado con una menor fertilidad o con un menor tamaño de camada al primer parto, o con un posible descenso de la producción de leche de las conejas, aunque las diferencias de peso y de productividad entre animales parecen desaparecer en los ciclos sucesivos. Por ello, parece que las conejas deben ser inseminadas por primera vez con un peso vivo mínimo para evitar estos problemas, y ello independientemente del programa de alimentación utilizado.

Por otra parte, una alternativa a la restricción podría ser la utilización de un pienso fibroso *ad libitum* que, además de evitar un excesivo engrasamiento de las conejas al primer parto, podría aumentar la capacidad de ingestión de las conejas primíparas. De hecho, Lebas et al. (1982), García et al. (1995) y Fernández-Carmona et al. (1998) observaron que animales jóvenes alimentados con piensos fibrosos muestran un mayor peso del tracto digestivo y de su contenido.

Como podemos observar en la Tabla 3, son varios los trabajos que se han realizado para tratar de estimular la ingestión de pienso de las conejas reproductoras durante las primeras lactaciones mediante la inclusión de piensos fibrosos administrados *ad libitum* en el período de recría, observándose respuestas diferentes en función del pienso utilizado y del momento de su aplicación.

Tabla 3. Utilización de piensos fibrosos durante la recría de conejas reproductoras frente a piensos comerciales *ad libitum* (Nizza et al., 1997; Xiccato et al., 1999) o restringidos (Pascual et al., 2002b; Quevedo, 2005; Verdelhan et al., 2005).

Autores	Aplicación del pienso	FND ¹	Primera cubrición ²	Ingestión lactación ³	Desarrollo camada ⁴	Estado corporal ⁵
Nizza et al. (1997)	50d vida a 10d preparto	34.0	--	+9	↑↑	--
Xiccato et al. (1999)	40d vida a parto	40.8	↓PV	+19	=	↓pérdidas
Pascual et al. (2002b)	70d vida a parto	44.4	= PV	+12	↑↑	--
Quevedo (2005)	90d vida a preparto	36.4	= PV	=	=	=
Verdelhan et al. (2005)	84-88d vida a preparto	27*	= o ↓ PV	--	=	--

¹ FND del pienso fibroso de recría en % de materia seca. * FB en % de pienso fresco

² Situación del peso de la coneja a la primera cubrición respecto al grupo de conejas control.

³ Aumento de la ingestión en lactación (g MS d-1 kg-0.75) respecto al grupo de conejas control.

⁴ Mejoras en el desarrollo de las camadas (leche, crecimiento y/o supervivencia).

⁵ Efecto sobre el estado corporal de las conejas.

La inclusión de piensos fibrosos de recría debería realizarse cuando antes y no más allá de los 70 días de vida. Cuando el pienso fibroso se incluye más tarde, para evitar un retraso en el crecimiento de las conejas jóvenes, no parece afectar al desarrollo del tracto digestivo del mismo modo y no se observan diferencias en el consumo ni en la productividad de las conejas reproductoras. Por otra parte, los mayores incrementos de ingestión de las conejas durante la lactación (+ 12 y 19%) se han observado con los piensos de recría que mostraban un contenido en FND superior al 40% en MS.

Respecto al efecto de estos piensos sobre el desarrollo de las camadas y el estado corporal de las conejas los resultados son todavía insuficientes. Xiccato et al. (1999) observan que el empleo de pienso fibroso durante la recría hace que las conejas lleguen a su primera cubrición efectiva con un menor peso vivo, por lo que la mayor ingestión que se observa durante la lactación permite recuperar el peor estado corporal que presentaban al parto y no mejora el crecimiento de sus camadas. Sin

embargo, cuando las conejas no son inseminadas hasta que alcanzan un peso vivo adecuado, se produce un retraso de unos 10 días para la fecha de la primera cubrición, pero la mayor ingestión de la coneja durante la lactación parece destinarse a aumentar su producción de leche (Pascual et al., 2002b) y, por consiguiente, mejora el crecimiento de sus camadas.

Respecto al efecto a largo plazo, Nizza et al. (1997) indican que las conejas que recibieron durante la recría un pienso fibroso destetaron un mayor número de gazapos durante los primeros 4 ciclos reproductivos, que además pesaban más, y Pascual et al. (2002b), controlando a 46 conejas durante casi dos años de vida, observan que los valores obtenidos para los principales parámetros de productividad a largo plazo (vida reproductiva, intervalo entre parto, ciclos por años y destetados por año) fueron ligeramente mejores para las conejas que recibieron un pienso fibroso durante la recría, con un aumento de un 10% en el número de gazapos destetados al año, aunque sin diferencias significativas.

Estos resultados parecen indicar que el empleo de piensos muy fibrosos y con baja concentración energética durante la recría puede mejorar la capacidad de ingestión de la coneja durante la lactación, pero es necesario seguir trabajando en el desarrollo de estos sistemas de alimentación y evaluar mejor su efecto a corto y largo plazo.

Manejo de la alimentación de conejas reproductoras. Utilización de piensos concentrados.

Una de las estrategias propuestas para solucionar el problema del déficit energético de las conejas reproductoras ha sido la utilización de piensos más concentrados en energía. Muchos trabajos de investigación se han centrado en el estudio del efecto del nivel y la fuente de energía sobre la productividad de las conejas durante su fase reproductiva, y han sido recientemente revisados por Pascual et al. (2003). La mayoría de los trabajos que se recogen en dicha revisión, pertenecen a trabajos realizados a corto plazo (1 ó 2 ciclos), aunque algunos han controlado 5-6 ciclos reproductivos.

Efectos durante la gestación.

Estos piensos suelen diseñarse en función de las necesidades de lactación, pero por cuestiones de manejo las conejas suelen recibir el pienso también fuera de la lactación. Durante la gestación, una mayor concentración energética de los piensos suele producir un descenso en la ingestión de las conejas debido a la regulación energética de la ingestión, pero en algunos casos las hembras no son capaces de regular su ingestión, especialmente con piensos ricos en almidón, lo que les lleva a una ingestión energética excesiva.

La mayoría de los trabajos consultados en la bibliografía no muestran ningún efecto del incremento del contenido energético del pienso sobre el tamaño de camada al parto de las conejas. Sin embargo, en otros trabajos llevados a cabo a largo plazo se ha observado una disminución del número de nacidos vivos como consecuencia de una mayor mortalidad al parto de los gazapos cuyas madres recibían un pienso rico en grasa o en almidón.

Quevedo (2005) observa una mayor ingestión de energía y una reducción del tamaño de la camada al parto de las conejas que recibieron un pienso energético durante la gestación. Sin embargo, también es importante señalar que estos resultados no eran debidos a las conejas que solaparon la gestación con la lactación precedente, sino a las conejas que no solaparon lactación y gestación. En otras

especies se ha observado un aumento del catabolismo hepático de la progesterona, hormona necesaria para el establecimiento y mantenimiento de la gestación, cuando se aumentaba la ingestión energética durante la gestación, lo que puede aumentar la mortalidad embrionaria y explicar la reducción de la camada al parto.

Estos resultados sugieren que la utilización a largo plazo de piensos ricos en energía (especialmente aquellos enriquecidos con almidón) deben ser utilizados con cuidado fuera de la lactación.

Por otro lado, el efecto que tienen estos piensos sobre el número de nacidos vivos es muy distinto en función del ciclo reproductivo en el que nos encontremos (Figura 4). No parecen afectar a la prolificidad de las conejas reproductoras mientras alcanzan el peso y la capacidad de ingestión de adultas, pero el número de nacidos vivos disminuye un 7% en las conejas multíparas que reciben un pienso energético, siendo recomendable la restricción de estos piensos fuera de la lactación en conejas multíparas.

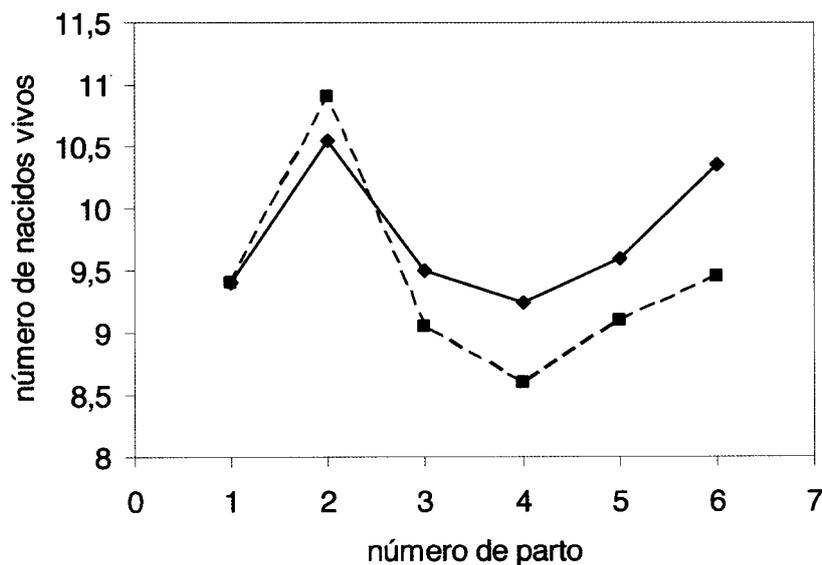


Figura 4. Evolución del número de nacidos vivos en conejas que recibieron un pienso control (◆) o un pienso energético (■) a lo largo de 6 ciclos reproductivos (adaptado de Quevedo, 2005).

Finalmente, respecto al efecto de los piensos ricos en energía sobre la fertilidad y el índice de reposición de las conejas los resultados son controvertidos. Normalmente las dietas ricas en grasa favorecen la producción de leche de las conejas, lo que también puede suponer una mayor carga productiva y más tiempo de recuperación para las hembras. De hecho existe una correlación positiva entre el aumento del intervalo entre parto de las conejas y el aumento del contenido en grasa del pienso ($r=0.78$; $P<0.001$), la producción de leche ($r=0.60$; $P<0.1$) y el tamaño de la camada al destete ($r=0.82$; $P<0.001$).

En varios trabajos realizados en nuestro Departamento a largo plazo, hemos observado que el nivel y la fuente de energía del pienso no parecen afectar al índice de reposición de las conejas, de acuerdo



con los resultados obtenidos por otros autores (Barreto y de Blas, 1993; De Blas *et al.*, 1995; Lebas y Fortun-Lamothe, 1996). Sin embargo, en algún caso se ha encontrado un aumento en el número de conejas eliminadas cuando se añadía al pienso grasa animal respecto a aceite vegetal.

Efectos durante la lactación.

Como ya hemos comentado, el estado corporal de la coneja lactante será el resultado del equilibrio o no entre la capacidad de ingestión de energía y el esfuerzo productivo (producción de leche, concurrencia con la siguiente gestación), aunque está también afectada por el estado sanitario y la trayectoria reproductiva de la hembra. La mayoría de los trabajos de balance nutricional muestran un claro déficit energético durante la primera lactación de las conejas, con pérdidas de peso y movilización de sus reservas. Esto también se observa en conejas múltiparas cuando presentan ritmos reproductivos intensivos o un elevado tamaño de camada. De este modo, el uso de piensos energéticos durante la lactación aumentaría el aporte de energía, pudiendo mejorar la productividad de las conejas y/o reducir la movilización de reservas corporales observada durante esta fase.

En efecto, la mayoría de los trabajos realizados indican que la inclusión de grasa en el pienso de conejas lactantes mejora la utilización de la energía ingerida hacia el output lácteo (producción y composición), especialmente cuando esta grasa es de origen animal, mientras que la inclusión de una mayor cantidad de energía en forma de almidón podría disminuir el balance energético negativo que sufren las conejas reproductoras durante dichos períodos de exigencia productiva. Por otra parte, los resultados obtenidos con aceites vegetales parecen encontrarse a medio camino entre el uso de grasa animal y de almidón de cereales, ya que las conejas muestran una producción lechera similar a las suplementadas con grasa animal pero con movilizaciones de reservas menores (Pascual *et al.*, 2003).

Sin embargo, el efecto que tienen estos piensos energéticos en lactación no es igual a lo largo de su vida reproductiva. La ingestión de pienso de las conejas primíparas parece estar principalmente regulada por factores físicos y parece ser insuficiente para cubrir la totalidad de sus necesidades. Bajo estas circunstancias, la utilización de un pienso altamente energético durante dicho período (independientemente de la fuente) aumenta claramente la ingestión de energía de las conejas en lactación (+15%; Pascual *et al.*, 1998), pudiendo usarse dicha energía para mejorar su productividad y/o su estado corporal. Sin embargo, el aumento de la ingestión energética observado con pienso ricos en grasa durante la lactación de conejas múltiparas es claramente inferior (+6%; Pascual *et al.*, 1998) y cuando se utilizan dietas ricas en almidón se observa incluso una reducción de esta (10%; Lebas y Fortun-Lamothe, 1996; Pascual *et al.*, 1999).

Estos resultados, unidos a los observados durante la gestación parecen indicar la utilidad de los piensos energéticos durante los primeros ciclos reproductivos, cuando la capacidad de ingestión de las conejas es su principal factor limitante, pero su ventaja no es tan evidente una vez las conejas alcanzan su tamaño de coneja adulta, aumentando el riesgo de que se produzca un engrasamiento excesivo y/o a una reducción de la prolificidad si no se utilizan con cuidado, lo que aumentara también el riesgo de eliminación, como ya hemos comentado.

Finalmente, para el diseño de un sistema de alimentación para conejas reproductoras globalizado, debemos tener en cuenta también el posible efecto de la alimentación de las conejas y su camada durante la lactación sobre el posterior desarrollo y salud en la fase de engorde.

En 1985, Morise describe una relación negativa entre el peso de los gazapos al destete y su mortalidad durante el período de engorde, por ello varios trabajos han tratado de aumentar el peso al destete de los gazapos mediante el aumento de la producción de leche, fomentando la ingestión de pienso o retrasando la edad de destete. De todos estos trabajos, con resultados en gran parte contradictorios, parece únicamente deducirse que los animales que muestran una mayor ingestión peri-destete, presentan un mejor crecimiento y estado sanitario.

Tabla 4. Efecto del nivel energético del pienso de lactación sobre el desarrollo del gazapo durante la fase de engorde (adaptada de Quevedo, 2005).

	Pienso comercial	Pienso energético
Consumo leche pre-destete (21-28d; g d ⁻¹)	203 ^a	226 ^b
Consumo pienso pre-destete (21-28d; g MS d ⁻¹)	39.8 ^b	26.0 ^a
Peso al destete (g)	480 ^a	496 ^b
Consumo post-destete (28-63d; g MS d ⁻¹)	106.4 ^b	102.9 ^a
Mortalidad (28-63d; %)	13.0 ^a	16.8 ^b
Índice de riesgo sanitario (28-63d; %)	14.5 ^a	18.7 ^b

^{a,b} Medias sin letras en común son significativamente diferentes a P<0.05.

Índice de riesgo sanitario: mortalidad + morbilidad.

Durante el engorde ambos grupos recibieron el mismo pienso de engorde comercial.

Maertens y De Groot (1990) observaron que los animales que muestran una adaptación temprana a la ingestión de pienso sólido presentaban una mayor ingestión y crecimiento, así como un menor número de incidencias durante el período de engorde. Estos resultados coinciden con los observados por Quevedo (2005), donde los gazapos que recibieron el pienso comercial mostraron una mayor ingestión pre-destete, que quizás permitió un destete menos brusco en comparación con los gazapos que recibieron un pienso energético (Tabla 4). Estos últimos presentan un mayor tamaño e ingestión total de leche + pienso al destete, pero una ingestión sólida pre-destete claramente inferior (un 50% menos), por lo que su destete podría ser más brusco afectando a su viabilidad durante el engorde (+4% de mortalidad en engorde).

De hecho, existe una ligera correlación positiva entre la cantidad de leche recibida por los gazapos durante la lactación y el porcentaje de mortalidad observado durante el cebo ($r=+0.16$; $P<0.001$). Estos resultados indicarían el posible interés de estudiar formas de incentivar el pronto y adecuado consumo de los gazapos para tratar de reducir, al menos en parte, los trastornos digestivos observados durante el período de engorde. Aunque hacen falta más trabajos en este sentido, los piensos que favorecen la producción de leche podrían no ser los más adecuados al final de la lactación para alcanzar este objetivo.



■ CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo se han revisado los últimos avances en estrategias nutricionales para el manejo de conejas reproductoras, considerando criterios productivos a corto plazo (tamaño de camada, producción de leche...), y especialmente criterios más a largo plazo (condición corporal, la esperanza de vida, estado sanitario...), valorado su posible efecto sobre el posterior desarrollo de la camada.

Hoy disponemos de un mas información sobre la interacción entre selección genética y nutrición y sobre la evolución del estado corporal de la coneja a lo largo del ciclo reproductivo y a lo largo de su vida efectiva, pudiendo conocer mejor los momentos más críticos, las diferencias en la gestión de reservas en función de la edad de la coneja, y el posible efecto que el estado corporal puede tener sobre la efectividad de la reproducción o sobre su longevidad.

Todo ello, permitirá en un futuro el desarrollo de estrategias nutricionales globales para la coneja reproductora, de las que ya se dispone de algunos resultados de programas de alimentación en recría, el uso de piensos energéticos o de la adecuación de la nutrición a la mejora genética.

Sin embargo, debe realizarse un mayor esfuerzo futuro en el estudio de estrategias nutricionales globales que consideren la productividad de la coneja reproductora a largo plazo y su posible efecto sobre el desarrollo posterior de sus camadas.



REFERENCIAS

- BARRETO G., DE BLAS J.C. 1993. Effect of dietary fibre and fat content on the reproductive performance of rabbit does bred at two ramating times during two seasons. *World Rabbit Science* 1: 77-78.
- BOLET G., FORTUN-LAMOTHE L. 2002. Relationship between body condition and reproductive performance in rabbit does. *Proceedings of 3rd Meeting of Cost Action 848*, Ispra, Comm.. no. 23.
- COSTA C., BASELGA M., LOBERA J., CERVERA C., PASCUAL J.J. 2004. Evaluating response to selection and nutritional needs in a three-way cross of rabbits. *J. Anim. Breed. Genet.* 121: 186-196.
- DE BLAS J.C., TABOADA E.G.G., NICODEMUS N., MÉNDEZ J. 1995. Effect of substitution of starch for fiber and fat isoenergetic diets on nutrient digestibility and reproductive performance of rabbits. *J. of Anim. Sci.* 73: 1131-1137.
- FERNÁNDEZ-CARMONA J., CERVERA C., BLAS E. 1996. High fat diets for rabbit breeding does housed at 30 °C. *Proceeding 6th World Rabbit Congress*, Toulouse, France, Vol. 1: 167-169.
- FERNÁNDEZ-CARMONA J., SANTIAGO S., ALQUEDRA I., CERVERA C., PASCUAL J.J. 1998. Effect of lucerne-based diets on the reproductive performance of rabbit does at high temperatures. *World Rabbit Science* (6): 227-242.
- FORTUN-LAMOTHE L. 2005. Energy balance and reproductive performance in rabbit does. Review. *Animal Reproduction Science*, (in press).
- FORTUN L., LEBAS F. 1994. Effets de l'origine et de la teneur en energie de l'aliment sur les performances de reproduction de lapines primipares saillies post partum. Premiers resultats. *Proceedings 6èmes Journées de la Recherche Cunicole*, La Rochelle, 285-292.
- GARCÍA M.L., BASELGA M. 2002. Estimation of genetic response to selection in litter size of rabbits using a cryopreserved control population and genetic trends. *Livestock Production Science* 74:45-53.
- GARCÍA J., PÉREZ-ALBA L., ÁLVAREZ C.R., ROCHA R., RAMOS M., DE BLAS J.C. 1995. Prediction of the nutritive value of lucerne hay in diets for growing rabbit. *Animal Feed Science and Technology* 54:33-44.
- GÓMEZ, E., A., RAFEL, O., RAMÓN, J., BASELGA, M. 1996. A genetic study on a line selected on litter size at weaning. Proc. of the 6th World Rabbit Congress. Toulouse. France. 2: 289-292.
- LEBAS F., FORTUN-LAMOTHE L. 1996. Effects of dietary energy level and origin (starch vs oil) on performance of rabbit does and their litters: average situation after 4 weaning. *Proceeding 6th World Rabbit Congress*, Toulouse, France, Vol. 1: 217-222.
- LEBAS F., LAPLACE J.P., DROUMENQ P. 1982. Effets de la teneur en énergie de l'aliment Chez le lapin. Variations en fonction de l'age des animaux et de la sécuence des régimes alimentaires. *Annales de Zootechnie* 31: 233-256.
- MAERTENS L., DE GROOTE G. 1990. Feed intake of rabbit kits before weaning and attempts to increase it. *Journal of Applied Rabbit Research* 13:151-158.
- MORISE J.P. 1985. Pathologie digestive: alimentation et zootechnie. *Eleveur de lapins* 9: 51-55.
- NIZZA A., DI MEO C., ESPOSITO L. 1997. Influence of the diet used before the first mating on reproductive performance of rabbit does. *World Rabbit Science* 5: 107-110.
- PARIGI-BINI R., XICCATO G. 1993. Recherches sur l'interaction entre alimentation, reproduction et lactation chez la lapin. Une revue. *World Rabbit Science* 1: 155-161.
- PARIGI-BINI R., XICCATO G. 1998. Energy Metabolism and Requirements. In: *The Nutrition of the Rabbit*. Ed. C. de Blas and J. Wiseman. CABI Publishing, Wallingford, UK, 103-131.
- PARIGI-BINI R., XICCATO G., CINETTO M. 1990. Energy and protein retention and partition in pregnant and non-pregnant rabbit does during the first pregnancy. *Cuni-Sciences* 6 (1): 19-29.



- PARTRIDGE G.G., LOBLEY G.E., FORDYCE R.A. 1986. Energy and nitrogen metabolism of rabbit during pregnancy, lactation and concurrent pregnancy and lactation. *British Journal of Nutrition* 56:199-207.
- PASCUAL J.J. 2005. Necesidades nutricionales de las conejas reproductoras: hacia la búsqueda de estrategias globales. *Livro de Comunicações III Jornadas internacionais de Cunicultura*. Vila Real. Portugal, 1-25.
- PASCUAL J.J., CERVERA C., BLAS E., FERNÁNDEZ-CARMONA J. 1998. Effect of the high fat diets on the performance and food intake of primiparous and multiparous rabbit does. *Animal Science* 66: 491-499.
- PASCUAL J.J., TOLOSA C., CERVERA C., BLAS E., FERNÁNDEZ-CARMONA J. 1999. Effect of diets with different digestible energy content on the performance of rabbit does. *Animal Feed Science and Technology* 81:105-117.
- PASCUAL J.J., CERVERA C., FERNÁNDEZ-CARMONA J. 2000. The effect of dietary fat on the performance and body composition of rabbit in the second lactation. *Animal Feed Science and Technology* 86: 191-203.
- PASCUAL J.J., MOTTA W., CERVERA C., QUEVEDO F., BLAS E., FERNÁNDEZ-CARMONA J. 2002a. Effect of dietary energy source on the performance and perirrenal fat thickness evolution of primiparous rabbit does. *Anim. Sci.* 75: 267-279.
- PASCUAL J.J., CERVERA C., FERNÁNDEZ-CARMONA J. 2002b. Feeding program for young rabbit does base don all lucerne diets. *World Rabbit Science* 10: 7-13.
- PASCUAL J.J., CERVERA C., BLAS E., FERNÁNDEZ-CARMONA J. 2003. High energy diets for reproductive rabbit does: effect of energy source. *Nutrition Abstracts and Reviews. Series B: Livestock Feeds and Feeding* 73 (5): 27R-39R.
- QUEVEDO F. 2005. *Adecuación de la nutrición a la mejora genética de la coneja reproductora*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. Spain. 218 pp.
- QUEVEDO F., CERVERA C., BLAS E., BASELGA M. COSTA C., PASCUAL J.J. 2005. Effect of selection for litter size and feeding programme on the development of rearing rabbit does. *Animal Science* 80: 161-168.
- REZNICK D., NUNNEY L., TESSIER A., 2002. Big houses, big cars, superfleas and the costs of reproduction. *Trends in Ecology and Evolution* 15 (10), 421-425.
- ROMMERS J.M., BOITI C., BRECCHIA G., MEIJERHOF R., NOORDHUIZEN J.P.T.M., DECUYPERE E., KEMP B. 2004. Metabolic adaptation and hormonal regulation in young rabbit does during long-term caloric restriction and subsequent compensatory growth. *Animal Science* 79: 255-264.
- THEILGAARD P., SANCHEZ J.P., PASCUAL J.J., FRIGGENS N.C., BASELGA M. 2005. Efecto de la condición corporal y de la selección por prolificidad sobre la longevidad de conejas reproductoras. *Información Técnica Económica Agraria (ITEA)*, 26: 171-173.
- VAN NOORDWIJK A.J., DE JONG G., 1986. Acquisition and allocation of resources: Their influence on variation in life history tactics. *American Naturalist* 128(1): 137-142.
- VERDELHAN S., BOURDILLON A., DAVID J.J., HURTAUD J., LÉDAN L., RENOUF B., ROULLEAU X., SALAUN J.M. 2005. Comparaison de deux programmes alimentaires pour la préparation des futures reproductrices. *Proc. 11èmes Journées de la Recherche Cunicole*. Paris. France. 119-122.
- XICCATO G., BERNARDINI M., CASTELLINI C., DALLE ZOTTE A., QUEAQUE P.I., TROCINO A. 1999. Effect of postweaning feeding on the performance and energy balance of female rabbits at different physiological states. *J. of Anim. Sci.* 77: 416-426.
- XICCATO G., TROCINO A., SANTORI A., QUEAQUE P.I. 2004. Effect of parity order and litter weaning age on the performance and body energy balance of rabbit does. *Livestock Production Science* 85: 239-251.



Mejora de los rendimientos de las explotaciones cunícolas

LA SUPERVIVENCIA PRENATAL EN LA CONEJA REPRODUCTORA

M. A. Santacreu Jerez

Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia.

Apartado 22012. Valencia 46071.

msantacr@dca.upv.es

RESUMEN

Se presenta una revisión del carácter supervivencia prenatal en conejo. Se estudian los factores ambientales y genéticos que determinan la supervivencia prenatal. Se describen los experimentos de selección por capacidad uterina y los resultados de un experimento con una población F2 para encontrar genes mayores relacionados con la supervivencia prenatal. Los genes de la oviductina y el receptor de la progesterona son genes candidatos para explicar las diferencias entre dos líneas con diferente tamaño de camada y supervivencia prenatal.

Palabras clave: supervivencia prenatal, supervivencia embrionaria, supervivencia fetal, capacidad uterina, conejo.

SUMMARY

Review about prenatal survival in rabbits. Enviromental and genetics factor of prenatal survival were studied. Selection experiments for uterine capacity and results of a F2 experiment to find mayor genes related with prenatal survival were described. Oviductine and progesterone receptor are candidate genes to explain differences in litter size and prenatal survival.

Key Words: prenatal survival, embryo survival, fetal survival, uterine capacity, rabbit.

INTRODUCCIÓN

La supervivencia prenatal es un carácter importante en producción animal, una elevada supervivencia prenatal conduce a un mayor tamaño de camada al nacimiento y consecuentemente a mayores beneficios económicos. El tamaño de camada al nacimiento es el resultado de una secuencia de sucesos: ovulación, fecundación y viabilidad de los embriones hasta el momento del parto. La mayoría de los estudios en conejo encuentran que la captación de los óvulos producidos por el ovario y su posterior fecundación son fenómenos de gran eficacia y responden a la "ley del todo o nada". En esencia, se puede considerar que el número de nacidos es un carácter resultado de dos componentes principales: la tasa de ovulación y la supervivencia prenatal.



La supervivencia prenatal es de aproximadamente un 70% de los óvulos liberados por el ovario tanto en conejo (Adams 1960; Santacreu, 2000; García, 2001) como en otras especies plótocas (Blasco *et al.*, 1993). En la gestación se pueden diferenciar tres fases, atendiendo al grado de desarrollo: fase de huevo, fase embrionaria y fase fetal. La fase de huevo es muy corta y va desde el momento de la fecundación hasta la eclosión del blastocisto, la fase embrionaria comprende la organogénesis y la fase fetal es la etapa de crecimiento. La delimitación entre la etapa embrionaria y fetal es difícil ya que no existe ningún hecho o circunstancia física que las separe claramente. En conejo, algunos autores han tomado el momento de la implantación como punto de referencia para separar la etapa embrionaria de la fetal. La implantación de los embriones se inicia en el día 7 de la gestación y se caracteriza por la adhesión de las células del trofoblasto del embrión al epitelio del útero de la hembra (Segalen and Chambon, 1983). Después de la implantación, un periodo clave es el comprendido entre los 8 y los 17 días de gestación, cuando la placenta corioalantoidea finaliza su desarrollo y la nutrición del feto pasa a ser controlada por la placenta. En conejo, la placenta adsorbe los nutrientes directamente de la circulación sanguínea materna y los pasa al embrión. En este artículo, vamos a considerar la **supervivencia embrionaria** como la supervivencia en el periodo comprendido entre la fecundación y la implantación y la **supervivencia fetal** la comprendida entre la implantación y el nacimiento. En conejo, las pérdidas son importantes en los dos periodos, la mortalidad embrionaria es de un 10%-14% y la fetal está estimada en un 20-22% (Adams 1960; Santacreu, 1992; Santacreu *et al.* 2000; García, 2001) y obedecen a causas diferentes.

FACTORES QUE DETERMINAN LA SUPERVIVENCIA PRENATAL

La supervivencia prenatal está regulada por factores ambientales y por factores genéticos. Los factores ambientales más destacables son la edad (Hulot y Matheron, 1981; Matheron, 1982), la época en la que transcurre la gestación (Selme y Prud'hon, 1973; Hulot y Matheron, 1981; García *et al.*, 1983) y el estado de la hembra (Hafez y Ishibashi, 1965; Smitd *et al.*, 1968; Harned y Casida, 1969; Foxcroft y Hasnain, 1973). Se diferencian varios estados en la coneja: que la coneja sea núlpara o no, y en este último caso si está lactante o no en el momento de la monta. Los resultados de los trabajos citados son diversos, algunos autores encuentran efectos relevantes de estos factores y otros no, por lo que resulta difícil concluir acerca de la importancia de estos efectos ambientales. Por ejemplo, en el caso del factor estado de lactación de la hembra, Hafez y Ishibashi (1965) y Smitd *et al.* (1968) encuentran que la mortalidad antes de la implantación es mayor en las conejas lactantes; sin embargo, Harned y Casida (1969) y Foxcroft y Hasnain (1973) no encuentran diferencias entre lactantes y no lactantes. El conjunto de resultados de los experimentos que estudian el efecto de la edad, estación y estado de la hembra sugieren que estos factores podrían explicar entre el 0% y el 10% de las pérdidas durante la gestación.

Entre los factores genéticos hay que considerar los de la madre, los del embrión y sus interacciones. Tanto en conejo como en otras especies estudiadas, parece que el genotipo de la madre es el que juega el papel más importante en la supervivencia prenatal, mientras que el genotipo del embrión tiene un papel menos relevante (Bradford, 1979 y Blasco *et al.*, 1993 revisiones en conejo, cerdo y ratón; Hulot y Matheron, 1979; Brun *et al.*, 1992; Mocé *et al.*, 2004a y 2004b, en conejo). La transferencia recíproca de embriones entre hembras de diferentes líneas o razas es un técnica muy útil que permite separar los efectos de la madre, el embrión y las interacciones. En conejo donde la ovulación es inducida por el coito y donde no hay migración embrionaria entre cuernos uterinos, es una especie particularmente adecuada para este tipo de estudios.



Se han sugerido diferentes causas para explicar la pérdidas prenatales que dependen del genotipo de las hembras en las primeras etapas de la gestación: un **aumento del número de óvulos inmaduros** cuando la tasa de ovulación es alta (Torres, 1982, en conejo; Koenig *et al.*, 1986, en cerdos) y una **secreción inadecuada de determinadas proteínas y hormonas** necesarias para el desarrollo del embrión. La progesterona y el estradiol interactúan, en conejo no se conoce bien el mecanismo, y modifican la composición proteica de las secreciones uterinas a lo largo de la gestación (Beier, 2000 y Daniel 2000, en conejo; Bagchi *et al.*, 2001 en humanos y ratas; Vallet *et al.*, 1998, en cerdo). En las últimas etapas de la gestación, se ha sugerido que la principal causa de mortalidad es la competencia entre los embriones por la disponibilidad de espacio y nutrientes cuando hay un gran número de embriones presentes en el útero (Adams, 1962; Hafez, 1969). Las características más estudiadas son la longitud, peso y grado de vascularización del útero (Argente *et al.*, 2003).

Es difícil predecir el efecto de los factores genéticos que dependen de la madre sin tener en cuenta su interacción con el embrión. Para el establecimiento y mantenimiento de la gestación, así como para estimular el transporte de los nutrientes, se requiere la emisión, por parte del embrión, de señales bioquímicas y moleculares en las cantidades y momentos adecuados. Varios autores sugieren que una parte de la mortalidad prenatal se puede deber a una asincronía entre el estado de desarrollo del embrión y el estado fisiológico de la hembra, lo que conllevaría que algunos embriones no presentarían el estado de desarrollo adecuado respecto al ambiente uterino donde se encuentran (Wilmut *et al.*, 1986; Bazer *et al.*, 1990). En conejos, se ha observado variabilidad en el desarrollo embrionario a las 96 horas de gestación, los embriones de menor tamaño fueron menos viables que los embriones de mayor tamaño (72% frente a 88% de supervivencia, diferencias relevantes pero no significativas, Torres *et al.*, 1987). Estos resultados están de acuerdo con lo obtenido en porcino (Wilde *et al.*, 1988) y con los experimentos transferencia de embriones donde la hembra donante de los embriones y la receptora no están sincronizadas (Techakumphu *et al.*, 1987, en conejo). La diversidad en el grado de desarrollo de los embriones puede deberse a diferencias en el tiempo que transcurre desde la ovulación del primer y último ovocito, característica que depende de la hembra y a diferencias en la velocidad de desarrollo de los embriones.

En conejo, la ovulación del 50% de los folículos se produce alrededor de las 10-11 horas después de la monta y por término medio a las 13 horas post-monta ya han ovulado el 100% de los folículos (Harper, 1961). Fujimoto *et al.* (1974) observan cómo el tamaño de los folículos influye en el tiempo necesario para que ovulen y cómo los folículos menos desarrollados ovulan más tarde que los más desarrollados. En porcino, Pope *et al.* (1988) y Xi *et al.* (1990) concluyen que los ovocitos de los folículos que ovulan primero llegan a ser embriones más desarrollados.

En un estudio de Torres *et al.* (1987) se comparan las dos razas más utilizadas en las líneas comerciales de conejo. Las conejas de la raza California presentan un tamaño de camada similar a las de la raza Neozelandesa, a pesar de tener una mayor tasa de ovulación. Los autores sugieren que este resultado se debe a que las hembras California presentan una mayor proporción de óvulos no fecundados y un retraso en las primeras divisiones de los embriones. En ratón se ha encontrado la presencia de un grupo de genes Ped (Preimplantation embryo development, ligado al locus MHC) que afectan a la tasa de desarrollo de los embriones (Golbard y Warner, 1982). Wilmut *et al.* (1986) sugieren que una tasa de división más lenta estaría asociada con pérdidas después de la implantación, una menor supervivencia fetal. No se dispone de estimas del porcentaje de pérdidas



embrionarias y fetales que supone una tasa de desarrollo del embrión más lenta ó un proceso de ovulación largo en el tiempo.

■ EXPERIMENTOS DE SELECCIÓN POR SUPERVIVENCIA PRENATAL

En conejo se han llevado a cabo dos experimentos de selección divergente por capacidad uterina de la hembra, uno en Francia y otro en España. La capacidad uterina es un carácter altamente correlacionado con la supervivencia prenatal. La capacidad uterina es la parte de la supervivencia prenatal que depende de la hembra y se ha definido como el máximo número de embriones que una hembra puede mantener hasta el final de la gestación sin que la tasa de ovulación sea un factor limitante (Christenson *et al.*, 1987). Para que una hembra pueda expresar su capacidad uterina, su tasa de ovulación debe ser más alta que el máximo número de embriones que es capaz de gestar. En condiciones normales, un porcentaje de hembras de la población no podrán expresar su capacidad uterina por lo que en los experimentos de selección, la capacidad uterina se ha estimado en hembras unilateralmente ovariectomizadas (hembras ULO) (Bolet *et al.*, 1994; Argente *et al.*, 1997, en conejo; Kirby *et al.*, 1993, en ratón). La coneja tiene los dos cuernos uterinos independientes y por tanto no hay trasmigración uterina, así la ovariectomía unilateral (extirpación de uno de los ovarios) permite que el ovario remanente duplique la tasa de ovulación y que el cuerno uterino funcional sea atestado con el doble de embriones que en condiciones normales.

En el experimento de selección llevado a cabo en Francia, el criterio de selección fue el número de fetos muertos entre la implantación y el nacimiento. La respuesta estimada después de tres generaciones de selección fue nula tanto para el número de muertos como para el tamaño de camada en hembras ULO (Bolet *et al.*, 1994).

En el experimento realizado en España, el criterio de selección fue el tamaño de camada en hembras ULO. Después de diez generaciones de selección divergente, la línea seleccionada para incrementar la capacidad uterina (H) presentaba un mayor número de embriones implantados (1.8) y un mayor tamaño de camada (2.4 gazapos) que la línea seleccionada para disminuir la capacidad uterina (L) aunque ambas líneas mostraban una tasa de ovulación similar (Santacreu *et al.*, 2005). La gran diferencia entre las líneas H y L en tamaño de camada se debe a una mayor respuesta en la línea L, la respuesta estimada con una población control fue asimétrica. La disminución de tamaño de camada en la línea L se debe a un descenso de la supervivencia embrionaria y de la fetal. La línea H seleccionada para aumentar la capacidad uterina, e indirectamente la supervivencia prenatal, no ha tenido más éxito que la selección directa por tamaño de camada (Santacreu *et al.*, 2005).

Una gran parte de las diferencias observadas entre las líneas H y L para el número de embriones implantados se presentan a las 72 horas de gestación, durante su tránsito por el oviducto. La línea H presenta un mayor número de embriones y con un mayor desarrollo. Estas diferencias en el número de embriones empiezan a ser relevantes a 62 horas de gestación. En momentos previos de la gestación (25 y 48 horas) no se han encontrado diferencias entre ambas líneas para el número de embriones. En cuanto al desarrollo de los embriones, a 25 horas de gestación ambas líneas presentan un desarrollo embrionario similar, pero tanto a 48 como a 62 horas se ha encontrado que la línea H presenta un mayor desarrollo embrionario (Peiró *et al.*, 2004), de acuerdo con lo encontrado a 72 horas de la gestación por Mocé *et al.* (2004).

Estas líneas en sí no tienen interés comercial pero sí que son de gran interés desde el punto de vista académico para profundizar en las razones del porqué esta diferencia en la supervivencia embrionaria. Hay razones para suponer que puede estar interviniendo un gen mayor. Gran parte de las diferencias entre las líneas H y L se produjeron en las dos primeras generaciones (Blasco *et al.*, 2005) y los resultados de un análisis de segregación sugieren la existencia de un QTL segregando en la población base para la capacidad uterina y el número de embriones implantados (Argente *et al.*, 2003). Actualmente se está llevando a cabo un experimento cuyo objetivo es averiguar la existencia de un gen o genes responsables de las diferencias en supervivencia embrionaria encontradas produciendo una F2 a partir del cruce de las líneas H y L. Para la búsqueda de posibles genes involucrados en las diferencias en supervivencia prenatal entre ambas líneas se utilizó la estrategia de análisis de genes candidatos. La identificación de variantes genéticas en los genes candidatos permitiría en un futuro la utilización de información molecular en los programas de mejora genética. Los genes candidatos estudiados han sido los que codifican para proteínas presentes en el oviducto y útero en las primeras etapas de la gestación y cuya actividad está relacionada con el desarrollo y supervivencia del embrión:

- La **uteroglobina** es el principal componente proteico (40-60%) de la secreción uterina durante la implantación y está relacionado con la protección del blastocisto (Beier, 2000; Gutierrez-Sagal *et al.*, 1993).
- El **receptor de la progesterona** es una proteína que se une específicamente a la progesterona y media su acción. La progesterona es un componente clave en la regulación de los fenómenos que se suceden en la gestación, participa en la liberación del ovocito maduro, la implantación del embrión, el mantenimiento de la gestación y el crecimiento uterino (Gutierrez-Sagal *et al.*, 1993).
- La **oviductina** es una proteína que se expresa en el oviducto y que está relacionada con la fecundación y el desarrollo embrionario temprano (Hendrick *et al.*, 2001; Buhi, 2002).
- La **IGF-I**, factor de crecimiento similar a la insulina-I, es una hormona que está relacionada con el mantenimiento de la función normal de las células y con el desarrollo embrionario preimplantacional (Herrler *et al.*, 1998).
- El **TIMP-I** es una proteína que se expresa en el tracto reproductivo de la coneja, y que está relacionada tanto con el desarrollo embrionario como con la implantación (Brew *et al.*, 2000). Se han encontrado variantes alélicas en los genes del receptor de la progesterona y de la oviductina con frecuencias significativamente diferentes entre los animales de las líneas H y L. Estos polimorfismos pueden ser relevantes en la expresión del gen (promotor del receptor de progesterona) o en la estructura y función de la proteína (cambios aminoacídicos en la oviductina). No se han encontrado variantes alélicas asociadas a las líneas para el gen de la uteroglobina y el gen IGF-I. En un análisis incompleto del gen TIMP-1 tampoco se han encontrado polimorfismos para este gen entre los animales parentales; sin embargo, estudios de expresión preliminares, realizados por PCR cuantitativa, muestran diferencias significativas entre las dos líneas para la expresión del gen TIMP-1 en el oviducto a 62 h de la gestación que podrían explicar parte de las diferencias encontradas en número de embriones implantados.

Sin polimorfismos genéticos no se puede determinar si esta expresión diferencial es atribuible a diferencias genéticas en el propio gen TIMP-I o a otros genes que regulen su expresión.

La confirmación del efecto de los polimorfismos encontrados para los genes de la oviductina y el receptor de la progesterona requiere estudiar los valores que presentan los posibles genotipos para los caracteres reproductivos de interés: tamaño de camada, número de embriones implantados y supervivencia prenatal en los animales F2. Los primeros resultados de estos estudios de asociación indican que el receptor de la progesterona podría explicar parte de las diferencias entre ambas líneas, los animales que presentan el genotipo más frecuente en la línea H tienen un mayor número de embriones implantados y de nacidos vivos que el genotipo más frecuente en la línea L, 0.62 y 0.76, respectivamente (Peiró *et al.*, 2006). En el caso del gen de la oviductina, los primeros resultados no son concluyentes, es necesario disponer de más información para conocer si la oviductina puede explicar parte de las diferencias en supervivencia prenatal entre las dos líneas (Merchán *et al.*, 2006). Para aquellos genes que expliquen parte de las diferencias encontradas para el número de embriones implantados, la supervivencia prenatal o el tamaño de camada, el siguiente paso sería profundizar a través de qué mecanismos el producto de esos genes dan lugar a las diferencias observadas. Una primera aproximación sería el estudio de la expresión proteica para los diferentes genotipos en los estadios tempranos de la gestación.

Varios equipos de investigación están trabajando en el conocimiento del mapa genético del conejo. Una mayor densidad de marcadores y la comparación con otros mapas genéticos va a permitir en los próximos años el conocer la posición de algunos genes de interés para los caracteres supervivencia prenatal y tamaño de camada y para otros caracteres importantes en producción animal.



REFERENCIAS

- ADAMS C.E. 1960. Studies on prenatal mortality in the rabbit, *orictolagus cuniculus*: the amount and distribution of loss before and after implantation. *J. Endocrin.* 19: 325-344.
- ARGENTE M.J., SANTACREU M.A., CLIMENT A., BOLET G., BLASCO A. 1997. Divergent Selection for Uterine Capacity in Rabbits. *J. Anim. Sci.* 75: 2350-2354.
- ARGENTE M.J., BLASCO A., ORTEGA J.A., HALEY C.S., VISSCHER P.M. 2003. Analyses for the presence of a major gene affecting uterine capacity in unilaterally ovariectomized does. *Genetics* 163: 1061-1068.
- BAGCHI I.C., LI Q., CHEON Y.P. 2001. Role of steroid hormone-regulated genes in implantation. *Annals of the New York Academy of Sciences* 943: 68-76.
- BAZER F.W., TERQUI M., MARTINAT-BOTTE F. 1990. Physiological limits to reproduction. *4th World Congress Genetics Applied to livestock production*. Edinburgh. 26: 292-298.
- BEIER H.M. 2000. The discovery of uteroglobin and its significance for reproductive biology and endocrinology. *Annals of the New York Academy of Sciences* 923: 9-24.
- BLASCO A., BIDANEL J.P., BOLET G., HALEY C.S., SANTACREU M.A. 1993. The genetics of prenatal survival of pigs and rabbits: a review. *Livest. Prod. Sci.* 37: 1-21.
- BLASCO A., ORTEGA J.A., CLIMENT A., SANTACREU M.A. 2005. Divergent selection for uterine capacity in rabbits. I. Genetic parameters and response to selection. *J. Anim. Sci.* 83: 2297-2302.
- BOLET G., SANTACREU M.A., ARGENTE M.J., CLIMENT A., BLASCO A. 1994. Divergent selection for uterine efficiency in unilaterally ovariectomized rabbits. I. Phenotypic and genetic parameters. *5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Guelph, 1994. Vol 19: 261.
- BRADFORD G.E. 1979. Genetic variation in prenatal survival and litter size. *J. Anim. Sci.* 49: 66-74.
- BREW K., DINAKARPANDIAN D., NAGASE H. 2000. *Biochim. Biophys. Acta* 1477: 267-283.
- BRUN J.M., BOLET G., OUHAYOUN J. 1992. The effects of crossbreeding and selection on productive and reproductive traits in a diallel experiment between three strains of rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.* 15: 181-189.
- BUHI W.C. 2002. Review. Characterization and biological roles of oviduct-specific, oestrogen-dependent glycoprotein. *Reproduction* 123: 355-362.
- Christenson R.K., Leymaster K.A., Young L.D. 1987. Justification of unilateral hysterectomy-ovariectomy as a model to evaluate uterine capacity in swine. *J. Anim. Sci.* 67:738-744.
- DANIEL J.C. 2000. Discovery and perspectives from the blastokinin. *Annals of the New York Academy of Science.* 923: 1-8.
- KOENIG J.L.F., ZIMMERMAN D.R., ELDRIDGE F.E., KOPF J.D. 1986. The effect of superovulation and selection for high ovulation rate on chromosomal abnormalities in swine ova. *J. Anim. Sci.* (Suppl 1) 63: 202.
- FOXCROFT G.R., HASNAIN H. 1973. Embryonic mortality in the post-parturient domestic rabbit. *J. Reprod. Fertil.* 33(2): 315-318.
- FUJIMOTO S., RAWSON J.M.R., DUKELOW W.R. 1974. Hormonal influences on the time of ovulation in the rabbit as determined by laparoscopy. *J. Reprod. Fert.* 38: 97-103.
- GARCÍA M.L. 2001. Evaluación de la respuesta a la selección en dos líneas maternas de conejo. *Tesis Doctoral. Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia*. Valencia. España.
- GARCÍA F., BASELGA M., PLA M. 1983. Mortalidades embrionaria y fetal en las distintas etapas de la gestación en conejo de carne. *An. INIA (Serie ganadera)* 18: 11-27.
- Gutierrez-Sagal R., Perez-Palacios G., Langley E., Pasapera A.M., Castro I., Cerbón M.A. 1993. Endometrial expression of progesterone receptor and uteroglobin genes during early pregnancy in the rabbit. *Molecular Reproduction and Development* 34: 244-249.
- GOLBARD S.B., WARNER C.M. 1982. Genes affect the timing of early mouse embryo development. *Biol. Reprod.* 27: 419.
- HAFEZ E.S.E. 1969. Fetal survival in undercrowded and over crowded unilaterally pregnant uteri in the rabbit. *VI Congr. Reprod. Anim.* Paris. Francia. 1: 575.
- HAFEZ E.S.E., ISHIBASHI I. 1965. Effect of lactation and age at first breeding on size and survival of rabbit blastocyst. *Int. J. Fert.* 10: 47-55.
- HARNERD M.A., CASIDA L.E. 1969. Some post-partum reproductive phenomena in the domestic rabbit. *J. Anim. Sci.* 28: 785-788.
- HARPER M.J.K. 1961. The time of ovulation in the rabbit following the injection of luteinizing hormone. *J.*



Endocrin. 22: 147-152.

- Hendrick E., Hewetson A., Mansharamani M., Chilton B.S. 2001. Oviductin (Muc 9) is expressed in rabbit endocervix. *Endocrinology*. Vol. 142, Nº. 5: 2151-2154.
- Herrler A., Krusche C.A., Beier H.M. 1998. Insulin and insulin-like growth factor-I promote rabbit blastocyst development and prevent apoptosis. *Biol. Reprod.* 59: 1302-1310.
- HULOT F., MATHERON G. 1979. Analyses des variations génétiques entre trois race de lapins de la taille de la portée et ses composants biologiques en saillies post-partum. *Ann. Génét. Sél. Anim.* 11: 53-77.
- HULOT F., MATHERON G. 1981. Effets du génotype, d'âge et de la saison sur loes composantes de la reproduction chez la lapine. *Ann. Génét. Sél. Anim.* 13 (2): 131-150.
- Kirby Y.L., Nielsen M.K. 1993. Alternative methods of selection for litter size in mice. III. Response to 21 generations of selection. *J. Anim. Sci.* 71: 571-578.
- MATHERON G. 1982. genetics and selection of litter size in rabbit. *2nd Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Madrid. Vol 6: 481-498.
- MERCHÁN M., PEIRÓ R., ESTELLÉ J., SASTRE Y., SANTACREU M.A., FOLCH J.M. 2004. Análisis de los genes candidatos de la oviductina, uteroglobina y receptor de progesterona en dos líneas divergentes seleccionadas por capacidad uterina en conejo. *XII Reunión Nacional de Mejora Genética Animal*.
- MERCHÁN M., PEIRÓ R., ARGENTE M.J., GARCÍA M.L., AGEA I., SANTACREU M.A., BLASCO A., FOLCH J.M. 2006. Candidate genes for reproductive traits in rabbits: I. Oviductin gene. Aceptado en el *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Brasil, 2006.
- MOCÉ M. L., SANTACREU M. A., CLIMENT A., BLASCO A. 2004a. The effect of divergent selection for uterine capacity on prenatal survival in rabbits : Maternal and embryonic genetic effects. *J. Anim. Sci.* 82: 68-73.
- MOCÉ M.L., SANTACREU M.A., CLIMENT A., BLASCO A. 2004b. The effect of divergent selection for uterine capacity on feta land placentar development at term in rabbits : Maternal and embryonic genetic effects. *J. Anim. Sci.* 82: 1046-1052.
- PEIRÓ R., SANTACREU M. A., CLIMENT A., BLASCO A. 2004. Divergente selection for uterine capacity. Early embryo mortality. *8th World Rabbit Congress*. Puebla. Méjico.
- PEIRÓ R., MERCHÁN SANTACREU M.A., ARGENTE M.J., GARCÍA M.L., AGEA I., FOLCH J.M., BLASCO A. 2006. Candidate genes for reproductive traits in rabbits: II. Progesterone receptor gene. Aceptado en el *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Brasil, 2006.
- POPE W.F., WILDE M.H., XIE S. 1988. Effect of electrocautery of nonovulated follicles on subsequent morphological variation among day 11 porcine embryos. *Biol. Reprod.* 39: 882-887.
- SANTACREU M.A., MOCÉ M.L., CLIMENT A., BLASCO A. 2005. Divergent selection for uterine capacity in rabbits. II. Correlated response in litter size and its components estimated with a cryopreserved control population. *J. Anim. Sci.* 83: 2303-2307.
- SEGALEN J., CHAMBON, Y. 1983. Ultrastructural aspects of the antimesometrial implantation en the rabbit. *Acta Anat.* 115: 1-7.
- SELME M., PRUD'HON M., 1973. Comparaison au tours de différences saisons, des taux d'ovulation, d'implantation et de survie embryonnaire chez les lapines allaitantes saillies a l'oestrus post-partum et chez des lapines témoins. *Journées de Recherches Avicoles et Cunicoles*. Paris. 55-56.
- SMITD D., THOMSEN J.J., HAFEZ E.S.E. 1968. Investigation on the influence of lactation on implantation and foetal development in the rabbit. *Z. Tierzucht Zü chtbiol.* 84: 115-126.
- TECHAKUMPHU M., WITENBERG-TORRES S., SEVELLEC C. 1987. Survival of rabbit embryos after synchronous or asynchronous transfer. *Anim. Reprod. Sci.* 12: 297-304.
- TORRES S. 1982. Étude de la mortalité embryonnaire chez la lapine. III. *Journées de la Recherche Cunicole*. Paris. Francia. Nº 15.
- TORRES S., HULOT F., MEUNIER M., SEVELLEC C. 1987. Comparative study of preimplantation development and embryonic loss in two rabbit strains. *Reprod. Nutr. Develop.* 27 (3):707-714.
- VALLET J.L., CHRISTENSON R.K., TROUT W.E., KLEMCKE H.G. 1998. Conceptus, progesterone, and breed effects on uterine protein secretion in swine. *J. Anim. Sci.* 76: 2657-2670.
- XI S., BROERMAN D.M., NEPHEW K.P., BISHOP M.D., POPE W.F. 1990. Relationship between oocyte maturation and fertilization on zygotic diversity in swine. *J. Anim. Sci.* 68: 2027-2030.
- WILMUT I., SALES D.I., ASHWORTH C.J. 1986. Maternal and embryonic factors associated with prenatal loss in mammals. *J. Reprod. Fert.* 76: 851-864.



Mejora de los rendimientos de las explotaciones cunícolas

ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL NIDO Management strategies with the nest

Jesús Vicente Díaz

Veterinario
Nanta

RESUMEN

La evolución de la cunicultura industrial nos ha llevado a aprovechar mejor el espacio construido, pero el nido, en general, se ha ido volviendo menos protector, inconveniente que debe ser suplido con un mejor control del ambiente y manejo. Las estrategias de manejo del nido serán aquellas que nos permitan cubrir las necesidades que sepamos reconocer en nuestra maternidad, tendentes a conseguir que el ritmo de producción de las hembras sea óptimo y estable para el corto, medio y largo plazo. Aunque existan estrategias útiles comunes a la mayoría de las explotaciones, de las que aquí se hace una revisión, el protocolo del manejo en una maternidad debe de ser sopesado y afinado en función de las peculiaridades de cada granja.

ABSTRACT

Intensive rabbit breeding tends to improve the efficiency of the building space, but the nest becomes into a less protector one. This deficiency must be supplied creating a better environment and management. Management strategies with the nest will permit us cover all the necessities we can recognize, in order to find the optimal and more stable production of the females for the short, medium and long-term. Although there are usefull strategies that can be used in all the farms, reviewed here, the protocole on maternity handling has to be adapted for the peculiarities of each farm.

INTRODUCCIÓN

Una granja es un ecosistema en el que los conejos son la única población que nos interesa de todas las que la habitan. A través de la genética, la ingeniería, la sanidad y el manejo, pretendemos que se comporte como la granja ideal, esto es, que esos cuatro factores se ajusten entre ellos de la manera más eficiente posible para obtener la óptima rentabilidad, que en la maternidad consiste en destetar el máximo de animales con el máximo peso y esperanza de vida, sin que eso merme las posibilidades de todas esas madres de repetir esos resultados en sucesivos partos.

Observando la evolución de la cunicultura en los últimos 30 años vemos que:



- **Ingeniería:** Las jaulas han evolucionado hacia una polivalencia que aumenta su versatilidad e incrementa el aprovechamiento de la superficie de las instalaciones. El gran sacrificio ha sido el nido, de dimensiones reducidas y abierto por arriba en aras de un deseable menor esfuerzo en su vigilancia, con una hembra que solo pasa unos minutos al día con la camada. Así, el resto de la instalación y el manejo de la maternidad deberán de compensar estas carencias.

- **La Genética que escogemos:** las estirpes actuales han transformado completamente la cunicultura con animales mucho más productivos y eficaces energéticamente. A cambio, sus necesidades de los otros tres factores también son mayores, y todas las que no podamos cubrir irán mermando su productividad. Es muy importante tener presente siempre que aunque tratemos las maternidades como colectivos están formadas por individuos con necesidades particulares que a veces no coinciden con las de la mayoría del colectivo. Por eso, buscar en todo momento la homogeneidad genética del colectivo resulta imprescindible para simplificar el manejo.

- **Sanidad:** único estatus de los cuatro que nosotros no escogemos. Unas conejas que no paren, como es la reposición, son casi siempre el colectivo que sanitariamente menos aparenta problemas. Al reproducirlas hacemos que repartan sus ingestas de energía en otras funciones, y su capacidad de defenderse necesariamente disminuye: la reproducción lleva en si misma aparejado el riesgo de mermar la salud.

- **Manejo:** Tendrá que solucionar el resto de la ecuación: es la acción más versátil y rápida, pero a costa de nuestras costillas. Por eso, todo el conocimiento que tengamos de las demás carencias de la granja ayudará a proporcionar las claves de un manejo de la maternidad lo más adaptado a nuestras peculiaridades.

■ INGENIERÍA

La granja perfecta, completamente aislada de lo que suceda en el exterior, es demasiado cara y, salvo excepciones, al construirla buscamos el equilibrio óptimo entre instalación y presupuesto, rascando de aquí y de allí. Al año de estar en activo ya deberíamos conocer la mayoría de los defectos de funcionamiento que presenta. Aquellos que no se puedan corregir deberán de ser compensados adaptando los otros tres factores. Las normas de bioseguridad deberían cubrir ampliamente la posibilidad de entrada de novedades desagradables, incluyendo agua y alimento.

El objetivo final de la maternidad es que su eficiencia energética sea óptima (no máxima), de manera que los animales produzcan lo más posible pero manteniendo reserva suficiente para poder afrontar las variaciones continuas y a menudo ignoradas a las que están sometidos. Sabemos que una granja se acerca al ideal cuanto mejor defiende de las variaciones externas

La ingeniería, que incluye los alojamientos, determina las condiciones de clima y densidad en la que todos los animales tendrán salud o enfermedad: muchos de los problemas crónicos giran alrededor de alteraciones de las que la granja no nos puede defender mejor.

Materiales y dimensiones

Los nidos actuales se construyen con materiales óptimos para su limpieza y desinfección a costa de perder capacidad aislante. Nidales que aún eran frecuentes en los años 80 permitían a la hembra



descansar a la entrada de un nido cerrado, en una plataforma con una pequeña cubeta al lado para la camada, que permitía una opción de descanso a cubierto a la coneja, al tiempo que proporcionaba calor a las crías al atemperar el cajón. La evolución de la cunicultura y su mercado nos ha llevado a aprovechar al máximo el espacio, y los nidos se han convertido en pequeñas incubadoras en las que, a falta del calor materno, el cuidado que pongamos en su construcción y mantenimiento serán determinantes en el estado que tendrá la camada al destete.

Profundidad del nido

Considerada en tiempos fundamental para que la madre no arrastrara al exterior del nido ningún gazapo sujeto al pezón, existen modelos en la actualidad en que esa altura se vuelve mínima: inferior a 5 cm, sin que en general aumente la mortalidad por esa causa.

Clima

La combinación de temperatura, humedad relativa, y volumen y forma en la que se renueva el aire, conforman lo que podríamos llamar el "clima" de la granja. Las temperaturas ideales de la maternidad se consensúan entre los 15 y los 20°C. El frío hace que la coneja invierta parte de energía que consume en recuperar el calor que pierde. Una buena hembra seguirá dando leche a costa de perder peso, con los riesgos que eso conlleva.

Un frío intenso puede llegar a la granja, pero bajo ningún concepto puede dejarnos sin agua. El propileno glicol disminuye el punto de congelación del agua, hasta dosis de 20 cc./l, y constituye una fuente de energía adicional que no viene nada mal.

Con mucho, lo que peor toman las hembras son los cambios bruscos, especialmente las subidas de temperatura. Las hembras de reposición y las retrasadas más pesadas son las que peor lo pasan al parto, por falta de adaptación metabólica e inmune.

Temperatura del nido

La temperatura óptima a la que debe encontrarse la camada recién nacida se sitúa entre los 30°-35° centígrados. Los animales recién nacidos no son capaces de controlar suficientemente su temperatura corporal, por lo que además del acceso a las mamas, la calidad de pañal y nido son fundamentales. Presentan un mecanismo de supervivencia que les permite temperaturas corporales que pueden llegar a ser de menos de 30 °, y al calor de su madre reactivar su metabolismo si le queda la energía necesaria para mamar. Los partos fuera del nido llevan a situaciones de hipotermia que pueden ser a menudo resueltas si se calienta a los animales en una incubadora casera.

Temperaturas inferiores a 30° provocan que la camada invierta más energía en mantener temperatura corporal, con lo que su GMD y su capacidad de respuesta disminuyen, tanto más cuanto más baja sea. La elección de los materiales que se oferten a la coneja para construir el pañal será fundamental para su viabilidad.

Humedad

La humedad relativa óptima está entre el 45 y 65%. Los excesos de humedad favorecen la contaminación del nido y la posibilidad de infecciones cutáneas y de mucosas. Un déficit de humedad suele aparejar una mayor prevalencia de animales con rinitis y sus complicaciones.

Construcción del pañal

El pañal lo construye la coneja con el material que pongamos a su disposición mas el pelo del que esté dispuesta a desprenderse. Para poder modelarlo necesita un material fibroso, y el pelo proporcionará aislamiento a esa estructura mixta. El que mejor conserva el calor los cubre por los costados, con ellos colocados formando un círculo. Sobre ellos, el material algo más claro permite la salida del calor y por tanto la renovación del aire.

El sandwich permite el aislamiento inferior del nido, que se puede rellenar con cualquier material que impida la entrada masiva de aire por abajo y absorber los orines de los animales. Muchos nidos disponibles hoy, de jaula polivalente, son una simple cubeta sin sándwich, por lo que precisan que el pañal con que se doten sea lo bastante esponjoso y manejable para permitir a los gazapos crecer bien arropados y secos, pero ventilados. Si la entrada de aire por abajo se sospechara excesiva, un simple hoja de periódico bajo la cubeta puede ser suficiente.

Los sustratos más comunes son:

- Paja de cebada: de estructura más suave que la de trigo, permite a los animales una oferta de fibra extra si le apetece. Hay que poner cuidado en que no pinche y que no esté contaminada de hongos (paja moteada de negro). El olor debe ser perfecto.
- Viruta de madera: siempre cribada y seca durante todo su almacenamiento.
- Viruta de "chopo": virutas largas espirales, de dureza variable. Da buena estructura al nido. Puede haber algún accidente: ahogo de alguna cría.
- Borra de algodón: agregándola lo más esponjada que se pueda, son muy apropiadas para mantener el nido cálido en clima frío. Precisan de algún material que de estructura al pañal.
- Borra sintética: de calidades muy variables. Hay que tener cuidado con su capacidad de absorción y con el polvillo que suelte, que puede llegar a ser perjudicial para la camada (neumonías por aspiración)
- Usar pelo sobrante de otras hembras debe sopesarse bien por el riesgo de transmisión de enfermedades.

Para clima frío, la combinación de paja o viruta con una buena borra es probablemente la opción más completa. Con calor, un buen lecho de viruta puede ser suficiente. Cuando el tiempo es variable, con cambios muy bruscos de temperatura, es mejor pecar de nidos abrigados que de ventilados de más: el gazapo quizá mame menos si está sofocado, pero el frío lo merma más físicamente..

Después del parto, la coneja hace desaparecer del nido los anejos placentarios. Caso de que constatemos escasez de pañal, es el momento de recargarlo.

Cuidados del pañal

Los pañales húmedos (orinados por la hembra normalmente), además de favorecer las contaminaciones, pierden su capacidad aislante, con lo que los gazapos tendrán que invertir más energía en mantener su temperatura corporal y crecerán menos. Cambiar el nidal y usar un polvo secante siempre es una buena opción mientras ellos no puedan salir.

Los comportamientos maternos anómalos se concentran las primerizas, cuyas camadas deben de ser vigiladas con más atención. Además, en su conjunto son las que menos leche producen, por lo que sus camadas siempre van más justas de todo.



El pañal bien construido suele mantenerse muy bien sin necesidad de muchos cuidados. La aplicación de azufre al nido es una costumbre bien extendida por lo simple, económico y eficaz en la prevención de dermatosis fúngicas. La aplicación del azufre junto con el material del nido nos permite que la hembra disperse el polvo más uniformemente de lo que podemos hacerlo nosotros. Debe de ser repuesto en caso de que la hembra se deshaga del pañal o tengamos que cambiarlo. Dosis de 15 g. pueden ser de referencia. La aplicación correcta deja rizado el pelo de las orejas de los gazapos de 3 semanas de vida. Si se pelan de más puede que estemos aplicando azufre de más o de forma incorrecta. La paraqueratosis que produce la aplicación excesiva se manifiesta con una descamación ventral y axilar de la piel características, y merma la GMD de peso de las camadas.

Otros productos recomendables son las combinaciones de antisépticos y secantes sobre la camada, en su mayoría destinados a prevenir otras enfermedades dérmicas como la estafilococia, aunque también pueden ser de utilidad en algunas enfermedades digestivas de los lactantes.

Retirada del nido

El nido permite al gazapo mientras crece tener una opción de confort diferente a la jaula, lo que en condiciones normales es una ventaja en clima frío si el nido es cerrado. La fecha de retirada de este tipo nidal debería intentarse que fuera elástica, lo que sólo se puede conseguir teniendo nidos de sobra: a menos de 10º de temperatura ambiental, atrasar la retirada del nidal 4 días les permite un plus de crecimiento apreciable a simple vista.

En clima cálido lo lógico sería retirarlo cuando lo rechacen. No se debe retirar antes de los 21 días.

■ ANIMALES

Reposición

Los resultados de la maternidad se gestan siempre en la reposición. Las hembras que uno adquiere por primera vez serán de un lote normalmente de alrededor de dos meses de vida, uniforme y de una sola estirpe, con la mayor homogeneidad genética y sanitaria posibles, lo que facilitará su manejo. Aunque sea la subpoblación que normalmente menos trabajo reclama, no por ello debería de ser menos controlada.

Así, el primer objetivo en la reposición es criar una hembra perfectamente capacitada y adaptada para su primer parto y los siguientes. El segundo objetivo: que todas las demás sean como ésta.

Desde los 60 días hasta que completen el 70-80 % de su crecimiento deberían de estar alimentadas a libre disposición. En ese periodo, las hembras cada vez invierten menos de lo que comen en crecer y más en otras funciones fisiológicas (inmunitarias, etc), por lo debe estudiarse cómo alimentarlas correctamente para no tener problemas de adaptación en su primer parto:

- Atender específicamente a que no se engrasen, lo cual puede hacerse mediante:
 - Racionamiento del alimento: sólo cuando se da de comer a mano, y difícil de hacer en los comederos compartidos. En estos casos puede vigilarse el estado de carnes e irlas reubicando para que



animales con pesos similares compartan comedero. Otra opción deseable, para que desarrollen algo más su capacidad de ingesta sin perjudicarlas en su peso, es que dispongan periódicamente de un alimento que satisfaga su deseo de llenar el estómago pero que las alimente poco: paja de cebada, dos-tres veces por semana.

- En las instalaciones en las que el reparto sea automático o el comedero colectivo es mejor usar un alimento específico, que nos permita desarrollar una capacidad de ingesta mayor y que no las engrase, con alimentación voluntaria. De esta manera no caen tanto de peso en su primer parto, y mejoran los resultados productivos de su segundo parto considerablemente, sobre todo en fertilidad.

A partir de la pubertad suelen tener conflictos con otras hembras, por lo que se deben de alojar individualmente o recriarse a oscuras.

Aprovechar los momentos en los que hay que tomar a la futura reproductora (vacunas) para comprobar su estado de carnes y sanitario no requiere apenas tiempo, y proporciona una información muy útil sobre el camino a seguir.

Puede plantearse la posibilidad de alimentarlas con piensos que no aporten antimicrobianos, para permitir un mayor desarrollo de la microbiota beneficiosa y de la funcionalidad intestinal, con nutrición específica para tal fin.

Las enfermedades crónicas (enfermedades purulentas -mamitis, metritis, abscesos-, encefalitozoonosis, etc) junto con la pérdida de la uniformidad genética, son dos de las causas que más complican el manejo de la reposición al aumentar la variabilidad de las necesidades. Suele aparejar un incremento de hembras que han de ser eliminadas en los primeros tres partos por salud o mala producción.

Para la primera cubrición se puede hacer un flushing alimentario (esto es, aumentar la ración o su concentración los 7 días previos) o lumínico (si está criada a menos de 10 horas de luz al día), además del hormonal, para mejorar su receptividad y prolificidad. En el caso de que la media de nacidos vivos de la granja sea alta y sea difícil colocar neonatos pequeños, no es tan recomendable hacer el flushing, ya que las primerizas no deberían criar en general camadas que superen los 8 gazapos, para encarar con más garantía su segunda cubrición.

Preparto: balance energético

Durante el parto la hembra disminuye progresivamente su consumo de alimento, coincidiendo con el comienzo del sufrimiento fetal y la bajada de la tasa de progesterona en sangre, curva que se invierte después del parto para llegar a una ingesta máxima hacia el final de la tercera semana post-parto. En una hembra productiva ese ayuno provoca un balance negativo de energía que activa señales neuroendocrinas tendentes a activar el catabolismo para que siga habiendo disponibilidad suficiente de nutrientes. Y una hembra gestante y que no come tiene por fuerza que perder peso.

La duración e intensidad de este balance negativo repercute en el peso al nacimiento de la camada y en una merma de su viabilidad, además de que puede comprometer la salud de la hembra. Para aminorar los efectos de este balance negativo conviene recordar que:



- La hembra no puede escoger más que jaula o nido, de manera que en condiciones de calor sólo mediante la ingeniería obtendremos las soluciones más eficaces. El problema tiende a manifestarse cuanto más brusco sea el incremento de temperatura ambiente.
- Con calor, los nidos abiertos por arriba permiten a la hembra ventilarse mejor y favorece que el parto lo realice dentro.
- Si la ingesta está disminuida, puede ser útil ofertar un alimento muy concentrado en nutrientes. Como puede que no todas acepten ese cambio, conviene darles a escoger, poniendo ese suplemento en uno de los huecos del comedero mientras que el otro se mantiene con pienso de lactación.
- Usar dietas más concentradas en la maternidad siempre es una opción, recordando que los gazapos empiezan a comer a finales de su tercera semana de vida y que puede no ser conveniente que consuman alimentos diseñados para maternidad.
- El agua de bebida es un vehículo por el que se pueden suministrar fuentes de energía como el propilén glicol y de otras sustancias de las que puedan tener problemas de disponibilidad, especialmente iones, de los que el conejo tiene una capacidad de control regular. Poder controlar los consumos de agua nos permite saber cuando hay rechazos al aditivo que usemos.
- Soluciones más onerosas son las que usan la vía parenteral: combinaciones de vitaminas y aminoácidos ayudan a paliar el problema, pero implican manejos que a veces no pueden ser abordables.

Parto

Los fetos, al final de la gestación, comienzan a padecer ciertas carencias, especialmente de oxígeno, que provocan la liberación de prostaglandinas fetales, inductoras reales del comienzo del parto. También son, en parte, las responsables de la respuesta endocrina de la coneja.

Las hembras primerizas son las que más comportamientos anómalos presentan. Los más frecuentes son:

- Realizar el parto fuera del nido: puede llegar a plantearse sincronizar sus partos para que estemos presentes cuando se produzca. La aplicación de oxitocina sólo induce un parto que ya se haya iniciado, y fuera de esa circunstancia su aplicación resulta a menudo ineficaz
- Canibalismo y el que miccione dentro del nidal puede mejorar con la lactación controlada.

La sincronización de los partos mediante prostaglandinas es posible aunque su respuesta tiende a ser variopinta, por lo que deben sopesarse ventajas en inconvenientes.

Adopciones

Práctica habitual en las granjas, de ventajas obvias, para el que deben de adoptarse ciertas precauciones:

- Adoptar animales de pesos similares: los gazapos más pequeños sólo pueden sobrevivir si el resto de camada no es más fuerte y se adoptan a una hembra generosa.
- A una hembra que fallezca no se le deben repartir los gazapos: es mejor repartir una camada sana y alojar la huérfana junta, para minimizar el riesgo de difusión de enfermedades. Por eso no se deben de realizar adopciones en caso de enfermedades graves y extremadamente contagiosas, de las que el mejor ejemplo es la mixomatosis. Para el resto de enfermedades debe de consultarse con un técnico para sopesar ventajas e inconvenientes.
- No suelen haber rechazos a los adoptados cuando se usan con frecuencia desinfectantes, cuyo olor elimina suficientemente los olores propios de las hembras. Si se sospechara de esta causa, puede confundirse el olfato de las hembras simplemente con agua de colonia.
- Tanto para primerizas como abuelas, puede ser beneficioso aliviarlas de gazapos, especialmente



en las épocas en las que las reproductoras pierden más peso, como en verano, ya que permite dejar a las abuelas con menos camada pero sin perder ninguna hembra, para lo cual la camada debe de ser sexada, manejo que de recién nacidos ya es posible.

En el sexaje temprano, al evertir la vulva de una hembra tendrá forma de herradura o de grano de café, mientras que el macho aparece como un anillo. No resulta difícil evertir el sexo del animal siempre que se sujete correctamente. Es imprescindible marcar las hembras que serán futura reposición si no se quiere realizar el trabajo dos veces. El marcaje debe de ser permanente, y la opción más habitual es una marca auricular o un pendiente.

Lactancia controlada

En un nido actual una coneja que pretenda pasar al nidal a descansar tiene muchas probabilidades de pisotear la camada. Está consensuado que la primera semana de vida es la más crítica en la supervivencia, hecho común a otras especies que hacen de la prolificidad uno de sus mecanismos de supervivencia. El problema tiende a agravarse en las hembras que tienen menos peso del debido y en las que tienen mal de patas, en las que además de controlar la lactancia es obligado el uso de un reposapatas bien diseñado.

En estos casos, la lactancia controlada suele disminuir la mortalidad en el nido. Cuando se realiza por primera vez, no suele provocar inadaptaciones. No obstante, conviene vigilar que no haya un aumento en los problemas mamarios.

Lo habitual es permitir la lactancia a primeras horas del día, y las conejas dan de mamar en seguida. Es importante que este manejo cada día se realice a la misma hora. Cinco minutos es tiempo suficiente para la mayoría de las hembras, pero es mejor dejar un periodo más largo que sea suficiente para todas.

Los sistemas de apertura y cierre del nidal son variados, tanto manuales como automatizados. No suelen dar problemas al abrirlos, pero al cerrarlos hay que tener cuidado en aquellos sistemas que puedan comportarse como una guillotina.

Después conviene comprobar qué hembras no han dado de mamar observando el abdomen abultado de los gazapos. Inspeccionar los nidos para retirar las bajas permite hacer los dos manejos al tiempo. Esta comprobación es vital en sus primeros días de vida, pues los gazapos nacen con muy poca reserva y dependen completamente de tetar diariamente.

Ante una camada sin mamar, lo normal es encerrar la hembra con la camada 10 minutos más. Si no es suficiente, hay que ver si es problema de la coneja o de la camada. La hembra que no da de mamar puede que no tenga leche, o bien que presente las mamas repletas. En este último caso, la inyección de 5 UI de oxitocina estimula el tejido muscular de la glándula facilitando la succión.

Elección del momento de la cubrición

Que la hembra sea capaz de producir de manera estable va a estar especialmente condicionado por su balance energético. El intervalo parto cubrición más extendido es el de 10-11 días, pero si retrasamos la cubrición aumentamos la cantidad de alimento de que dispone la coneja para invertir en la camada, lo que suele mejorar los pesos de ambos y a menudo sus posibilidades de supervivencia.



Otras causas que pueden hacer recomendable una cubrición tardía son todas las que hacen que las hembras tengan dificultades para mantener o recuperar el peso durante la cría: problemas ambientales y enfermedades crónicas son las más comunes, como se dijo antes.

La aparición de los desordenes digestivos asociados a la enteropatía mucoide, han llevado a algunas granjas a apoyarse en cubriciones muy tardías para poder retrasar la fecha del destete, ya que es frecuente que este sistema disminuya la incidencia de los desórdenes digestivos durante la ceba. La decisión de retrasar la cubrición puede ser testada previamente manteniendo las hembras que han resultado vacías con sus camadas, y sin prisas iremos comprobando si en nuestra granja el sistema parece viable o no. Los resultados de cubriciones a 25 días incrementan el peso de los gazapos a la venta de forma mas constante que su resultado sobre la mortalidad.

Manejo del nido en la cubrición

Impedir el acceso de la coneja al nido puede actuar como inductor de la receptividad de la coneja si se mantiene cerrado antes de la cubrición un número de horas a determinar en cada granja: si la coneja no consigue dar de mamar a la camada, llegará un momento en que la presión intramamaria induzca una bajada en los niveles circulantes de prolactina, que es un importante inhibidor del celo.

El tiempo necesario para que se produzca este efecto depende de la presión intramamaria, pero suele ser suficiente con 48 horas. La homogeneidad del lote aumentará la eficacia de este manejo.

Este manejo implica un riesgo de incremento en las grajas en las que existe prevalencia de patologías mamarias, por lo que establecerlo como manejo debe de ir precedido de un control en la evolución de las mismas.

Bebederos

La altura máxima del bebedero de 25 cm sobre el piso de la jaula permite al animal beber cómodamente cuando tiene edad para salir del nidal. Alturas superiores a veces pueden limitar para su crecimiento, pero también permiten que la ingesta sólida se incremente de forma más lenta.

SANIDAD

Una granja es un lugar donde la tendencia natural es a que se concentre la vida microbiana. La vida llama a la vida, y al introducir animales en una granja, aumentamos la concentración de sustratos (resto de alimento, heces, restos de tejidos) que permiten la existencia de una enorme variedad de especies y modos de vida. Con medidas de ingeniería y manejo procuramos que no haya pájaros, ratones, etc., pero la lucha contra las bacterias es una batalla perdida de antemano, ya que no sería posible la producción estéril de conejos. El objetivo no es, por tanto, eliminar toda la microbiota, sino de la manera más específica que podamos aquella que por su concentración o por su poder patógeno sea indeseable. No hace tanto que eran frecuentes las granjas que no lavaban ni desinfectaban a fondo el nido, y algunas tenían buenos resultados año tras año: se rascaba el antiguo pañal y la nueva cría nacía en el mismo ambiente y flora en la que sus hermanos habían crecido bien. Pero con cada patógeno que llega a manifestarse en la granja, o con cada cambio en el entorno lo bastante grave como para romper el equilibrio conejo/microbiota, esa flora abundante y beneficiosa deja de serlo al contaminarse de la indeseable. Cuando esto sucede, las medidas que se apliquen deben de ir siempre acompañadas de una profunda higiene del medio, con el mayor conocimiento posible del problema para hacerla más eficaz: de nada sirve tratar una bacteria en el precucio de un macho aplicando fenoles a los



pasillos, aunque ésto no sea malo en absoluto.

El conejo, al nacer, ha de pasar por el mismo canal por el que su madre orina, de manera que como muy tarde al nacer ya se estará "contaminado". Por su cuerpo circularán a partir de ese momento multitud de bacterias, hongos y otras formas de vida, poblándolo si encuentra un medio propicio o simplemente pasarán de largo si no es así.

Puede que el cambio fisiológico más drástico en la vida de un conejo de carne sea el paso de alimentación exclusivamente láctea a ingesta sólida. El cambio de sustratos que llegan al intestino permite una serie de cambios encaminados a desarrollar la cuba de fermentación que constituye el ciego. En todos los tramos de intestino comienza una revolución en los equilibrios de la microbiota al cambiar los sustratos que por allí pasan, favoreciendo la colonización de especies nuevas y la desaparición de otras, en un cambio continuo que si por nosotros fuera siempre sería armonioso, cosa que a menudo no sucede.

En el caso de infecciones, la enfermedad surgirá porque agentes de los que el animal se defiende normalmente bien terminan por hacerle daño, bien por un incremento en su concentración o patogenicidad, o porque los animales disminuyen su capacidad defensiva.

La patología de madres y camadas hasta el destete es muy diversa y compleja, y excede en mucho las intenciones de esta revisión. Las decisiones a tomar para su prevención o cura dependen extraordinariamente no solo de la enfermedad, sino de cómo se manifieste en nuestra granja, por lo que la estrategia a seguir siempre debe ser siempre individualizada y consultarse con un especialista.

Para el manejo de la patología de las maternidades habrá que tener en cuenta que:

- Resulta fundamental conocer previamente tanto los efectos beneficiosos como los posibles efectos negativos de cualquier sustancia que usemos.
- Los tratamientos via oral no serán consumidos de igual forma según el momento del ciclo entre partos en que se encuentra cada banda, consumos que son mínimos al parto y máximos a partir de los 20 días post-parto. Para la antibioterapia, la aplicación correcta del producto solo se garantiza si se usa la vía parenteral, debido a la variabilidad individual en el consumo de comida y agua. Aquellos antibióticos que se eliminan de forma activa por vía enterohepática deben de ser vigilados estrechamente, porque incrementan su concentración en intestino en esa fase. Los que son nefrotóxicos también deben de ser vigilados, porque el consumo de agua también anda en niveles críticos.
- Los tratamientos que busquen mejorar la salud directa de los lactantes deben de ser aplicados de forma que lleguen a ellos (farmacocinética y farmacodinamia) o eliminan el agente/s que los perjudique. Así, los tratamientos vía maternal deben poder ser eliminados de forma activa por la leche. Los tratamientos via tópica son otra opción en caso de abscesos y enfermedades entéricas.
- Los apoyos fundamentales contra las patologías infecciosas suelen ser la antibioterapia y la vacunación, pero el nido juega un papel fundamental como portador de flora indeseable contra la que el uso de antimicrobianos no debe de suplir el cambio de pañal cuando sea necesario.
- El nido proporciona la microbiota, junto con el cecotrofo de la madre, con el que el conejo tendrá que aprender a vivir. Hay mecanismos de manejo útiles para fortalecer con seguridad la salud intestinal que van aparejados a una disminución de la rentabilidad teórica de la granja, como la cubrición tardía o criar poblaciones con una densidad menor. Vemos que muchas patologías



intestinales de la ceba se gestan en el nido: hay familias muy afectadas y otras apenas nada.

- En las vacunaciones, la elección del momento en el que una vacuna debe de ser puesta debe decidirse en función del efecto que busquemos. Normalmente responderán mejor cuando se realicen mientras la coneja se halle en un balance positivo de energía.

■ MANEJO DE LA HIGIENE

En caso de que la banda de parto comparta alojamiento con otros ciclos, el lavado del material dentro de la nave supone una agresión real, por lo que debe valorarse muy bien el riesgo/beneficio de la aplicación, y buscar la manera de perjudicar lo mínimo.

Normalmente 3-4 días antes del parto se alojan las conejas una sala lo más limpia posible, para la cual el protocolo de limpieza puede ser el siguiente:

- 1.- Quemar el pelo.
- 2.- Sacada del estiércol de las fosas.
- 3.- Lavado con agua a presión de la instalación. El uso de detergente es recomendable si no se dejan restos, e imprescindible si hay excretas de moscas. El lavado además nos permite eliminar el polvo de la instalación.
- 4.- Desinfección:
 - Todos los desinfectantes se inactivan en mayor o menor medida con la materia orgánica, por lo que el grado de limpieza multiplicará su eficacia.
 - Hay multitud de productos bien conocidos por todos, pero ante problemas concretos debe de intentar escogerse el más adecuado, pues hay diferentes sensibilidades según las especies de gérmenes que pretendemos combatir. Nunca deben de ser agresivos para los animales y el aplicador, y deben de aplicarse con protecciones adecuadas.
 - Hay que conocer los efectos sobre el material de los productos: el yodo aumenta la velocidad de degradación de los galvanizados.
 - Conviene rotar los productos: una opción puede ser rotarlo cada vez que pasa un ciclo de reproducción en la granja: 45-60 días. De esta manera evitamos que cada coneja tenga contacto continuado con ninguna sustancia, y disminuye el riesgo de mecanismos de acostumbamiento del microbismo.

La limpieza del material plástico del nido se puede realizar fácilmente sumergiendo la cubeta en ácido, que permite eliminar los restos de carbonato cálcico, abundantes en la orina de los conejos. A menor pK del ácido, más eficacia. El más usado es el ácido nítrico, en solución del 50%

La desinfección ambiental mediante nebulizadores permite niveles altos de presión sobre la contaminación con un manejo simple, pero en las granjas en las que los nidos no tienen tapaderas los gazapos están más, por lo que deben de aplicarse con precaución aquellos productos de los que desconozcamos sus efectos crónicos.



■ REFERENCIAS

- CASTELLÓ J.A., PONTES M., COSTA BATTIORI P. Estudio sobre el acceso libre o limitado al nidal. *3rd Congress - Volume II - Management short papers*, 149-155.
- CHEEKE P.R. Rabbit nutrition and feeding: Recent advances and future perspectives. *3rd Congress - Volume I - Nutrition main paper*.
- BEROIDES U., FERNANDEZ A. 1982. Genética de la conducta materna del conejo. *Revista de Salud Animal* 4: 163-180.
- CHEEKE P.R. 1987. *Alimentación y Nutrición del conejo*. Ed. Acribia.
- CORDIER L. 1975. *L'Eleveur de Lapins*. 1: 33-34.
- COUDERT P., LICOIS D., BESNARD J. Establishment of a specified pathogen free breeding colony (SPF) without hysterectomy and hand-rearing procedures, *4th Congress - Volume I - Genetics short papers*, 137-148.
- DABARD J., NOEL A., GRIGNON P., DESBRUERES P. 1976. Obtention et conditions de maintien du lapin dépourvu de germes pathogènes. *1er Congès International Cunicole*, Dijon (France). Comunicación nº 31.
- DEII'ORTO V., VERGA M., CARENZI C. Feeding behaviour of rabbits reared in family littermate and non-family mixed-litter groups). *2nd World Rabbit Congress*, Vol I, Short papers D.
- GARCÍA J., GOMEZ CONDE M.S., CHAMORRO S., NICODEMUS N., DE BLAS C., CARABAÑO R., PERES DE ROZAS A., BADIOLA I. 2005. Proyecto INIA sobre enteropatía mucoide: resultados sobre las investigaciones en nutrición. *XXX Symposium de cunicultura*.
- JOUGLAR J., LEBAS F. 1986. Effets d'un aliment dilué par de la luzerne sur les performances et la mortalité de lapines reproductrices. *Ann. Zootech.* 35: 265-280.
- KRUIJT B.C. 1985. Establishing colonies of specific pathogen free (SPF) guinea pigs and rabbits. *8th Iclas/calas Symp.*, Vancouver 1983. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- OKERMAN L., DEVRIESE L.A., MAERTENS L., OKERMAN F., GODARD C. Cutaneous Staphilococcosis in rabbits. *3rd Congress - Volume II - Pathology short papers*, 310-315.
- LEBAS F. Y COLS. 1986. El Conejo: Cría y Patología. *Colección FAO de proiducción y sanidad animal*.
- LECERF Y. La torsion de l'uterus de la lapine. *2nd Congress - Volume II - Short papers E*, 455-456.
- LÖLIGER CH., MATTHES S. 1973. Aufzuchtthygiene in der prophylaxe von kaninchenkrankheiten. *1st Congress - Pathology*, comunicación nº 33.
- LUKEFAHR S.D., HOHENBOKEN W.D., CHEEKE P.R., PATTON N.M. Genetic component estimations and dietary influence for and on milk production and associative characters in rabbit breeds and specific crossbreds. *3rd Congress - Volume I - Genetics short papers*, 98-103.
- MARTIN 1981. Maternité, de la reception á la première saillie. *Cuniculture* 40.
- MORET B., Dagorne 1975. *Cuniculture* 2: 2, 85-95.
- MYKYTOWICZ R., DUDZINSKY M.L. 1972. *Behaviour* 43: 97-120.
- NAVAROTTO P.L. 1981. I ricoveri per l'allevamento dei conigli. *Atti MOMECA*, Pienza.
- PAPP Z., RAFAI P. Impact of heat stress on pregnant rabbits and on the development and viability of their foetuses. - Volume II - Pathology short papers, 470-478.
- PAPP Z., RAFAI P. Impact of heat stress on pregnant rabbits and on the development and viability of their foetuses. *4th Congress - Volume II - Pathology short papers*, 470-479.
- RASTOGI R. 1973. Rabbit production and its potential in Trinidad. vol 1: 454-459.



Rochambeau H., de Tudela F., Chabert, J. Some results about number of teats in 3 strains of rabbits.
4th Congress - Volume I - Genetics posters.

ROSELL J. AND COLS. 2000. *Enfermedades del Conejo*. Ed. Mundiprensa.

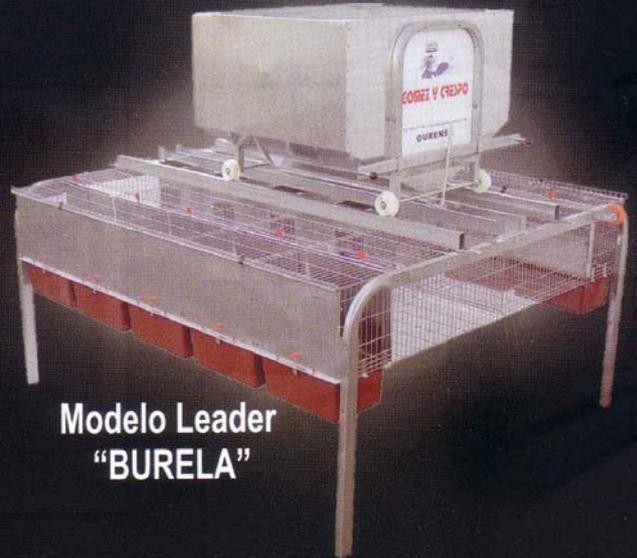
VERGA M., LEONE P., SOLIANO S., CARENZI C., CRIMELLA C. Indagine su alcuni materiali alternativi per la preparazione del nido nella specie cunicola. *3rd Congress - Volume II - Management short papers*, 156-165.

GOMEZ Y CRESPO

SERVICIO, INNOVACIÓN Y DISEÑO
AL SERVICIO DEL CUNICULTOR



Modelo Leader
"LEADER-16"



Modelo Leader
"BURELA"



Control de lactancia
automático



Chupete doble

NOVEDAD



Cazoleta doble



Comedero especial
"Sinfin" Fácil
racionamiento.



Modelo
"CONFORT-8"



Modelo Leader
"LEADER-8"

GOMEZ Y CRESPO

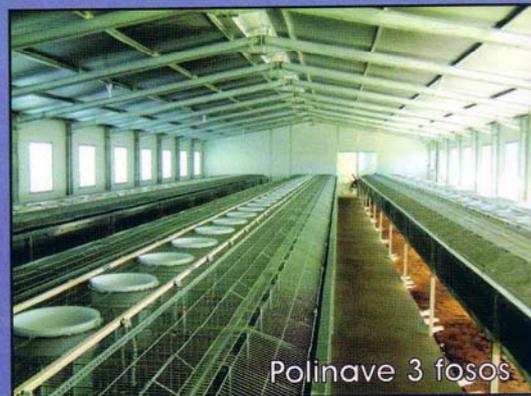
Ctra. Castro de Beiro, 41 32001 OURENSE

Telf.: 988 217754 Fax: 988215063

E-mail: info@gomezycrespo.com-www.gomezycrspo.com



La solución integral en cunicultura industrial



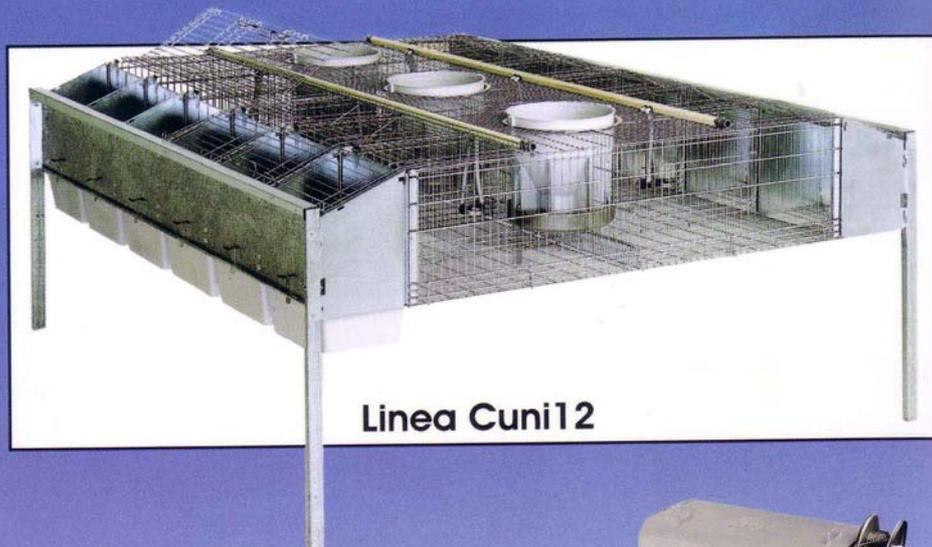
Engorde



Polivalente



Reposición



Linea Cuni12



Dragafem



COPELE
Instalaciones Ganaderas

Tel. 968 882 725 - Fax. 968 880 202

E-mail: Comercial@Copele.com

www.Copele.com