

# Efectos del tamaño de camada y de la suplementación de la dieta de conejas lactantes con ácidos grasos poliinsaturados n-3

*Effect of litter size and polyunsaturated fatty acid n-3 supplementation in lactating rabbit does*

**Febrel N.<sup>1</sup>, Rodríguez M.<sup>1</sup>, Velasco B.<sup>1</sup>, López-Tello J.<sup>2</sup>, García-García R.M.<sup>3</sup>, Arias-Álvarez M.<sup>2</sup>, Lorenzo P.L.<sup>3</sup>, Rebollar P.G.<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Producción Agraria, E.T.S.I. Agrónomos, UPM, Cdad. Universitaria s/n 28040, Madrid.

<sup>2</sup>Departamento de Producción Animal, Fac. Veterinaria. UCM, Cdad. Universitaria s/n 28040, Madrid.

<sup>3</sup>Departamento de Fisiología (Fisiología Animal). Fac. Veterinaria. UCM, Cdad. Universitaria s/n 28040, Madrid.

\*Dirección de contacto: pilar.grebollar@upm.es

## Resumen

Se han empleado 2 piensos isofibrosos, isoenergéticos e isoproteicos formulados con 2 fuentes de grasa. En el pienso AGPI (ácidos grasos poliinsaturados n-3) se incluyó un 6% de un suplemento con un 50% de extracto etéreo concentrado en AGPI n-3, a partir de aceite refinado de salmón, y en el pienso C, un 3% de grasa mezcla. A un total de 48 conejas alimentadas con dichos piensos desde la recría, se les ajustó las camadas tras su primer parto a un tamaño alto [10-12 gazapos; CA (n=11) y AGPIA (n=12)] o bajo [(7-9 gazapos; CB (n=12) y AGPIB (n=13)]. El día 11 de lactación se analizó el perfil de AG de la leche de 10 conejas (5 C y 5 AGPI) y, por último, se inseminaron el día 32 pp (destete). A 2º parto, la fertilidad, los nacidos vivos y el peso a nacimiento fueron similares en todos los grupos. El perfil de ácidos grasos de la leche resultó significativamente más insaturado en las conejas AGPI que en las controles. El amamantamiento de 7-9 gazapos aumentó la mortalidad a 2º parto de las conejas controles, mientras que en las AGPI tendió a ser más baja. Aunque el número de gazapos destetados fue similar, los de las conejas alimentadas con pienso AGPI pesaron menos al destete. En conclusión, el perfil de AG de la dieta se repitió en el de la leche que fue claramente insaturado en las conejas AGPI. Los parámetros productivos de viabilidad a 2º parto mejoraron en las conejas suplementadas, aunque al destete, el peso de sus gazapos fue inferior.

**Palabras clave:** conejas, AGPI, camada, productividad, leche.

## Abstract

In this work, 2 isofibrous, isoenergetic and isoproteic diets with a different source of fat were formulated. In PUFA (Polyunsaturated Fatty Acids) diet, a 6% PUFA n-3 supplement with 50% ether extract from refined oil salmon and in C diet, a 3% of lard was included. In a total of 48 rabbit does fed the diets from the rearing period, a litter size adjustment was made after their first parturition: high [10-12 kits; CA (n=11) y PUFAA (n=12)] or low [(7-9 kits; CB (n=12) y PUFAB (n=13)] and were artificially inseminated at weaning. Milk fatty acid composition was analysed on day 11 of lactation (5 C and 5 PUFA). At 2nd parturition, fertility, number of born alive and their live body weight were similar in all groups. Milk fatty acid composition was similar to the respective diets, resulting in a more unsaturated profile on PUFA's milk than in Control ones. A litter size of 7-9 young during first lactation increased the mortality in the 2nd parturition on control rabbits, whereas in PUFA does tended to be lower. Although the number of weaned rabbits was similar, those from rabbit does fed PUFA diet had low body weight at weaning. In conclusion, AG composition from diets was transferred to milk fatty acid composition, being more unsaturated in PUFA does. Productive parameters, as viability at 2nd parturition, were improved in supplemented does, although the live body weight of young rabbits at weaning was lower.

**Keywords:** rabbit, PUFA, litter, productivity, milk.

## Introducción

Dado que los gazapos comen exclusivamente leche desde el nacimiento hasta los 19-20 días de edad (Lebas, 1972), la composición de ésta es determinante en sus primeras etapas de crecimiento. La composición de la leche se puede modificar dependiendo del tipo de dieta de la madre (Maertens et al., 2006) que, por otro lado, sufre un desgaste energético importante, sobre todo si es primípara. Se conocen los efectos beneficiosos de los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) que contiene la leche sobre el desarrollo y crecimiento de las crías en mamíferos (Innis, 2007) y se ha demostrado en conejos que a largo plazo disminuyen el número de nacidos muertos (Rebollar et al., 2014). Esta mortalidad se puede ver afectada dependiendo del número de gazapos amamantados en la lactación previa al parto (Fortun-Lamothe et al., 2000). Por esta razón, los objetivos de este trabajo han sido: 1) determinar si el perfil de AGPI de un suplemento comercial suministrado en la dieta de conejas lactantes se repite de manera similar en la grasa de la leche y 2) conocer si los AGPI n-3 y el número de gazapos lactantes que amamante, pueden afectar a la mortalidad a nacimiento.

## Material y métodos

Se diseñaron dos piensos experimentales con igual composición en ingredientes y valor nutritivo (2400 kcal ED/kg, 35% FND y 16% PB), excepto en la fuente de grasa. En el pienso AGPI se incluyó un 6% (30g/kg) de un suplemento con un 50% de extracto etéreo, concentrado en AGPI n-3 [13% docosahexaenoico (C22:6 n-3), 3% docosapentaenoico (C22:5 n-3), 7% eicosapentaenoico (C20:5 n-3), 7% estearidónico (C18:4 n-3) y un 3% de linolénico (C18:3 n-3)] (Optomega 50, Optivite, International Ltd., España), a partir de aceite refinado de salmón. En el pienso C se utilizó un 3% de grasa mezcla (sebo y manteca).

Un total de 48 conejas (Neozelandés blanco x Californiano) alojadas en la granja experimental de la E.T.S.I. Agrónomos de la UPM (20-25°C, 16HL:8HO), fueron alimentadas desde la recría con los piensos experimentales descritos. Inmediatamente después de su primer parto, en el que habían tenido una prolificidad similar ( $10,8 \pm 0,36$  y  $10,4 \pm 0,35$  vivos y  $0,5 \pm 0,12$  y  $0,4 \pm 0,12$  muertos para C y AGPI, respectivamente; media $\pm$ em), se les ajustó a un tamaño de camada alto [10-12 gazapos; CA (n=11) y AGPIA (n=12)] o bajo [(7-9 gazapos; CB (n=12) y AGPIB (n=13)]. Para estudiar el perfil de ácidos grasos de la leche, el día 11 de lactación se eligieron 5 conejas lactantes alimentadas con los piensos C y AGPI, respectivamente, y que tenían al menos 8 gazapos. Para estimular la eyeción de leche se les inyectó en vena 5 UI de oxitocina (IVEN, Madrid). A continuación, se procedió al rasurado de la zona abdominal y se ordeñó a las conejas con una leve presión a nivel de pezón, obteniendo 10 ml de leche que se congeló a -80°C y se liofilizó.

La composición en AG de los piensos se analizó por el método de un solo paso propuesto por Sukhija y Palmquist (1988) y la identificación y cuantificación se realizó por cromatografía de gases siguiendo el procedimiento descrito en Rebollar et al. (2014). En la leche se realizó la extracción de los lípidos por triplicado según el procedimiento propuesto por Segura y López-Bote (2014). El contenido en lípidos se determinó gravimétricamente. Los lípidos obtenidos se metilaron siguiendo el procedimiento de Sandler y Karo (1992) y los AG se identificaron y cuantificaron por cromatografía de gases siguiendo el procedimiento descrito en Rebollar et al. (2014). El índice de insaturación se calculó como la suma de los AG insaturados multiplicado cada uno de ellos por el número de enlaces dobles en su cadena y dividido por 100.

El día del destete (32 días post-parto) las conejas se inseminaron para valorar los resultados de fertilidad [(nº de partos/nº de conejas inseminadas)x100]) y prolificidad (nacidos vivos, muertos y destetados), así como el peso de los gazapos a 2º parto y 2º destete (32 días post-parto). En la segunda lactación las camadas de todas las conejas se ajustaron al parto a 8-10 gazapos.

El efecto del pienso, del tamaño de camada en lactación (alto y bajo) y de su interacción se analizó con un análisis de varianza para variables discretas (proc catmod) en el caso de la fertilidad, y para variables continuas (proc glm) en el de la prolificidad, el peso de los gazapos a nacimiento (con el tamaño de camada como covariable) y el peso al destete (con el tamaño de camada y el peso a nacimiento como covariables). El efecto de la suplementación sobre el perfil de ácidos grasos en la leche de las conejas se analizó considerando el tipo de pienso como efecto principal (SAS Institute Inc., 2001).

## Resultados y discusión

Los resultados productivos se muestran en la Tabla 1. La fertilidad fue similar entre grupos y ni la suplementación, ni el tamaño de camada durante la lactación previa afectaron a este parámetro, que fue de media solo un 40%. Este resultado es debido a que se trataba de conejas primíparas recién destetadas que suelen tener un déficit energético importante parcialmente responsable de sus bajos parámetros reproductivos (Lorenzo et al., 2014).

**Tabla 1. Resultados productivos a 2º parto y 2ª lactación de conejas primíparas alimentadas con un pienso control (C) y enriquecido con un 6% (AGPI) de ácidos grasos poliinsaturados n-3 y con diferente tamaño de camada en 1ª lactación.**

	C <sub>A</sub>	C <sub>B</sub>	AGPI <sub>A</sub>	AGPI <sub>B</sub>	P <sub>p</sub>	P <sub>tc</sub>	P <sub>p<sub>tc</sub></sub>
nº	11	12	12	13			
Fertilidad (%)	54,5	25,0	38,5	41,7	n.s.	n.s.	n.s.
<b>Prolificidad</b>							
Vivos	12,8±0,67	11,3±0,95	12,0±0,73	11,2±0,73	n.s.	n.s.	n.s.
Muertos	0,0±0,50a	2,7±0,71b	0,2±0,55a	0,6±0,55a	n.s.	*	†
Destetados	11,0±0,58	11,3±0,82	10,2±0,64	9,8±0,64	n.s.	n.s.	n.s.
<b>Peso gazapo (g)</b>							
Nacimiento	64,2±3,13	62,3±4,33	58,0±3,74	61,2±3,48	n.s.	n.s.	n.s.
Destete	730±32,1a	735±42,8a	640±44,3b	622±32,8b	*	n.s.	n.s.

(A: 10-12 y B: 7-9 gazapos). P: significación; p: pienso; tc: tamaño de camada; Medias en la misma fila con letras distintas son significativamente diferentes. \*: P<0.05; †: P=0,07; n.s.: no significativo.

Tampoco hubo diferencias entre grupos con respecto al número de nacidos vivos y destetados. No obstante, las madres controles que habían amamantado camadas más pequeñas parieron más gazapos muertos que el resto de los grupos y esto no ocurrió en las alimentadas con AGPI n-3. Por esta razón, la interacción de los efectos principales sobre este parámetro tendió a ser significativa. En trabajos previos (Rebollar et al., 2014) con niveles de inclusión de AGPI n-3 inferiores (1,5%), ya se observó un efecto positivo a largo plazo del consumo del pienso suplementado sobre la prolificidad del 2º parto, que ha vuelto a confirmarse con niveles de inclusión mayores. Al nacimiento, el peso del gazapo también fue similar entre grupos, con una media de 61,7±3,67g. Sin embargo, al destete, las conejas suplementadas destetaron gazapos con una media de 100g menos de peso que las conejas controles. Este resultado ya se observó en trabajos previos con niveles de inclusión de AGPI n-3 del 3% que redujeron el consumo y el peso de los gazapos al destete (Rodríguez et al., 2014).

La leche de las conejas AGPI presentó concentraciones menores de AG saturados y monoinsaturados que la de las conejas controles. Con respecto a los insaturados, pasó lo contrario, y en la leche de las conejas AGPI, estos AG estaban en mayor proporción que en la leche de las controles y su índice de insaturación fue significativamente mayor. En estudios realizados en porcino con 0,2% de aceite de pescado desde los 60 días de gestación hasta el día 21 de lactación, también se observó un mayor contenido en AGPI en calostro y leche, así como un mayor peso de los lechones al destete en comparación con los controles (Mateo et al., 2009). Sin embargo, en nuestro estudio, aunque se destetó un número similar de gazapos, éstos pesaron menos. Este descenso en el peso se podría atribuir a que los AGPI provocan una reducción de la deposición de grasa en la canal descrita en conejos (Kowalska y Bielanski, 2009), a nivel abdominal descrita en pollos (Castro y Esteve-García, 2002) o en el hígado y grasa visceral, también descrita en humana (Rosqvist et al., 2014).

En conclusión, los AGPI de la dieta enriquecieron la grasa de la leche de las conejas pero no afectaron a la mortalidad en lactación y los gazapos pesaron menos al destete. El ajuste de las camadas a 7-9 gazapos durante la primera lactación de las conejas ha penalizado los resultados de mortinatalidad al siguiente parto. Sin embargo, cuando el pienso de las madres se enriqueció con AGPI, dicho efecto se redujo y tuvieron menos nacidos muertos a 2º parto.

El perfil de ácidos grasos de los piensos suministrados a los animales y el de la leche obtenida de las conejas se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2. Perfil de ácidos grasos (AG; g/100 g de ésteres metílicos de AG totales) saturados (SAT), monoinsaturados (AGMI) y poliinsaturados (AGPI) de los piensos control (C) y enriquecido con un 6% de ácidos grasos poliinsaturados n-3 (AGPI) y de la leche de las conejas alimentadas con dichos piensos.**

	Pienso		Leche		P <sub>p</sub>
	C	AGPI	C	AGPI	
n			5	5	
<b>SAT</b>					
Laúrico (C12:0)	3,91	4,06	2,96±0,21	3,99±0,21	***
Mirístico (C14:0)	2,53	3,15	3,15±0,09	3,52±0,09	*
Palmítico (C16:0)	19,77	14,82	25,1±0,41	20,8±0,41	***
Esteárico (C18:0)	7,62	2,62	7,56±0,17	4,55±0,17	***
Total	35,32	27,23	40,4±0,3	34,6±0,3	***
<b>AGMI</b>					
Palmitoleico (C16:1n-7)	1,03	1,77	0,31±0,02	0,22±0,02	***
Oleico (C18:1n-9)	27,94	23,19	30,1±0,26	24,8±0,26	***
Eicosenoico (C20:1n-9)	0,56	2,18	0,38±0,02	1,37±0,02	***
Total	31,93	31,04	36,5±0,3	32,1±0,3	***
<b>AGPI</b>					
C18:2n-6 (Linoleico)	27,79	28,91	20,4±0,19	24,3±0,19	***
C18:3n-3 (Alfa-linoleico)	2,60	3,84	1,56±0,02	2,78±0,02	***
C18:4n-3 (Estearidónico)	0,16	0,53	0,12±0,00	0,34±0,00	***
C20:5n-3 (Eicosapentanoico)	0,26	2,55	0,00±0,02	1,25±0,02	***
C22:5n-3 (Docosapentaenoico)	0,70	0,97	0,09±0,02	1,17±0,02	***
C22:6n-3 (Docosahexaenoico)	0,25	2,79	0,05±0,05	2,24±0,05	***
Total	32,75	41,73	23,2±0,2	33,3±0,02	***
Índice de insaturación	1,05	1,43	0,86±0,00	1,20±0,00	***

P<sub>p</sub>: significación del efecto del pienso en la composición de la leche; \*: P<0,05; \*\*\*: P<0,001.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT AGL-2011 23822 y la Comunidad de Madrid (S2013/ABI-2913).

## Bibliografía

- Castro N., Esteve-García E. 2002. Dietary polyunsaturated fatty acids decrease fat deposition in separable fat depots but not in the remainder carcass. *Poultry Science*, 81:512-518.
- Fortun-Lamothe L., Rochambeau H. De, Lebas F., Tudela F. 2000. Influence of the number of suckling young on reproductive performance in intensively reared rabbits does. *7th World Rabbit Congress, Valencia Spain, Volume A*, 125-132.
- Innis S.M. 2007. Human milk: maternal dietary lipids and infant development. *Proceedings of the Nutrition Society*, 66:397-404.
- Kowalska D., Bielanski P. 2009. Meat quality of rabbits fed a diet supplemented with fish oil and antioxidant. *Animal Science Papers and Reports*, 27:139-148.
- Lebas F. 1972. Effet de la simultanéité de la lactation et de la gestation sur les performance laitieres chez la lapine. *Annales de Zootechnie*, 21:129-131.

- Lorenzo P.L., García-García R.M., Arias-Alvarez M., Rebollar P.G. 2014. Reproductive and nutritional management on ovarian response and embryo quality on rabbit does. *Reproduction in Domestic Animals*, 49(Suppl. 4):49-55.
- Maertens L., Lebas F., Szendrő Zs. 2006. Rabbit milk: A review of quantity, quality and non-dietary affecting factors. *World Rabbit Science*, 14:205-230.
- Mateo R.D., Carroll J.A., Hyun Y., Smith S., Kim S.W. 2009. Effect of dietary supplementation of n-3 fatty acids and elevated concentrations of dietary protein on the performance of sows. *Journal of Animal Science*, 87:948-959.
- Rebollar P.G., García-García R.M., Arias-Álvarez M., Millán P., Rey A.I., Rodríguez M., Formoso-Rafferty N., De la Riva S., Masdeu M., Lorenzo P.L., García-Rebollar P. 2014 Reproductive long-term effects, endocrine response and fatty acid profile of rabbit does fed diets supplemented with n-3 fatty acids. *Animal Reproduction Science*, 146:202-209.
- Rodríguez M., Valiente V., Formoso N., Masdeu M., García-García R.M., Arias-Álvarez M., Lorenzo P.L., Rebollar P.G. 2014. Respuesta reproductiva de conejas alimentadas con dietas enriquecidas con aceite de salmón. XXXIX Symposium de Cunicultura, Tudela, pp. 99-102.
- Rosqvist F., Iggman D., Kullberg J., Cedernaes J., Johansson H.E., Larsson A., Johansson L., Ahlström H., Arner P., Dahlman I., Risérus U. 2014. Overfeeding polyunsaturated and saturated fat causes distinct effects on liver and visceral fat accumulation in humans. *Diabetes*, 63:2356-2368.
- Sandler S.R., Karo W. 1992. *Sourcebook of Advanced Organic Laboratory Preparations*. Academic Press, Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, New York.
- SAS/STAT® User's Guide (Release 8.2). SAS Inst. Inc., Cary NC, USA.
- Segura J., Lopez-Bote C.J. 2014 A laboratory efficient method for intramuscular fat analysis. *Food Chemistry*, 145:821-825.
- Sukhija P.S., Palmquist D.L. 1988. Rapid method for determination of total fatty acid content and composition of feedstuffs and feces. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 36:1202-1206.