



XXXIX

Symposium de
cunicultura
de ASESCU

TUDELA

29 y 30 de mayo de 2014



EL SECRETO DE CUIDARME

CARNE DE CONEJO

SABROSA

BAJO CONTENIDO EN SAL

ALTO CONTENIDO EN PROTEÍNAS QUE
CONTRIBUYEN A AUMENTAR
LA MASA MUSCULAR

RICA EN VITAMINAS DEL GRUPO B:
B₃, B₆ y B₁₂



Laura está disfrutando de una ensalada de carne de conejo.
Puedes ver ésta y otras recetas en
www.intercun.org/recetas



LIBRO DE ACTAS

XXXIX Symposium de Cunicultura de ASESCU

Tudela, 29 y 30 de mayo de 2014

Coordinadores:

Javier García Alonso

Ceferino Torres Lozano

Tomás M. Rodríguez Serrano

Pedro González Redondo

Organizan:



Patrocinan:



El XXXIX Symposium de Cunicultura de ASESCU se celebró en el Castel Ruiz de Tudela (Navarra) los días 29 y 30 de mayo de 2014.

El simposio fue organizado por:

Asociación Cunícola Navarra (ASCUNA)
Asociación Española de Cunicultura (ASESCU)
NARABA S. Coop

Contó con el patrocinio de las siguientes instituciones:

Ayuntamiento de Tudela
Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias (INTIA)
Intercun

Contó con el patrocinio de las siguientes empresas:

Gómez y Crespo

Contó con la colaboración de:

Alejandro Sánchez Ongay
José Luis Tainta
Rafael Flamarique
María Ángeles Muguerza

Contó con la colaboración de las siguientes empresas:

Andrés Pintaluba
Cogal
Coren Agroindustrial
Copele
Elanco
Granja Jordan
Grupo Hermi
Laboratorios Hipra
Laboratorio e Industrias Iven
Laboratorios Maymó
Nanta
Novartis
Nutriad
S.P.Veterinaria
Zoetis

Los coordinadores de este libro de actas fueron:

Javier García Alonso
Ceferino Torres Lozano
Tomás M. Rodríguez Serrano
Pedro González Redondo

Edita:

Editorial Agrícola Española, S.A.
C/ Caballero de Gracia, 24º 3 Izda
28013 Madrid

ISBN: 978-84-92928-99-6

Depósito Legal: M-14816-2014

ÍNDICE

PARTE 1. GESTIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA

Cálculo de índices técnicos en explotaciones cunícolas, Pascual M., Blasco E., Gómez E.A	8
Influencia del ritmo de reproducción y la edad al destete sobre la productividad y la cuenta de resultados de granjas de conejos, Rafel O., Ramon J., Perucho O.	12

PARTE 2. PATOLOGÍA

Primeras valoraciones de las autovacunas de tiña aplicadas en granjas cunícolas, Fernández A., Borobia M., Chacón G., Sanz C., Albizu M., Muñoz, A., Baselga R	20
Caracterización de cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> defectivas en genes de virulencia, Penadés M., García-Quirós A., Comos M., Penadés J.R., Selva L., Corpa J.M., Viana D.	24
Estudio longitudinal de la colonización nasal por <i>Staphylococcus aureus</i> en conejos, García-Quirós A., Penadés M., Penadés J.R., Viana D. Corpa J.M., Selva L.	29
Eficacia de dos coccidiostatos (Robenidina y Diclazuril) sobre parámetros productivos en conejos post-destete, Abad R., Delgado R., García J., Nicodemus N.	33
Características microbiológicas del agua en granjas de conejos del nordeste de Portugal, Coelho A.C., Pinheiro V.	37
La administración metafiláctica del clorhidrato de valnemulina (Econor®) para el tratamiento de la enteropatía epizoótica del conejo, Dip R., Nemet Z., Schiessl B., Klein U., Strehlau G.	40

PARTE 3. REPRODUCCIÓN, MANEJO Y BIENESTAR

Comparación de algunos aspectos del manejo y de la sanidad de conejas lactantes según el diseño de la jaula de maternidad, Lagardera G., Solaz S., Martínez-Paredes E., Cervera C.	42
Variación del comportamiento alimentario de conejas asociado al cambio de jaula durante la lactación y la gestación, Martínez-Paredes E., Ródenas L., Cervera C.	46
Efecto de la edad al destete y el tipo de jaula sobre parámetros reproductivos y de crecimiento en conejas y gazapos, Alfonso C., De Blas C., García-Rebollar P., García-Ruiz A.I.	50
Producción de leche y peso de la camada en diferentes líneas de conejos, EL Nagar A.G., Mínguez C., Sánchez J.P., Torres C., Baselga M.	54
Consecuencias de la robustez y de los criterios de eliminación de las conejas sobre la productividad de la granja, Arnau-Bonachera A., Savietto D.	59
Rendimientos de conejos en cebo en jaulas enriquecidas, Pinheiro V., Soares S., Outor-Monteiro D., Mourão J.L., Silva S.	63
Utilización de imágenes termográficas para evaluar la temperatura de gazapos en nidales con diferente material, Silva S., Mourão J.L., Ribeiro L., Gonçalves C., Pinheiro V.	67
Recuperación de peso durante la lactancia de conejas con distintas edades, Martins A., Lima F., Ribeiro L., Outor Monteiro D., Pinheiro V.	71

PARTE 4. NUTRICIÓN

Efectos del aporte alimenticio de un extracto de alga rica en Maltanediol y en Fucosterol sobre los resultados zootécnicos, los niveles y las características nutricionales de la carne de conejo, recibiendo una ración enriquecida en ácido alfa linolénico, Guriec N., Colin M., Delarue J., Jiménez Alba C., Camino Callarisa A., Varella Negre E., Raguénès N., Prigent A.Y.	76
Efecto del nivel de fibra soluble y del nivel de ácidos grasos ω 3 sobre el rendimiento de las conejas y sus camadas durante las dos primeras lactaciones, Delgado R., Abad R., Nicodemus N., Villamide M.J., Ruiz N., Menoyo D., Carabaño R., García J.	82
Efecto de la fuente y del nivel de lignina sobre los parámetros productivos y las características de la canal de gazapos en crecimiento, Crespo R., Alfonso C., Saiz A., García-Ruiz A.I., Marco M., Nicodemus N.	86
Efecto de la fuente y del nivel de lignina sobre la digestibilidad y la retención de nutrientes de gazapos en crecimiento. Crespo R., Alfonso C., Saiz A., García-Ruiz A.I., Marco M., Nicodemus N.	90

Efecto de la suplementación en la dieta con levadura, vitamina E, orégano y sus combinaciones sobre la barrera intestinal y la microbiota cecal, resultados preliminares, Cardinali R., Delgado R., Magistrali C., Dal Bosco A., Castellini C., Carabaño R.	95
Respuesta reproductiva de conejas alimentadas con dietas enriquecidas con aceite de salmón, Rodríguez M., Valiente V., Formoso-Rafferty N., Masdeu M., García-García R.M., Arias-Álvarez M., Lorenzo P.L., Rebollar P.G.	99
Parámetros productivos y digestivos de gazapos de engorde alimentados con dietas enriquecidas con aceite de salmón, Valiente V., Carro M.D., Rodríguez M., Formoso-Rafferty N., Velasco B., Astillero J.R., Rebollar P.G.	103
Impacto de Probisán en el rendimiento y la salud de los conejos de engorde, Ondráček J., Mach K., Majzlík I.	107

PARTE 5. COMPORTAMIENTO DE CONSUMIDORES

Preferencias de consumidores jóvenes por las piezas del despiece tecnológico de la canal de conejo evaluadas mediante patrones fotográficos, González-Redondo P., Sánchez-Bonilla A.	112
--	-----

PARTE 1

GESTIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA

- Cálculo de índices técnicos en explotaciones cunícolas

Pascual M., Blasco E., Gómez E.A.

- Influencia del ritmo de reproducción y la edad al destete sobre la productividad y la cuenta de resultados de granjas de conejos

Rafel O., Ramon J., Perucho O.

Cálculo de índices técnicos en explotaciones cunícolas

Technical management indexes in rabbit production

Pascual M.*, Blasco E., Gómez E.A.

Centro de Tecnología Animal, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Segorbe, Castellón, España.

* Dirección de contacto: pascual_mde@gva.es

Resumen

En el trabajo se describen los principales índices de gestión técnica en cunicultura, los factores que más influyen sobre los mismos, el método utilizado para su cálculo en bdcuni y los resultados medios obtenidos en las explotaciones en 2013. bdcuni es un sistema de gestión técnica y económica on line gratuito y confidencial, que permite a los cunicultores comparar sus resultados con los obtenidos en el conjunto de otras explotaciones. Se obtuvo un valor medio de 77,1 % partos respecto a hembras, con una desviación típica (d.t.) de 6,9. El 10 % de las explotaciones con menor valor obtuvieron un máximo de 68,3 %, mientras que el 10 % con mayor índice obtuvieron un mínimo de 83,7 %. La mortalidad en lactación fue del 12,1 % (d.t.=4,7; Bajo=7,8 %; Alto=19,3 %). La mortalidad en engorde se mantuvo en 7,9 % (3,5 %; 3,9 %; 11,1 %). Se obtuvo una media de 9,39 nacidos vivos por parto (0,71; 8,40; 10,07) y un peso medio de venta de 2158 g (124; 2033; 2295). La tasa de reposición de las reproductoras fue del 102 % (26; 68; 127). El índice de conversión fue de 3,64 (0,65; 3,11; 4,19).

Palabras clave: bdcuni, conejo, gestión técnica.

Abstract

The main technical management indexes in cuniculture, the factors affecting them, the methodology of calculation in the bdcuni system and the averaged results obtained in the farms during 2013 are exposed. bdcuni is a free and confidential management system on line (www.ivia.es/bdcuni) where farmers can obtain their technical and economic results and compare them with the averaged values obtained in other farms. Fertility at kindling was 77.1 %, with a standard deviation (s.d.) of 6.9. The 10 % of the farms with the lowest value had a maximum of 68.3 %, and the 10 % with highest value had a minimum of 83.7 %. Lactation mortality was 12.1 % (s.d.=4.7; Low=7.8 %; High=19.3 %) and fattening mortality remained in 7.9 % (3.5 %; 3.9 %; 11.1 %). Kits born alive per kindling averaged 9.39 (0.71; 8.40; 10.07) and market liveweight was 2158 g (124; 2033; 2295). The replacement rate stayed in 102 % (26; 68; 127), and feed conversion rate was 3.64 (0.65; 3.11; 4.19).

Key words: bdcuni, rabbit, technical management.

Introducción

La gestión técnico-económica en una explotación cunícola concreta permite llevar un registro actualizado y visualizar los cambios en los índices técnicos a lo largo del tiempo. Sin embargo, la situación real no se conoce si no se comparan los resultados con los obtenidos en otras explotaciones similares. Además, la manera de calcular los índices debe ser la misma para poder realizar comparaciones. Es por ello que en 2007 el Centro de Tecnología Animal del IVIA (Segorbe) puso en marcha un sistema de gestión técnica y económica para cunicultores, gratuito y confidencial, a través de la web www.ivia.es/bdcuni, donde los resultados obtenidos se pueden comparar con la media obtenida por el conjunto de explotaciones que utilizan este sistema. El objetivo del presente trabajo es no solo publicar los resultados medios obtenidos durante 2013 sino también mostrar el método de cálculo de los índices y algunos de los factores que les pueden estar afectando.

Material y métodos

Los índices fueron calculados tomando como fuente la base de datos bdcuni. Se utilizaron los datos de 176 bandas del año 2013 de 24 explotaciones. Los índices técnicos que se calcularon se pueden observar en la tabla 1.

Resultados y discusión

Índices a incrementar

Fertilidad aparente: Se puede expresar como *Palpaciones positivas respecto a hembras* [(n° palpaciones positivas/n° de hembras) × 100] o bien *Palpaciones positivas respecto a inseminaciones* [(n° palpaciones positivas/n° de inseminaciones) × 100]. Los índices permiten detectar problemas en la inseminación o en la primera fase de la gestación. La palpación debe realizarse alrededor del día 11-12 de gestación, para detectar las hembras no preñadas que deben ser inseminadas de nuevo. Como en el protocolo de inseminación se utiliza GnRH para forzar la ovulación, se genera un cuerpo lúteo en el ovario, necesario para el mantenimiento de la posible gestación. Por tanto, es preciso que la siguiente inseminación se realice al menos 18 días después de la primera, para que el cuerpo lúteo se haya eliminado de forma natural y la coneja pueda ovular de nuevo. Este periodo se puede acortar si a los 11 días de la inseminación, al detectar la ausencia de gestación, se inyecta prostaglandina para eliminar el cuerpo lúteo. En el caso de banda única, no es necesaria la palpación a los 11 días, por lo que muchos cunicultores palpan solo a los 25 días para detectar en qué jaulas de madres deben colocar nido.

Fertilidad real: Se puede expresar bien como *Partos respecto a hembras* [(n° partos/n° de hembras) × 100] o *Partos respecto a inseminaciones* [(n° partos/n° inseminaciones) × 100]. El primer índice representará mejor la productividad de la explotación, mientras que el segundo nos indicará el éxito de la inseminación. Bajos valores en estos índices pueden ser debidos a problemas de inseminación, mala condición corporal de las hembras o bajo número de conejas receptivas en el momento de la inseminación. El número de hembras favorables se puede mejorar mediante el cambio de del fotoperiodo, el cierre de nidos para evitar que la camada actual mame, el aumento de la cantidad de alimento (flushing) en conejas nulíparas o vacías, o el uso de PMSG o prostaglandinas (48 o 72 horas antes de la inseminación).

Partos por hembra y año [(n° de partos × (365/(31 + días entre parto e inseminación))]/n° reproductoras en la banda]: El índice dependerá de la fertilidad y del ritmo reproductivo de la explotación. Así, en granjas con inseminaciones a los 11, 18 o 25 días posparto, el máximo de n° de partos por hembra y año que podría alcanzar si la fertilidad fuera del 100% sería de 8,69, 7,45 o 6,52, respectivamente.

Nacidos vivos por parto [n° de nacidos vivos / n° de partos]: Su valor tiene una gran importancia económica (Armero y Blasco, 1992). Las reproductoras procedentes del cruce de líneas seleccionadas por tamaño de camada incrementan este índice.

Destetados por parto [n de destetados / n° de partos]: Dependerá de los nacidos vivos por parto y de la mortalidad en lactación. Normalmente las líneas maternas están seleccionadas genéticamente por este índice, por lo que las hembras no sólo tienen un alto tamaño de camada al nacimiento, sino que además son capaces de mantener al gazapo hasta el destete. Es por tanto innecesario eliminar gazapos tras el parto.

Producidos por parto [n° de producidos / n° de partos]: Dependerá de los destetados por parto y de la mortalidad en el engorde.

Kg producidos por parto [kg vendidos a matadero / n° de partos]: Dependerá de los producidos por parto y del peso de venta a matadero.

Los anteriores cuatro índices pueden también expresarse respecto al número de inseminaciones o al número de hembras. Si la productividad de la explotación se expresa por inseminación en lugar de por parto, los índices recogerán además el éxito que hemos tenido en la fecundación. Al expresarlo por hembra, incluiremos en el índice el resultado de todas las reproductoras de la explotación, por lo que podríamos decir que es la forma más correcta de expresar la productividad de la explotación.

Peso de venta a matadero [kg vendidos a matadero / n° conejos vendidos al matadero]: Este índice dependerá del peso al que podemos vender, siendo un aspecto capital en las negociaciones con el matadero.

Índices que conviene reducir

Intervalo entre partos real (días) $[365 / \text{partos por hembra y año}]$: Al igual que el número de partos por hembra y año, el índice dependerá de la fertilidad y del ritmo. En una explotación a 11 días postparto, el intervalo entre partos mínimo, alcanzado si la fertilidad fuera del 100%, sería de 42 días. Para ritmos a 18 o 25 días, el mínimo sería de 49 o 56 días, respectivamente.

Mortinatalidad (%) $[100 \times (\text{n}^\circ \text{ de muertos al nacimiento} / \text{n}^\circ \text{ de nacidos totales})]$: Suele estar asociada a aplastamientos, abandono, canibalismo y enfriamiento, por lo que es conveniente revisar nidos, verificando que todos los gazapos han mamado tras el parto y se encuentran dentro del nido, y que la coneja no se encuentra bajo situaciones de estrés o con restricciones de agua, que inducen al canibalismo.

Mortalidad en lactación $[100 \times (\text{n}^\circ \text{ de muertos en lactación} + \text{n}^\circ \text{ de eliminados en lactación}) / \text{n}^\circ \text{ nacidos vivos}]$: El índice dependerá del estado sanitario de las madres, ya que por un lado condicionan la cantidad de leche producida y por otro son una vía de transmisión de enfermedades a los gazapos. Esta mortalidad se puede reducir evitando nidos sucios y/o húmedos, asegurando una cantidad mínima de paja y viruta, y contando con un sistema de calefacción del nido, ya que la temperatura ambiental que necesitan los gazapos es superior a la de las madres.

Mortalidad en engorde $[100 \times (\text{n}^\circ \text{ de muertos en engorde} + \text{n}^\circ \text{ de eliminados en engorde}) / \text{n}^\circ \text{ destetados}]$: El índice dependerá del estado sanitario de la explotación y de la edad al destete. Las enfermedades más comunes durante el engorde son la enteropatía mucoide, la enfermedad vírica hemorrágica, la pastereiosis, la mixomatosis, y la enterotoxemia. Los destetes tempranos (28 días de edad o incluso menos) posibilitan un mayor número de ciclos reproductivos por hembra y año pero aumenta la susceptibilidad de los gazapos frente a problemas digestivos, ya que se une el estrés psicológico del destete con un cambio de alimentación asociado a una cierta inmadurez del aparato digestivo. Los destetes a 35 días de edad, sin embargo, exigen una inseminación a un mínimo de 11 días posparto y reducen el número de ciclos, pero reducen la mortalidad de los gazapos.

Edad al sacrificio: A pesar de que el peso viene fijado por el mercado, la edad a la que los conejos llegarán a este peso sí depende del manejo en granja. Así, los conejos llegarán antes a la edad de sacrificio si las reproductoras se han inseminado con machos provenientes de líneas seleccionadas por velocidad de crecimiento. Por otro lado, esta velocidad de crecimiento dependerá también del pienso utilizado. Por último, la morbilidad de los conejos (porcentaje de animales enfermos respecto al total) también condicionará el tiempo que los animales necesitan para llegar al peso al sacrificio.

Bajas de reproductoras al mes $[(\text{n}^\circ \text{ de reproductoras muertas} + \text{n}^\circ \text{ de reproductoras eliminadas}) / \text{n}^\circ \text{ reproductoras en la banda} \times (365/12) / (31 + \text{días entre parto e inseminación}) \times 100]$: Las causas más frecuentes de mortalidad son la neumonía, enteritis, y metritis y fetos momificados (Rosell y de la Fuente, 2012). Las eliminaciones suelen darse por baja productividad, mala condición corporal o mal de patas (Rosell y de la Fuente, 2009). El momento de mayor probabilidad de eliminación de una hembra es tras su primer parto, y el riesgo de ser eliminada se incrementa con el número de ciclos (Sánchez et al., 2005).

Tasa de reposición $[(\text{n}^\circ \text{ de hembras de reposición en primera inseminación}) / \text{n}^\circ \text{ de reproductoras en la banda}] \times (365) / (31 + \text{días entre parto e inseminación}) \times 100$. Es un índice directamente relacionado con las bajas de reproductoras al mes. Ambos índices son una forma indirecta de estimar la longevidad de los animales.

Índice de conversión global $[\text{kg de pienso utilizados en la explotación} / \text{kg de conejo vivo producido}]$: Este índice incluye el pienso utilizado no sólo para engorde sino también para el resto de animales en la granja, como las reproductoras, la reposición o los machos si los hubiese. El índice tiene una gran importancia económica, ya que los costes de alimentación suponen el 45% del coste de producción total (Cartuche et al., 2012). Una revisión detallada de los factores que afectan a este índice se puede consultar en Maertens (2008). El índice depende de la genética de los gazapos, ya que individuos descendientes de padres de líneas seleccionadas por velocidad de crecimiento e, indirectamente, índice de conversión, llegan antes al peso al sacrificio, lo que conlleva un ahorro de pienso y un menor (es decir, mejor) índice de conversión. Será también menor cuanto menor sea el peso de venta a matadero, ya que el índice aumenta con la edad. El índice se reduce conforme aumenta el número de producidos (por hembra, inseminación, o parto), ya que aumentan los kg de conejo vivo producidos. Dado que el pienso consumido por los animales es utilizado para energía de mantenimiento y producción (esto es, crecimiento de los gazapos), temperaturas ambientales por debajo de las recomendadas llevan a que los animales consuman más pienso para cubrir sus necesidades de mantenimiento, y por tanto incrementen el índice de conversión. Por último, el tipo de pienso utilizado también influye sobre el índice. El conejo adapta su ingestión a la concentración de energía digestible del pienso, por lo que a mayor energía en el pienso menor será el índice de conversión. Otros factores

que reducen el índice son la restricción del alimento en cebo y en las hembras no productivas, el alojamiento individual de los animales de cebo, o la reducción de las pérdidas de pienso en finos.

Agradecimientos

bdcuni agradece el apoyo y colaboración de los cunicultores y técnicos que utilizan y promocionan el sistema. El trabajo ha estado cofinanciado por la Secretaría de Estado de I+D+i del Ministerio de Economía y Competitividad de España mediante la contratación de M. Pascual (PTA2011-5888-T) y por el Subproyecto RTA2010-00132-00-00 INIA, con la financiación de la beca del Subprograma FPI-INIA de E. Blasco.

Bibliografía

- Armero Q., Blasco A. 1992. *Economic weights for rabbit selection indices*. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15:637-642.
- Cartuche L., Pascual M., Gómez E.A., Blasco A. 2013. *Estimación de pesos económicos en un sistema de producción de conejos de carne*. XXXVIII Symposium de Cunicultura de ASESCU. Zamora (España), pp. 8-11.
- Maertens L. 2008. *Estrategias para reducir el índice de conversión*. XXXIII Symposium de Cunicultura de ASESCU. Calahorra (España), pp. 6-13.
- Rosell J.M., de la Fuente L.F. 2009. *Culling and mortality in breeding rabbits*. *Prev. Vet. Med.*, 88:120-127.
- Rosell J.M., de la Fuente, L.F. 2012. *On-farm causes of mortality in female rabbits*. 10th World Rabbit Congress, Sharm El Sheikh (Egipto), pp. 1147-1150.
- Sánchez J.P., Peiró R., Torres C., Baselga M. 2005. *Estudio de los factores que determinan la longevidad en una población de conejo de carne*. XXX Symposium de Cunicultura de ASESCU. Valladolid (España), pp. 143-148.

Tabla 1. Valores medios de los índices bdcuni en el año 2013, desviaciones típicas (d.t.) y valores que limitan el 10% por encima y por debajo.

Índice	Media	d.t.	Bajo	Alto
Palpaciones positivas respecto hembras (%)	82,1	6,6	71,8	90,0
Palpaciones positivas respecto inseminaciones (%)	83,0	6,2	72,7	90,0
Partos respecto a hembras (%)	77,1	6,9	68,3	83,7
Partos respecto a inseminaciones (%)	77,7	6,8	68,3	83,7
Partos por hembra y año	6,53	0,89	5,85	7,27
Intervalo entre partos	57,5	11	50,5	64,1
Mortinatalidad (%)	5,2	2,4	2,4	8,4
Mortalidad en lactación (%)	12,1	4,7	7,8	19,3
Mortalidad en engorde (%)	7,9	3,5	3,9	11,11
Nacidos vivos por parto	9,39	0,71	8,40	10,07
Destetados por parto	8,26	0,89	7,04	9,30
Producidos por parto	7,63	0,99	6,31	8,71
kg producidos por parto	17,8	2,5	14,7	21,3
Nacidos vivos por inseminación	7,32	0,98	5,77	8,32
Destetados por inseminación	6,4	1,0	4,7	7,5
Producidos por inseminación	5,9	1,1	4,4	7,1
kg producidos por inseminación	12,7	2,7	9,0	15,8
Nacidos vivos por hembra	7,26	0,98	5,96	8,30
Destetados por hembra	6,4	1,0	4,6	7,5
Producidos por hembra	5,8	1,1	4,3	7,1
kg producidos por hembra	12,6	2,7	8,8	15,8
Peso a la venta (kg)	2158	124	2033	2295
Mortalidad reproductoras/mes (%)	7,4	2,0	4,9	10,0
Tasa de reposición (%)	102	26	68	127
Índice de conversión	3,64	0,65	3,11	4,19

Influencia del ritmo de reproducción y la edad al destete sobre la productividad y la cuenta de resultados de granjas de conejos

Influence of the extension the reproduction rhythm and weaning age on productivity and the economics results of rabbit farms

Rafel O.*, Ramon J., Perucho O.

IRTA. Unidad de Cunicultura. Torre Marimón. 08140 Caldes de Montbui (Barcelona)

*Dirección contacto: oriol.rafel@irta.cat

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de ampliar el intervalo entre partos y la duración de la lactación sobre diferentes parámetros productivos, así como sobre la cuenta de resultados de la explotación. Para ello se comparó la producción de 245 partos con inseminaciones 11 días después del parto (RR-11) con los de 122 inseminados 32 días post-parto (RR-32). Estos ritmos reproductivos están asociados con duraciones de la lactación de 31 y 56 días, respectivamente. Los diferentes caracteres productivos considerados fueron el peso de la hembra a la inseminación y al parto, su fertilidad y su prolificidad, también se consideraron el peso y crecimiento de los gazapos, durante la lactación y en el engorde. Los resultados muestran un efecto positivo ($P < 0,001$) de la extensificación del ritmo reproductivo, y el consecuente alargamiento de la duración de la lactación, el crecimiento de los conejos de engorde (+2,1 g/d), el peso a 60 días (+79,5 g), la fertilidad de las hembras mejoró (+6,5 unidades porcentuales) no disponiendo de la significación estadística, sobre el peso de la camada al nacimiento (+89,1 g) no se encontró diferencia significativa. La prolificidad y la mortalidad durante el cebo no se vieron afectadas. El efecto beneficioso de prolongar la lactación sobre el peso de los gazapos no compensa el menor número de partos al año por coneja que supone la extensificación del ritmo reproductivo viéndose reflejado en el índice global y en los económicos también influye en la cuenta de resultados, al ser superiores para el grupo RR-11 que para el grupo RR-32. La diferencia del Margen Coste Alimentación (MCA) por kilo es de un 9,5% por gazapo producido de un 13,2% y el Valor Actual Neto (VAN) de un 10,3%.

Palabras clave: Conejo, ritmo reproducción, edad destete, resultados técnicos, economía.

Abstract

The aim of this study was to assess the effect of the extension of the kindling-mating period, and the subsequent lactation length, on different production traits, as well as, on the revenue statements. Performance from 245 births mated 11 days after parturition (RR-11) was compared to 122 births mated 32 days after parturition (RR-32); these two reproductive rhythms were associated to 31 and 56 days of lactation, respectively. Performance was characterized based on doe weight at mating and at parturition, doe fertility and prolificacy, as well as on lactation kits growth and after weaning. Results showed a slightly positive effect of extending kindling-mating interval ($P < 0.05$) on litter weight at birth (+89.1 g), on kit average daily gain after weaning (+2.1g/d), on weight at 60d (+79.5 g) and female fertility (+6.5 percentage units). No differences were found in prolificacy and rate of mortality during the fattening period. The positive effect of the extension of the lactation period on kit growth is counterbalanced by the negative effect of the reduction of the number of litters per female and year, consequence of the extension of the kindling-mating interval. Thus, the global economic indexes, 9.5% Income Over Feed Costs (IOFC) and 10.3 net present value (NPV) were higher for RR-11 than for R-36.

Key words: Rabbit, reproduction rhythm, weaning age, technical performance, economy.

Introducción

La alta prevalencia de la enteropatía epizoótica del conejo (EEC) (Martínez- Vallespín, 2012) puede explicar en parte la extensificación del ritmo de reproducción y el retraso en la edad al destete, para aumentar la viabilidad de los conejos durante el cebo. La aplicación de esta práctica aparece reflejada en los resultados de la gestión técnica y económica (GTE) de la "Federació de Associacions de Cunicultors de Catalunya" (FACC) con ritmos de reproducción en que las cubriciones o inseminaciones se realizan hasta 45 días después del parto (Abadal et al., 2012). Recientes estudios sobre el impacto económico de la extensificación del ritmo reproductivo (Rafel et al., 2012, 2013) han mostrado que la extensificación de ritmo reproductivo sólo es rentable si se reduce la mortalidad en engorde más de un 17%. El presente estudio tiene por objeto comparar durante varios partos los resultados obtenidos al utilizar un ritmo de reproducción semi-intensivo o un ritmo extensivo, a fin de determinar si la mejora de resultados permite compensar económicamente la extensificación del ritmo de reproducción.

Materiales y métodos

Tratamientos experimentales

Doscientos cincuenta y siete conejas multíparas de la línea Prat (IRTA) (Gómez et al., 2002) sometidas a un ritmo de reproducción semi-intensivo con inseminación artificial (IA) a 11 días después del parto, fueron asignadas aleatoriamente a dos tratamientos experimentales para el resto de su carrera: un ritmo de reproducción semi-intensivo (RR-11), con inseminación 11 días después del parto y destete a los 32 días, o un ritmo extensivo (RR-32) con inseminación a 32 días después del parto y destete a los 56 días. El experimento se desarrolló entre mayo de 2011 y febrero de 2012 en tres estaciones consecutivas (verano, otoño e invierno) en la comarca del Vallès Oriental (Barcelona). Durante este período, se realizaron 4 ciclos para el tratamiento RR-32 y 6 para el RR-11. Los animales fueron alojados en un edificio de tipo túnel, con control del ambiente mediante equipos de refrigeración, calefacción y ventilación longitudinal. Las temperaturas variaron entre 15 °C y 26 °C en el interior del túnel. Las jaulas eran de tipo polivalente (40×100cm), equipadas con un comedero de pienso y bebedero tipo cazoleta. Los animales fueron sometidos a un fotoperiodo de 16 horas de luz por día. La reproducción se realizó mediante la inseminación artificial con dosis mono-espérmicas. En total, se realizaron 623 inseminaciones que dieron lugar a 459 partos. Durante todo el período experimental, las hembras muertas o eliminadas fueron reemplazadas por hembras sincronizadas, nulíparas y gestantes. Al parto se controló el número de gazapos nacidos vivos y muertos, y el peso de la camada. No se realizaron adopciones. Treinta y un días después del parto comenzó el cebo, controlando del número de conejos vivos y su peso individual. Los gazapos RR-11 fueron separados de sus madres y alojados en jaulas a razón de 8 animales (20 animales/m²). Los gazapos RR-32 se quedaron con sus madres, ajustándose la talla de las camadas a 8 gazapos mediante la eliminación o la adición de individuos. A los 56 días las hembras fueron trasladadas a otra jaula y los gazapos se mantuvieron en la que habían nacido hasta el final del cebo (60 días de vida). A esta edad se controló el peso individual de los conejos de ambos tratamientos. Todos los días la mortalidad fue controlada en lactancia y cebo. Las hembras fueron pesadas semanalmente. La Tabla 1 muestra el número de datos utilizados para el análisis de cada variable. Los datos de prolificidad de los primeros partos experimentales y los de las hembras nulíparas no se incluyeron en el análisis. Los parámetros económicos se han calculado mediante la herramienta de simulación creada por Rafel et al. (2012) que permite realizar cálculos a partir de datos técnicos y/o económicos simultáneamente, y obtener medidas de rendimientos, tanto productivo como económico, para cada uno de los escenarios simulados.

Alimentación

Durante la fase experimental se distribuyeron tres piensos comerciales: maternidad (M), engorde medicado (EM) y engorde retirada (ER). Las hembras consumieron pienso M durante las tres primeras semanas de la lactancia. Los gazapos de engorde recibieron pienso EM desde los 21 días de edad hasta una semana antes del sacrificio, momento en que iniciaron el consumo del pienso engorde retirada (ER). Todos los gazapos fueron alimentados con la misma dieta entre 31 y 60 días de vida. La diferencia de edad del destete condujo a que las hembras RR-32 consumieran pienso EM de los 21 a los 56 días después del parto, a diferencia de las hembras RR-11 que sólo lo consumieron entre los 21 y los 31 días postparto. El resto del ciclo las hembras RR-11 fueron alimentadas con pienso M. La composición química y el valor nutritivo de los piensos proporcionados por el fabricante son: Pienso (M) fibra bruta 16,00 %, proteína bruta 15,8 %, Energía (kcal/kg) 2.440. Pienso (ER) fibra bruta 16,00 %, proteína bruta 15,4 %, Energía (kcal/kg) 2.435. Pienso (EM): 18,00 % de fibra bruta, proteína bruta 15,0 %, Energía (kcal/kg) 2.260. Los medicamentos incorporados en la dieta fueron un coccidiostático en el pienso M, bacitracina de zinc para ER y coccidiostático, colistina bacitracina y doxiciclina para EM.

Análisis estadístico

En las hembras se estudió la fertilidad, prolificidad (nacidos muertos, vivos y destetados) su peso corporal a la inseminación y al parto, las eliminaciones y las causas de las mismas. En los gazapos se analizaron las mortalidades en lactación y en el cebo, los pesos de la camada al parto, los pesos individuales a 31 y 60 días y el crecimiento entre 31 y 60 días. Los datos se analizaron mediante un modelo mixto utilizando las funciones "Imre" y "Im" de "R" Development Core Team, 2011). El modelo para el análisis de la prolificidad (número de nacidos muertos, NM, nacidos vivos, NV, y destetados, ND) incluyó los efectos fijos de año-estación (AE, tres niveles), el tratamiento (RR-11 y RR-32) y la edad al primer parto (EPP) como covariable. Además incluía el efecto aleatorio permanente de la hembra y el error residual. El modelo para el análisis de peso de la hembra al parto incluía los efectos fijos de AE, tratamiento y el número de parto experimental (NPE). Para el análisis del peso de los gazapos a 31 y 60 días, así como la velocidad de crecimiento entre estas edades se consideraron como efectos fijos AE, tratamiento experimental y número de parto experimental y el efecto aleatorio permanente de la camada de origen. El modelo para el peso al destete incluía además el efecto fijo de número de nacidos vivos (NV), mientras que el peso al sacrificio incluía la covariable peso al destete.

Resultados y discusión

La tabla 1 muestra los estadísticos descriptivos de los caracteres productivos analizados en este experimento. Las medias y desviaciones típicas de cada uno de ellos se encuentran dentro del rango de valores normalmente observados en la línea Prat (Gómez et al., 2002).

Tabla 1. Estadísticos descriptivos.

	Tratamientos					
	RR 11			RR 32		
	N	Media %	Desviación Típica	N	Media %	Desviación Típica
Efectos sobre la hembra						
Fertilidad (%)	245	75,9	0,4	148	82,4	0,4
Prolificidad NM	186	0,7	0,3	122	0,7	0,3
Prolificidad NV	186	8,9	3,8	122	9,6	3,9
Prolificidad ND	186	7,4	3,2	122	7,4	3,7
Peso al parto (g)	212	4.085	378,2	105	4.167	363,6
Peso a la inseminación (g)	86	4.287	448,4	59	4.225	477
Eliminación total (%)	45	18,4%	0,4	46	31,1%	0,5
Eliminación mamitis (%)	6	2,5	0,2	14	9,5	0,3
Efectos sobre el gazapo						
Mortalidad lactación (%)	186	16,2	14,5	122	23,0	17,4
Mortalidad cebo (%)	2.068	5,71	0,2	1.416	4,94	0,2
Peso al parto (g)	186	64,7	10,5	122	63,2	12,0
Peso a 31 días (g)	1.446	672,6	158,2	980	654,3	162,6
Peso a 60 días (g)	1.950	1.648,9	229,2	1.346	1.709,7	237,7
Crecimiento g/día	1.950	37,1	6,02	1.346	39,4	6,3
Índice Global (kg/♀/año)		70,9			53,46	

Influencia sobre los gazapos y producción global

El crecimiento medio durante cebo de los gazapos del ritmo extensivo (RR-32) fue 39,4g/día frente a 37,1 g/día para los del ritmo semi-intensivo (RR-11), crecimientos que han permitido alcanzar pesos a 60 días de vida de 1.710 g para los gazapos RR-32 y 1.649 g para los RR-11. El peso de los gazapos al nacimiento y 31 días no mostró ninguna diferencia estadísticamente significativa (Tabla 2). La mejora de peso al sacrificio para el grupo RR-32 no es lo suficientemente grande como para compensar el menor número de partos por año en el RR-32, que es 5,8 de parto frente los 8,7 del grupo de RR-11. Este factor determina la productividad total por hembra y año. En nuestra experiencia la producción, en kg de peso vivo/hembra y año, es de 70,9 para el tratamiento RR-11 frente a los 53,46 para el RR-32. En anteriores estudios económicos, Rafel et al. (2012) señalaron que para justificar la extensificación de un ritmo semi-intensivo (RR-11) a otro extensivo

(RR-32) es necesario reducir la mortalidad al menos 17 %. Martínez-Vallepín (2012) muestra cómo, en una nave en que no se había practicado el vacío sanitario, retardar la edad de destete 28-42 días condujo a una reducción de mortalidad del 26,1 %. Este escenario podría justificar la extensificación del ritmo de reproducción. Sin embargo, en nuestra experiencia, no se encontraron diferencias significativas en la mortalidad durante el cebo, que fue del 5,7 % y del 4,9 % para RR-11 y RR-32, respectivamente.

La hembra y su camada

La única diferencia significativa entre los tratamientos que observamos en nuestro experimento fue el peso de las hembras al parto. Los valores obtenidos fueron 4.085g para el RR-11 contra 4.167g para RR-32. Esto está de acuerdo con los resultados de Theau-Clement et al. (2011), donde muestran que las conejas sometidas a ritmos intensivos con IA a 35 días 5 días después del parto tienen un peso corporal menor que las sujetas a los ritmos más intensivos. Sin embargo, el peso corporal de las hembras entre el parto y la IA siguiente aumenta en ambos ritmos de reproducción. Las hembras en RR-11 tienen una recuperación de peso de 202g, mientras que los del grupo de RR-32 han recuperado 58g, resultados concordantes con los presentados por Rebollar et al. (2009). Estos resultados se debieron al diferente estado de lactancia de las conejas en el momento de la inseminación, pero también a la diferencia de alimentación proporcionada a cada ritmo de reproducción. Las hembras RR-32, recibieron un pienso medicado EM consumido conjuntamente por las hembras y los gazapos en el período 21 y 56 días después del parto. Esta dieta no formulada específicamente para el estado fisiológico de hembras reproductoras podría explicar las diferencias en el peso de la hembra al siguiente parto. Una lactación más corta facilita la capacidad de recuperación de peso corporal de las hembras.

Tabla 2. Efecto del ritmo de reproducción y la edad al destete en diferentes caracteres productivos y estimas de los componentes de varianza de éstos.

	Diferencia \pm E.T. RR11-RR32	σ_p^2	σ_e^2	Código Significación
Prolificidad NM	0,004 \pm 0,24	0,16	3,02	NS
Prolificidad NV	0,81 \pm 0,55	2,77	12,6	NS
Prolificidad ND	0,15 \pm 0,47	1,39	10,62	NS
Peso hembra parto (g)	89,1 \pm 48,31	—	—	.
Peso hembra Inseminación (g)	-52,1 \pm 107,1	—	—	NS
Peso camada al parto (g)	19,4 \pm 28,4	7,752	27,171	NS
Peso gazapo a 31 días (g)	-3,1 \pm 8,8	6,554	8,112	NS
Peso gazapo 60 días (g)	79,5 \pm 12,2	5,762	25,067	**
Crecimiento (g/día)	2,1 \pm 0,43	7,178	32,355	**

Resultados expresados como diferencia entre los tratamientos. RR 11 días menos RR 32 días

Códigos Significación: 0 **** P<0,001 *** P<0,01 ** P<0,05 ' ' P<0,1 ' ' NS

E.T.: Error típico. σ_p^2 Variancia fenotípica. σ_e^2 Variancia residual

El resto de las variables analizadas, NM, NV, ND, peso de la hembra a la inseminación y el peso de los gazapos a 31 días no presentan diferencias significativas. Sin embargo, Velasco et al. (2009), aumentando el ritmo de reproducción de 18 a 25 días asociado a un destete de 40 o 47 días respectivamente, encontraron mejoras significativas para la prolificidad en más de 1 gazapo pasando de 6,2 NV/IA a 7,28 NV/IA. Esta diferencia no se mantuvo hasta el final del cebo, porque la mortalidad nacimiento-venta se vio incrementada en un 8,7 %. Theau-Clement et al. (2011) compararon tres ritmos de reproducción a 35, 42 y 49 días después del parto. En este estudio, la extensificación del ritmo de 35 a 49 días permitió un aumento en el tamaño de camada de 9,9 a 10,7 gazapos nacidos vivos, pero la reducción de la mortalidad de los gazapos durante la lactancia 8,9 % era insuficiente para compensar la pérdida económica debido a la reducción en el número de camadas por año. No podemos concluir que exista una tendencia claramente definida del efecto del ritmo de reproducción sobre la supervivencia de los gazapos.

La mayor tasa de eliminación de hembras relacionadas con mastitis (9,5 % para el lote RR-32 frente al 2,5 % para el lote RR-11) dio lugar a una tasa renovación más elevada para las hembras del ritmo RR-32 (31,1 % frente a 18,4 % para el lote RR-11). Los valores observados para la fertilidad no se corresponden con los obtenidos por Velasco et al. (2009), quienes encontraron una diferencia significativa del 7 % a favor del ritmo extensivo, con mayores fertilidades que en nuestra experiencia (81,2 % y 88,2 % para los ritmos intensivos y extensivos, respectivamente). Lo mismo sucede en el trabajo realizado por Theau-Clement et al. (2011) donde mostró un incremento de la fertilidad que mejoró significativamente con

la extensificación, alcanzando valores de fertilidad de 64,6 % y 81,0 % para 35 y 49 días respectivamente. A pesar de estas diferencias, estas no compensan la pérdida de producción debido a la reducción del número de partos.

Tabla 3. Influencia del ritmo de reproducción y edad al destete sobre los índices económicos y la cuenta de resultados.

	Tratamiento	
	RR-11	RR-32
Kilos producidos/IA	8,16	9,23
Índice de Conversión IC	4,19	4,47
Margen Coste Alimentación (€/gazapo)	0,63	0,57
Margen Coste alimentación (€/kg)	0,38	0,33
VAN (€)	-867.299	-956.622

La mayor producción por inseminación alcanzada en el tratamiento RR-32 de 9,23k/IA frente a los 8,16k/IA del RR-11 no se ve reflejada en la cuenta de resultados de la exploración por diferentes causas. En primer lugar indicar que la diferencia entre tratamientos no es suficientemente grande para compensar el menor número de partos año de 8,7 o 5,8 para los ritmos RR-11 y RR-32 respectivamente. En paralelo los gastos fijos, como el pienso consumido por los reproductores, se mantiene y repercute negativamente sobre el IC. El Margen Coste Alimentación (MCA) ya sea por gazapo o kilo producido y el VAN son superiores para el ritmo RR-11. Con los resultados técnicos alcanzados en el experimento una mejora de la mortalidad en lactación en el RR-32 igualaría el VAN de los dos tratamientos, aunque manteniéndose negativos. Para alcanzar un VAN positivo debería incrementarse los kilos producidos por inseminación con más gazapos o de mayor peso.

Conclusiones

Bajo nuestras condiciones experimentales, retardar la edad de destete hasta 56 días tiene un efecto positivo en el crecimiento de los conejos en el período 31 y los 60 días de vida. Las hembras sometidas a un ritmo reproductivo extensivo de 32 días posparto asociado con el destete a los 56 días tuvieron un peso corporal más elevado en el siguiente del parto. La productividad anual es mucho menor en el ritmo extensivo que en el semi-intensivo. Para igualar los resultados económicos sería necesaria una mejora del 7% de la mortalidad en lactación.

Agradecimientos

Los autores agradecen la contribución del personal IRTA del subprograma de cunicultura (Carmen Requena y Jaume Sallinas).

Bibliografía

Abadal L., Casas J., Garriga R., Martínez M., Rosell J.M. 2012. Resultats de gestió tecnicoeconòmica de la Federació d'Associacions de Cunicultors de Catalunya durant 2011. *Conills*, 59:18-19.

Gómez E.A., Rafel O., Ramon J. 2002. *The Prat Strain (Spain). Options Méditerranéennes, Série B: Etudes et Recherches*, vol. 38, pp. 203-208.

Martínez-Vallespín B. 2012. Alimentación y riesgo de enteropatía, *Cunicultura*, 216:19-22.

Rafel Guarro O., Gil J.M., Freixa E., Piles Rovira M., Ramon Riba J. 2012. Ritmos de reproducción y edad al destete en granjas de conejos, Implicaciones técnicas y económicas. 37 Symposium de Cunicultura ASESCU. Barbastro, 24-25 de mayo de 2012, pp. 36-42.

Rafel O., Ramon J., Piles M. 2013. Estrategias productivas en el sector cunícola ante una situación de crisis, Capacidad de reacción frente a mercados inestables. XXXVIII Symposium de Cunicultura ASESCU. Zamora, 29 y 30 de mayo 2013, pp. 86-93.

Rebollar P.G., Velasco B., Costa R., Lorenzo P.L., García-Rebollar P. 2009. *Influencia de la edad y del estado fisiológico sobre la composición corporal de conejas en sistemas extensivos de cubrición y destete. XXXIV Symposium de Cunicultura ASESCU. Sevilla, 4 y 5 de junio de 2009, pp. 185-190.*

R Development Core Team. 2008. *R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.*

Theau-Clement M., Galliot P., Souchet C., Bignon L., Fortun-Lamothe L. 2011. *Performances et productivité comparées de trois systèmes d'élevage différent par la conduite de la reproduction. Résultats préliminaires. 14èmes Journées de la Recherche Cunicole. Le Mans, 22 y 23 de noviembre de 2011. Francia pp. 65-68.*

Velasco B., Rebollar P.G., Marco M., Costa R., García-Rebollar P. 2009. *Cambios en la productividad anual de una explotación comercial por la extensificación del ritmo reproductivo. XXXIV Symposium de Cunicultura ASESCU. Sevilla, 4 y 5 de junio de 2009, pp. 179-184.*

PARTE 2

PATOLOGÍA

- Primeras valoraciones de las autovacunas de tiña aplicadas en granjas cunícolas

Fernández A., Borobia M., Chacón G., Sanz C., Albizu M., Muñoz, A., Baselga R.

- Caracterización de cepas de *Staphylococcus aureus* defectivas en genes de virulencia

Penadés M., García-Quirós A., Comos M., Penadés J.R., Selva L., Corpa J.M., Viana D.

- Estudio longitudinal de la colonización nasal por *Staphylococcus aureus* en conejos

García-Quirós A., Penadés M., Penadés J.R., Viana D. Corpa J.M., Selva L.

- Eficacia de dos coccidiostatos (Robenidina y Diclazuril) sobre parámetros productivos en conejos post-destete

Abad R., Delgado R., García J., Nicodemus N.

- Características microbiológicas del agua en granjas de conejos del nordeste de Portugal

Coelho A.C., Pinheiro V.

- La administración metafiláctica del clorhidrato de valnemulina (Econor®) para el tratamiento de la enteropatía epizoótica del conejo

Dip R., Nemet Z., Schiessl B., Klein U., Strehlau G.

Primeras valoraciones de las autovacunas de tiña aplicadas en granjas cunícolas

Evaluation of the first autogenous vaccines applied in rabbit farms against ringworm

Fernández A.*, Borobia M., Chacón G., Sanz C., Albizu M., Muñoz, A., Baselga R.

EXOPOL Autovacunas y Diagnóstico. Pol. Río Gállego, 50840 San Mateo de Gállego (Zaragoza). España.

* Dirección de contacto: afernandez@exopol.com

Resumen

La tiña es una infección fúngica que afecta a los tejidos queratinizados del hombre y los animales. En el conejo está producida principalmente por *Trichophyton mentagrophytes* y presenta una alta prevalencia en las explotaciones cunícolas, afectando sobre todo al engorde en el que produce retraso de crecimiento, empeoramiento del índice de conversión y depreciación de las pieles. La inmunización con vacunas vivas atenuadas ha demostrado ser muy eficaz para el control de la tiña en algunas especies animales, incluido el conejo. Sin embargo, la ausencia de productos comerciales hace que la utilización de autovacunas inactivadas sea casi la única alternativa para su control en España. En este trabajo se presentan los resultados de las primeras autovacunas aplicadas en granjas comerciales de los que se deducen que las autovacunas de tiña aplicadas en madres son una herramienta muy útil para el control de la enfermedad tanto en madres, lactantes y engorde, sobre todo en aquellas granjas que trabajan a banda única y disponen de distintas naves para reproductores y engorde.

Palabras clave: Tiña, *Trichophyton sp.*, conejo, autovacuna.

Abstract

Dermatophytosis is a fungal infection affecting the keratinized superficial tissues of humans and animals. Ringworm in rabbits is caused mainly by *Trichophyton mentagrophytes* and has a high prevalence in commercial farms, mainly affecting fattening rabbits in which growth retardation occurs, worsening the conversion rate and fur depreciation. Immunization with live attenuated vaccines has proven very effective for the control of ringworm in some animal species, including rabbits. However, the absence of commercial products makes the use of inactivated autogenous vaccines almost the only option for its control in Spain. In the present study the results of the first autogenous vaccines applied in commercial farms are shown. The application of ringworm autogenous vaccines in does is a very useful tool for disease control in does, suckling and fattening rabbits, mainly in those farms which work all in all out.

Key words: Ringworm, *Trichophyton sp.*, rabbit, autogenous vaccine.

Introducción

La tiña o dermatofitosis es una infección producida por hongos dermatofitos que afecta a los tejidos queratinizados del hombre y los animales (estrato córneo, pelo y piel) (Larone, 2011). Son varias las especies de los géneros *Trichophyton* y *Microsporum* que pueden afectar a los conejos, siendo la más frecuente *Trichophyton mentagrophytes* (Kraemer et al., 2012). Es una infección que presenta una alta incidencia en las explotaciones cunícolas, afectando sobre todo al engorde en el que produce retraso de crecimiento, empeoramiento del índice de conversión y depreciación de las pieles, además de tratarse de una importante zoonosis. Una vez que la infección entra en una explotación ésta se transmite a través de esporas, muy resistentes al calor y a la acción de los desinfectantes. El contagio entre individuos se produce muy fácilmente por contacto directo o indirecto a través de fómites o contaminación ambiental. El control de la enfermedad se basa en medidas higiénicas y tratamientos profilácticos, siendo muy difícil de erradicar. En aquellas granjas en las que se presenta de forma endémica, la tiña afecta principalmente a los animales jóvenes (Lund and DeBoer, 2008).

Aunque la infección queda confinada a los tejidos queratinizados superficiales, tanto *Trichophyton* como *Microsporum* son capaces de inducir una respuesta inmune adaptativa humoral y celular (DeBoer and Moriello, 1993; Sparkes et al., 1993; Mignon et al., 1999), por lo que la inmunoprofilaxis se contempla como una herramienta en el control de esta enfermedad.

Se han comercializado vacunas frente a tiña en diversos países y para diferentes especies animales, obteniéndose los mejores resultados con las vacunas vivas atenuadas frente a *Trichophyton verrucosum* en el caso de la tiña bovina y frente a *T. mentagrophytes* en el caso de conejos, chinchillas y otros animales de peletería. Con la utilización de estas vacunas vivas dentro de un programa de control se ha conseguido erradicar la enfermedad en diversas áreas o explotaciones de Rusia, Noruega y Suecia (Lund and DeBoer, 2008).

En cuanto a las vacunas inactivadas, para la mayoría de ellas la información disponible en cuanto a su efectividad y duración de inmunidad en pruebas de campo es limitada, pero ha quedado demostrado que estimulan la inmunidad celular y humoral y se han descrito principalmente para su uso en bovino, caballos, perros y gatos (Blanco y García, 2008; Lund and DeBoer, 2008). Aunque se han realizado algunos intentos de inmunización con fracciones subcelulares (Elad and Segal, 1995) únicamente vacunas de células completas inactivadas han llegado a comercializarse.

A pesar de la alta prevalencia de la enfermedad, en España actualmente no se comercializa ninguna vacuna de tiña para conejos, y por ello, el uso de autovacunas ofrece una interesante alternativa para su control. Puesto que las autovacunas vivas no están legalmente permitidas, en Exopol se elaboran autovacunas inactivadas y adyuvantadas frente a *Trichophyton sp.*

En el presente trabajo se presenta la valoración de las primeras autovacunas aplicadas en granjas comerciales, y los factores que más han influido en su eficacia.

Material y métodos

Autovacunas

En cada una de las granjas, los veterinarios responsables de las mismas tomaron varias muestras consistentes en un raspado de piel y pelos de la periferia de las lesiones típicas presentes en los animales afectados. Dichas muestras se sembraron en agar Sabouraud (OXOID) y Dermatophyte Test Medium (Larone, 2011) y se incubaron a 28°C durante una semana. A partir de una colonia del hongo se realizó una tinción con azul de lactofenol (Panreac) para identificar la especie mediante observación microscópica y se procedió al subcultivo para el aislamiento y la propagación de la cepa en pureza.

Una vez obtenida la cepa de una explotación, ésta se cultivó en cantidad suficiente para producir las dosis de autovacuna solicitadas para dicha explotación. La autovacuna consistió en un extracto antigénico completo inactivado y adyuvantado con hidróxido de aluminio. El protocolo de aplicación recomendado por el laboratorio para las hembras reproductoras que estaban en producción fue de dos dosis aplicadas con un intervalo de 3 semanas. Para las hembras de reposición se recomendaron dos dosis a partir de las 6-8 semanas de vida con unas 3-4 semanas de intervalo y una tercera dosis a mitad de su primera gestación.

Granjas

Se elaboraron autovacunas durante todo el año 2012 para un total de 31 explotaciones. Todas ellas presentaban un problema clínico de tiña de forma endémica, viéndose afectado principalmente el engorde, pero también las hembras y lactantes. En todas ellas se venían realizando tratamientos sistemáticos con azufre en nido y antimicóticos en engorde, pero se desconocían las características de las explotaciones, por lo que se incluyeron granjas de distintos tamaños, formas de manejo, nivel de higiene, etc.

Valoración de las autovacunas

Para la primera valoración del resultado de las autovacunas se contactó con los veterinarios responsables de las explotaciones y fueron ellos los que de una forma subjetiva indicaron el grado de satisfacción según la eficacia que habían observado. Se consideró como resultado muy bueno cuando la tiña prácticamente había desaparecido o lo había hecho por completo. Se consideró un resultado bueno cuando se notó un descenso muy considerable de la clínica, como regular cuando a pesar de notarse cierta disminución en la clínica seguía habiendo tiña y malo cuando no se notó o se notó muy poco.

A partir de esa primera valoración se seleccionaron 8 explotaciones con resultados representativos del global y se visitaron con el objetivo de recabar datos y analizar la situación. Todas ellas eran explotaciones de entre 500 y 3000 reproductoras con inseminación artificial a 11 días postparto y destete en torno a 35 días. Durante la visita se tomaron los datos relativos al tipo de instalaciones y manejo, como número de bandas en la explotación, tipo de reposición y presencia o no de gazapos de cebo en la misma nave que los reproductores.

Resultados y discusión

En todas las muestras enviadas al laboratorio se aislaron hongos que fueron identificados morfológicamente como *Trichophyton sp.* siendo compatibles todos ellos con *T. mentagrophytes*. La morfología de las colonias aisladas ha sido variable entre distintas cepas, tal y como se describe en la literatura para *T. mentagrophytes* (Larone, 2011).

De las 31 explotaciones para las que se elaboraron las autovacunas, solo fue posible obtener una primera valoración por el veterinario en 18 (58%). De las 18 valoradas, para el 41,6% el resultado fue muy bueno, para el 11,11% bueno, para el 16,66% regular y para el 30,5% malo.

De esas 18 explotaciones valoradas se visitaron 8, 4 con resultado bueno o muy bueno, 3 con resultado malo y una con resultado regular. En la tabla 1 se presentan los datos recogidos en estas explotaciones y el resultado obtenido con la autovacuina de tiña.

Tabla 1. Características de las explotaciones y valoración de la autovacuina de tiña.

Granja	Prevalencia inicial ^a	Nº de bandas	Tipo de reposición	Mezcla madres-cebo	Prevalencia final	Resultado
1	15%	Única	Externa	No	<0,2%	MB
2	NV	Única	Externa	Sí	<0,2%	B
3	5.5%	Única	Propia	No	2,8%	M
4	NV	Única	Propia	Sí	17,5%	M
5	80%	Única	Externa	No	<10%**	MB
6	NV	Única	Propia	Sí	NV	M
7	NV	2	Externa	Sí/No	NV	R
8	30%	Única	Externa	No	<0,2%	MB

^aPrevalencia inicial: nº de jaulas afectadas en engorde. NV: No valorado. MB: Muy bueno; B: Bueno; R: Regular; M: Malo. **resultados obtenidos en 2 meses.

Las 4 explotaciones con buen resultado trabajaban en banda única, compraban las hembras de reposición y todas, excepto una, disponían de naves distintas para las madres y el cebo. En esas 3 el efecto de la vacuna se notó de forma rápida en pocos meses, vacunando de forma inicial todo el efectivo y posteriormente solo a la reposición. En la granja en la que el cebo compartía nave con las reproductoras se consiguió controlar totalmente la enfermedad al año de comenzar con la vacunación y aplicando una dosis de recuerdo a todas las hembras a los 6 meses. En la actualidad esta granja ni siquiera trata con antifúngicos. Estas explotaciones registraban prevalencias de tiña de entre el 15 y el 80% de jaulas afectadas en el engorde antes de la vacunación y en algunas de ellas prácticamente se había eliminado (<0,2%) en el momento de terminar el estudio.

Las 3 granjas con mal resultado se quedaban hembras propias para reposición, y 2 de ellas mezclaban cebo y reproductores en la misma nave. Hay que señalar que en una de estas granjas (la nº 6), el resultado fue muy bueno en una de las naves (en la que no se mezclaban animales de distintas edades) mientras que no fue así en la otra nave (en la que sí se mezclaban animales de distintas edades). En la granja nº 3 disminuyó el porcentaje de jaulas de cebo afectadas pero no se consideró satisfactorio. En este caso a pesar de que adultos y jóvenes no compartían instalaciones, la reposición propia sí que se trasladaba de una nave a otra aumentando el riesgo de transmisión y no se realizó revacunación de todo el efectivo a los 6 meses.

En el caso de la explotación nº 7 se ha valorado el resultado como regular ya que tras 6 meses desde el inicio de la vacunación durante los cuales se había observado una considerable mejoría, aumentó notablemente la prevalencia en el engorde. Esta explotación trabajaba a dos bandas y los engordes de dos edades diferentes se mantenían en la misma nave. Posteriormente y tras un cambio de manejo a banda única, se procedió de nuevo a la revacunación de todo el efectivo consiguiendo así eliminar prácticamente la tiña de la explotación.

Los únicos datos publicados sobre la eficacia de la vacunación de tiña en conejos hacen referencia a vacunas vivas que producen hasta un 90% de protección y una duración de inmunidad de un año desde su aplicación (Lund and DeBoer, 2008). En el caso de las autovacunas inactivadas utilizadas en este estudio desconocemos con exactitud qué nivel de protección inducen y cuánto tiempo dura la inmunidad. No obstante, ha quedado demostrado que la vacunación de madres junto con unas adecuadas medidas de manejo e higiene contribuye eficazmente al control de la enfermedad creando una inmunidad a nivel de explotación y reduciendo el nivel de contaminación ambiental.

La desaparición de la tiña en hembras reproductoras y sus gazapos lactantes ha sido el primer signo detectado en las granjas vacunadas, por lo que cabe deducir que en las hembras se establece una inmunidad protectora, que por los resultados obtenidos tiene una duración de al menos 6 meses. A pesar de que se ha demostrado que las vacunas inactivadas son capaces de conferir inmunidad celular y humoral (DeBoer and Moriello, 1993; Sparkes et al., 1993; Mignon et al., 1999), no se ha podido demostrar una protección debida a la transferencia pasiva de anticuerpos antidermatofitos en un modelo ratón (Lund and DeBoer, 2008). Sin embargo, el hecho de que en las granjas en las que se han aplicado las autovacunas los gazapos se desteten limpios de lesiones, induce a pensar que la inmunidad materna juega un importante papel durante el periodo de lactación. Posteriormente, para mantener dichos gazapos libres de infección es necesario alojarlos en un ambiente libre de esporas (vacío, limpio y desinfectado).

Aunque el estudio se ha limitado a unas pocas explotaciones y es posible que existan otros factores que influyan en la eficacia de las autovacunas, como podría ser la capacidad antigénica de cada una de las cepas utilizadas en las mismas, parece que los factores apuntados, como son el manejo en banda única, la introducción de animales de reposición sanos y la separación de animales de distintas edades, son fundamentales para conseguir la máxima eficacia de las autovacunas de tiña.

Bibliografía

- Blanco J.L., García M.E. 2008. Immune response to fungal infections. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 125:47-70.
- DeBoer D.J., Moriello K.A. 1993. Humoral and cellular responses to *Microsporum canis* in naturally occurring feline dermatophytosis. *J. Vet. Med. Mycol.*, 31:121-132.
- Elad D., Segal E. 1995. Immunogenicity in calves of a crude ribosomal fraction of *Trichophyton verrucosum*: a field trial. *Vaccine*, 13:83-87.
- Kraemer A., Mueller R.S., Werckenthin C., Straubinger R.K., Hein J. 2012. Dermatophytes in pet Guinea pigs and rabbits. *Vet. Microbiol.*, 157:208-213.
- Larone D.H. 2011. *Medically important fungi. A guide to identification. (5th ed).* ASM Press. Washington, DC. EEUU.
- Lund A., DeBoer D.J. 2008. Immunoprophylaxis of Dermatophytosis in Animals. *Mycopathol.*, 166:407-424.
- Mignon B.R., Leclipteux T., Focant C.H., Nikkels A.J., Pierard G.E., Losson B.J. 1999. Humoral and cellular immune response to a crude exoantigen and purified keratinase of *Microsporum canis* in experimentally infected guinea pigs. *Med. Mycol.*, 37:123-129.
- Sparkes A.H., Stokes R., Gruffydd-Jones T.J. 1993. Humoral immune response in cats with dermatophytosis. *Am. J. Vet. Res.*, 54:1869-1873.

Caracterización de cepas de *Staphylococcus aureus* defectivas en genes de virulencia

Characterization of Staphylococcus aureus strains lacking virulence genes

Penadés M.^{1*}, García-Quirós A.¹, Comos M.², Penadés J.R.³, Selva L.¹, Corpa J.M.¹, Viana D.¹

¹ Instituto de Ciencias Biomédicas (Dpto. PASAPTA - Grupo de Patología y Sanidad Animal), Facultad de Veterinaria, Universidad CEU Cardenal Herrera, Tirant lo Blanc, 7, 46115 Alfara del Patriarca (Valencia), España.

² Centro de Investigación y Tecnología Animal, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (CITA-IVIA).

³ Institute of Infection, Immunity and Inflammation, College of Medical, Veterinary and Life Sciences, University of Glasgow, Scotland, United Kingdom.

*Dirección de contacto: mariola.penades@uch.ceu.es

Resumen

Staphylococcus aureus es una bacteria oportunista capaz de infectar a humanos y a gran cantidad de especies animales, causando importantes pérdidas económicas en ganadería. El poder patógeno de esta bacteria reside en su capacidad de producir más de 30 factores de virulencia y las distintas combinaciones que se pueden dar entre ellos. Dichos genes de virulencia están altamente modulados por los sistemas reguladores globales llamados "sistemas de dos componentes" (TCSs). El genoma de *S. aureus* contiene, al menos, 16 pares de TCSs, aunque la función específica de la mayoría de ellos todavía no está bien caracterizada. Por ello, en este trabajo se construyeron cepas mutantes carentes de sistemas de dos componentes, caracterizándose su capacidad de evasión de la respuesta innata mediante pruebas *in vitro* y la capacidad de infección y supervivencia mediante modelos *in vivo*. Los resultados revelaron que la cepa carente de TCS5 (GraRS) era más susceptible a la respuesta innata del hospedador, alcanzándose porcentajes de mortalidad cercana al 100% tras 1 hora de incubación, tanto en sangre entera como con nisina. Estos resultados se relacionaron *in vivo* mediante la infección experimental de 24 conejos, donde la cepa carente de TCS5 (GraRS) no fue capaz de provocar lesiones dérmicas en ninguno de los animales ni se aisló después de 7 días post-inoculación. Los resultados de este estudio sugieren que el TCS5 (GraRS) es indispensable para contrarrestar la respuesta innata del conejo y provocar infección.

Palabras clave: *Staphylococcus aureus*, conejo, factores de virulencia, nisina, infección experimental.

Abstract

Staphylococcus aureus is an opportunistic pathogen, causing frequent infections in humans and in different livestock, leading to economic losses. The pathogenicity of this bacterium is caused by its ability to produce more than 30 virulence factors and the different combinations that can occur among them. These virulence genes are highly modulated by global regulatory systems called "two-component systems" (TCSs). *S. aureus* genome contains at least 16 pairs of TCSs, although the specific role of most of them has not been thoroughly described. Therefore, mutant strains lacking two-component systems were constructed, and their ability to avoid the host innate response was studied by *in vitro* and *in vivo* models. The results revealed that the mutant strain lacking TCS5 (GraRS) was more susceptible to the innate response of the host, achieving mortality rates of around 100% after 1 hour of incubation, both in whole blood as in presence of nisin. These *in vitro* results were related to an *in vivo* experimental infection of 24 rabbits, where TCS5 deficient strain (GraRS) was not able to cause a lesion in any of the animals, nor survive within the host skin after 7 days post-inoculation. These results suggest that the TCS5 (GraRS) is essential in order to counteract the innate response of the rabbit and cause infection.

Key words: *Staphylococcus aureus*, rabbit, virulence factors, nisin, experimental infection.

Introducción

Staphylococcus aureus es una bacteria Gram-positiva capaz de infectar humanos y una variedad muy amplia de especies animales. En cunicultura, esta bacteria afecta a conejos de diferentes edades, produciendo lesiones dérmicas e invadiendo tejidos subcutáneos (Okerman et al., 1984), dando lugar al desarrollo de distintas patologías, como dermatitis supurativa, mastitis, abscesos multisistémicos o pododermatitis (Segura et al., 2007; Corpa et al., 2009).

La capacidad de *S. aureus* de producir enfermedad se debe a la combinación de sus factores de virulencia. *S. aureus* puede producir más de 30 factores de virulencia que le permiten establecer y mantener la infección (Haveri et al., 2008), sobreviviendo en condiciones extremas dentro del hospedador. Además, diversos estudios demuestran que existe una elevada especialización de la bacteria hacia un rango concreto de hospedadores (Lowder et al., 2009), es decir, distintas cepas bacterianas presentan afinidad por un tipo concreto de hospedador. Una hipótesis que justificaría esta especificidad es que las distintas cepas presentarían genes específicos que les permitirían adaptarse mejor al hospedador que infectan.

En este sentido, los sistemas de dos componentes juegan un papel importante, ya que modulan la expresión de determinados genes de virulencia en respuesta a diferentes señales y estímulos del entorno, como nutrientes, densidad de población, antibióticos, etc., regulando así la capacidad bacteriana de adaptación, supervivencia, virulencia y formación de biofilm. No obstante, hasta el momento no se conocen con exactitud los genes relacionados con las interacciones específicas patógeno-hospedador, pero estos genes podrían ser dianas terapéuticas ideales para evitar infecciones y portadores, reduciendo morbilidad, mortalidad y pérdidas económicas. Por ello, el objetivo de este trabajo es conocer qué determinante o determinantes de *S. aureus* son esenciales para infectar y provocar lesiones en el conejo. Con este fin, fue necesario abordar tres pasos:

- 1) Construir cepas mutantes carentes de distintos sistemas de dos componentes que podían regular la expresión de genes directamente relacionados con el poder patógeno de la bacteria.
- 2) Estudiar *in vitro* el fenotipo de las cepas mutantes obtenidas, principalmente en su capacidad de supervivencia a la respuesta innata.
- 3) Corroborar *in vivo*, mediante infecciones experimentales en piel, los efectos observados en los mutantes más relevantes y comprobar su capacidad de virulencia.

Material y métodos

Construcción de mutantes en genes reguladores a partir de cepas naturales aisladas de conejo

Se obtuvieron 11 cepas mutantes, cada una de ellas carente de un TCS distinto que, según la bibliografía, podía tener una función importante en relación al poder patógeno de *S. aureus*.

Para la obtención de dichas cepas mutantes se empleó el método propuesto por Arnaud et al. (2004) de delección de los genes de elección, según el que, para la mutación de un determinado gen, se lleva a cabo la clonación de fragmentos flanqueantes a la secuencia a deleccionar en el plásmido pMAD, que permite realizar delecciones sin introducir ningún marcador cromosómico.

Características fenotípicas de las cepas mutantes obtenidas (estudios *in vitro*)

Los estudios *in vitro* permitieron analizar las características fenotípicas implicadas en la patogenia de la estafilococia, de manera que obtuvimos información acerca de la capacidad de supervivencia, adaptación y virulencia de cada una de las cepas mutantes obtenidas. Los resultados de las pruebas *in vitro* fueron determinantes para escoger las cepas con las que posteriormente se realizarían infecciones experimentales *in vivo*. Se analizaron los siguientes aspectos:

1.- Actividad hemolítica:

Fue determinada en placas de agar sangre mediante cruce perpendicular de las cepas mutantes con la cepa RN4220, que produce únicamente β -hemolisina (Traber y Novick, 2006). Mediante este test se pueden identificar, a través de la interacción entre ellas en agar sangre, las tres hemolisinas activas de *Staphylococcus*: α , β and δ (Traber et al., 2008). Es importante estudiar la actividad hemolítica, porque la producción de hemolisinas está relacionada con la funcionalidad del gen regulador accesorio agr, un regulador global de virulencia que incluye factores de virulencia secretados y proteínas de superficie.

2.- Supervivencia bacteriana en sangre:

Se valoró la capacidad de evasión de la respuesta inmunitaria a través de la comparación del número de unidades formadoras de colonias (ufc) capaces de sobrevivir en un cultivo con sangre entera de conejo (extraída en tubos con heparina). Para ello, se preparó una suspensión bacteriana crecida en medio TSB a una concentración de 4×10^5 ufc/ml, que se mezcló con la sangre entera de conejo, incubándose a 37°C durante 4h con agitación. Posteriormente, el número de bacterias supervivientes fue determinado mediante siembra de los lisados diluidos en placas de TSA-agar realizados a tiempo 0, 1h, 2h y 3h. Cada experimento se repitió tres veces y los valores relativos de adhesión e invasión, en comparación con el control (100%), se calcularon y analizaron estadísticamente con t de Student. Se consideraron significativos los valores de $p < 0,05$.

3.- Supervivencia bacteriana frente a nisina a distintas concentraciones:

Entre los estudios *in vitro*, merece especial mención la exposición de las cepas a péptidos antimicrobianos, ya que éstos se caracterizan por poseer propiedades muy deseables que hacen de ellos unos candidatos excelentes para utilizarlos como agentes antimicrobianos. De hecho, se consideran como una de las sustancias antimicrobianas de elección para utilizarlas en el futuro como tratamiento frente a infecciones severas, ya sea solas o en combinación con antibióticos. Además, hasta la fecha no han mostrado problemas de resistencia significativos (Dempsey et al., 2010). En concreto, la nisina pertenece a un grupo especial de péptidos antimicrobianos llamados bacteriocinas, con una rápida y eficaz actividad bactericida frente a bacterias Gram-positivas, incluyendo patógenos resistentes a varios fármacos.

La prueba de supervivencia consistió en enfrentar las suspensiones bacterianas de las distintas cepas mutantes (concentración de 4×10^5 ufc/ml) a la acción de la nisina (Nisin from *Streptococcus lactis*, 2,5%, Sigma), un potente péptido antimicrobiano, en distintas concentraciones: 10µg/ml, 50µg/ml y 100µg/ml. Al igual que en la supervivencia en sangre, se incubó a 37°C durante 4h con agitación, y los momentos de muestreo fueron: 0, 1h, 2h y 3h. En cada uno de estos tiempos se midió la densidad celular de la suspensión bacteriana ($\text{OD}_{600\text{nm}}$), y se sembraron 100 µl de dicho cultivo en placas de TSA para posterior recuento tras incubación de 24h a 37°C en condiciones de aerobiosis.

De este modo, obtuvimos dos informaciones interesantes: por una parte, las diferencias observadas entre la acción de las distintas concentraciones de nisina y, por otra, la capacidad de cada una de las cepas a sobrevivir frente a este péptido, que estará relacionada con su resistencia a antimicrobianos.

Infección experimental en piel con cepas mutantes de S. aureus

Protocolo experimental: se utilizaron 24 conejos de cebo (*Oryctolagus cuniculus*) de 2 meses de edad. El procedimiento de infección experimental intradérmica se basó en protocolos de infecciones previamente descritos (Li et al., 2010), pero con modificaciones. La carga bacteriana utilizada fue de 300 ufc de cada cepa utilizada disueltas en 0,1 ml de PBS. Los ensayos experimentales llevados a cabo fueron aprobados por el comité ético de la Universidad CEU Cardenal Herrera.

Cada uno de los animales fue inoculado con 3 cepas diferentes: la cepa mutante, la cepa salvaje y una cepa control de *S. aureus*, de la que conocemos su comportamiento en infecciones *in vivo*. Realizamos dos puntos de inoculación por cada una de ellas. Durante 7 días post-inoculación, cada 24 horas, se controló la inflamación de la piel, midiendo y describiendo el aspecto de los nódulos que iban creciendo. En el momento del sacrificio se tomaron muestras de las lesiones observadas utilizando un hisopo estéril, para posterior cultivo en agar sangre a 37°C en condiciones de aerobiosis durante 24 horas. Posteriormente se realizó PCR confirmatoria de la cepa inoculada.

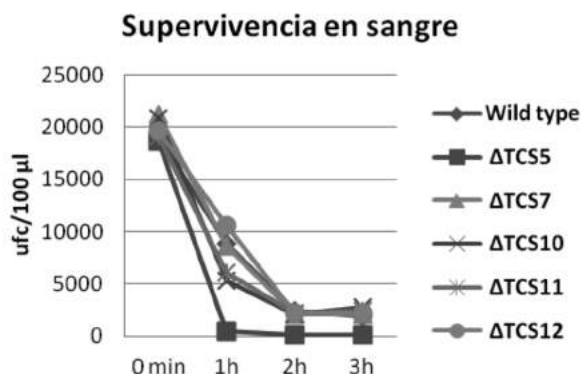
Así mismo, se tomaron muestras de todos los tejidos lesionados, se fijaron en formol tamponado al 10% y se procesaron rutinariamente con tinción Hematoxilina-Eosina para su estudio microscópico.

Resultados y discusión

Resultados de experimentos in vitro

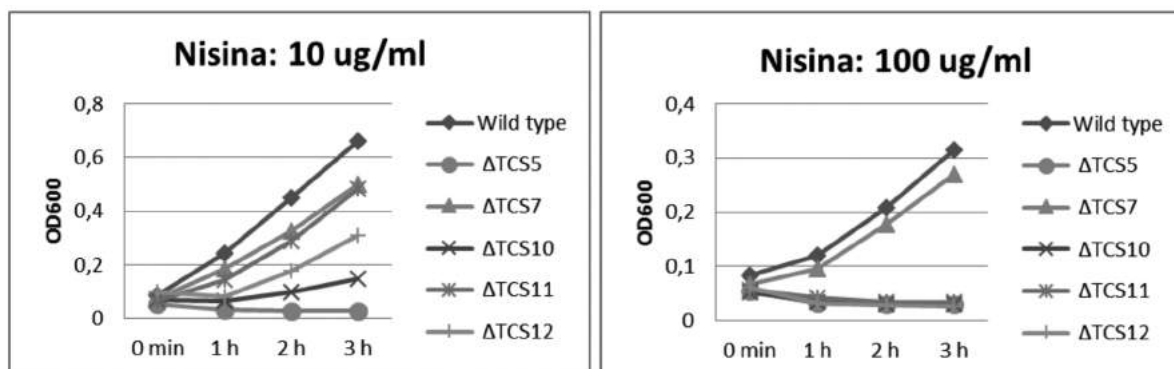
De las 11 cepas mutantes utilizadas, la carente del sistema de dos componentes 5 (TCS5) fue la única que claramente mostró resultados distintos a las demás, tanto en la supervivencia en sangre como frente al crecimiento en presencia de nisina. En la supervivencia en sangre es muy interesante observar que después de la primera hora de incubación ya alcanza niveles de mortalidad de un 98%, mientras que el resto mueren entre un 86 y un 90% con respecto a la concentración inicial de bacterias (tiempo cero) (Figura 1).

Figura 1. Gráfica de supervivencia en sangre. Nótese el incremento de mortalidad de la cepa mutante en TCS5 con respecto al resto de cepas que se muestran en la gráfica.



En cuanto a la supervivencia frente a distintas concentraciones de nisina, en la Figura 2 se puede observar como la cepa mutante en TCS5 alcanza niveles de mortalidad del 50% en una hora de incubación con la menor concentración de nisina (10 µg/ml). Sin embargo, el resto de cepas no son afectadas por esta concentración y únicamente empiezan a afectarse a partir de la concentración de 50 µg/ml, y alcanzan niveles de mortalidad cercanos al 100% con una concentración de 100 µg/ml.

Figura 2. Gráfica de supervivencia de las bacterias frente a concentraciones de nisina de 10 µg/ml y 100 µg/ml. El eje vertical muestra el valor obtenido al medir la absorbancia a OD600nm.



Resultados de infección experimental *in vivo*

La respuesta inmunitaria innata es fundamental para evitar la infección de *S. aureus*. Esta respuesta viene dada principalmente por las células epiteliales, la fagocitosis (sobre todo de neutrófilos), la activación del sistema de complemento y la síntesis de péptidos antimicrobianos. Los resultados *in vitro* obtenidos indican que la cepa delecionada en TCS5 es más susceptible a la respuesta innata.

Mediante la infección *in vivo* se pretendía comprobar si la cepa con deleción de TCS5, incapaz de sobrevivir en los experimentos *in vitro*, era capaz de producir y mantener una lesión en la dermis del conejo. A la luz de los resultados obtenidos *in vitro*, nuestra hipótesis era que las bacterias morirían como resultado de la acción de la respuesta innata del hospedador. A este respecto, ninguno de los animales infectados experimentalmente con la cepa mutante en TCS5 desarrollaron lesión, tanto macroscópica como microscópicamente, mientras que las cepas utilizadas como controles se comportaron normalmente (produciendo lesión entre el 80% y 100% de los casos). Los resultados obtenidos fueron acordes a los esperados.

Microbiológicamente, en todos los animales infectados con cepas control, fue posible aislar las cepas inoculadas intradérmicamente tras finalizar la infección y la comprobación mediante PCR reveló que eran idénticas a las inoculadas previamente. Sin embargo, todos los cultivos realizados con hisopos estériles tomados de los puntos de inoculación infectados con cepas mutantes en TCS5 en el momento del sacrificio evidenciaron ausencia de la bacteria inoculada 7 días antes.

En conclusión, los resultados expuestos permiten dilucidar que el TCS5, llamado GraRS, además de estar directamente implicado en la respuesta de *S. aureus* frente a péptidos catiónicos antimicrobianos (Yang et al., 2011), resulta indispensable para que la bacteria sea capaz de multiplicarse en el tejido y provocar lesiones. Paralelamente, el uso de la nisina, con su elevado poder bactericida, sería una buena estrategia para potenciar estos mecanismos implicados directamente con la respuesta innata del hospedador. No obstante, sería necesario profundizar en la búsqueda de nuevos agentes antimicrobianos que pueden resultar una opción terapéutica sustitutiva o complementaria al uso de antibióticos, lo que ayudaría a salvar los inconvenientes que suponen los mecanismos de resistencia que desarrollan las bacterias frente a estos fármacos.

Agradecimientos

Este estudio ha sido subvencionado mediante los siguientes proyectos de investigación de la Universidad CEU Cardenal Herrera (PRCEU-UCH01/08, 23/08, 33/09, 01/11 y 13/03), Consellería de Educación, Formación y Empleo de la Generalitat Valenciana (GV2013/077) y Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (AGL2011-30170-CO2-02).

Bibliografía

Arnaud M., Chastanet A., Débarbouillé M. 2004. New vector for efficient allelic replacement in naturally nontransformable, low-GC-content, gram-positive bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(11):6887-6891.

Corpa J.M., Hermans K., Haesebrouck F. 2009. Main pathologies associated with *Staphylococcus aureus* infections in rabbits: a review. *World Rabbit Science*, 17:1-11.

Dempsey C.E., Hawrani A., Howe R.A., Walsh T.R. 2010. Amphipathic antimicrobial peptides from biophysics to therapeutics. *Protein and Peptide Letters*, 17:1334-1344.

Haveri M., Hovinen M., Roslof A., Pyorala S. 2008. Molecular types and genetic profiles of *Staphylococcus aureus* strains isolated from bovine intramammary infections and extramammary sites. *Journal of Clinical Microbiology*, 46:3728-3735.

Li M., Cheung G.Y., Hu J., Wang D., Joo H.S., Deleo F.R., Otto M. 2010. Comparative analysis of virulence and toxin expression of global community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains. *The Journal of Infectious Diseases*, 202:1866-1876.

Lowder B.V., Guinane C.M., Ben Zakour N.L., Weinert L.A., Conway-Morris A., Cartwright R.A., Simpson A.J., Rambaut A., Nubel U., Fitzgerald J.R. 2009. Recent human-to-poultry host jump, adaptation, and pandemic spread of *Staphylococcus aureus*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106:19545-19550.

Okerman L., Devriese L.A., Maertens L., Okerman F., Godard C. 1984. Cutaneous staphylococcosis in rabbits. *Veterinary Record*, 114: 313-315.

Segura P., Martinez J., Peris B., Selva L., Viana D., Penadés J.R., Corpa J.M. 2007. Staphylococcal infections in rabbit does on two industrial farms. *Veterinary Record*, 160:869-872.

Traber K.E., Lee E., Benson S., Corrigan R., Cantera M., Shopsis B., Novick R.P. 2008. agr function in clinical *Staphylococcus aureus* isolates. *Microbiology*, 154:2265-2274.

Traber K., Novick R. 2006. A slipped-mispairing mutation in AgrA of laboratory strains and clinical isolates results in delayed activation of agr and failure to translate delta- and alpha-haemolysins. 2006. *Molecular Microbiology*, 59(5):1519-30.

Yang S.J., Bayer A.S., Mishra N.N., Meehl M., Ledala N., Yeaman M.R., Xiong, Y.Q., Cheung A.L. 2011. The *Staphylococcus aureus* two-component regulatory system, GraRS, senses and confers resistance to selected cationic antimicrobial peptides. *Infection and Immunity*, 80(1):74-81.

Estudio longitudinal de la colonización nasal por *Staphylococcus aureus* en conejos

Longitudinal study of nasal colonization by Staphylococcus aureus in rabbits

García-Quirós A.^{1*}, Penadés M.¹, Penadés J.R.², Viana D.¹, Corpa J.M.¹, Selva L.¹

¹Instituto de Ciencias Biomédicas y Dept. Producción y Sanidad Animal, Salud Pública Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad CEU Cardenal Herrera. Tirant lo Blanc, 7. 46115 Alfara del Patriarca (Valencia), España.

²Institute of Infection, Immunity and Inflammation, College of Medical, Veterinary and Life Sciences, University of Glasgow, Glasgow, G12 8TA, UK.

* Dirección de contacto: anagarciaquiros@hotmail.com

Resumen

La colonización nasal por *Staphylococcus aureus* juega un papel crítico en la patogénesis de las infecciones estafilocócicas. En medicina humana la erradicación de *S. aureus* de la nariz se utiliza como medida preventiva para evitar las infecciones endógenas. Estudios previos de nuestro grupo describen tasas de portadores nasales del 56 % en granjas de conejos con problemas crónicos de estafilococia. Adicionalmente, se demostró que las cepas aisladas de nariz y de lesión estaban relacionadas genéticamente en el 91,7 % de los animales, lo que sugería el posible origen nasal de la enfermedad. No pudiéndose descartar la vía contraria, en la que algunos animales sufren primero la lesión y posteriormente adquieren el estado de portador nasal. Para un mejor conocimiento de la colonización nasal de *S. aureus* en conejos y su relación con la enfermedad, se llevó a cabo un estudio longitudinal muestreando la mucosa nasal de conejas desde su entrada a la explotación durante un periodo de 6 meses.

Palabras clave: *Staphylococcus aureus*, conejo, portador nasal, estudio longitudinal, lesión.

Abstract

Staphylococcus aureus nasal colonization plays a critical role in the pathogenesis of staphylococcal infections. In human medicine *S. aureus* eradication from the nares has proven to be effective in reducing endogenous infections. Previous studies from our group described nasal carriage rates of 56 % in rabbit farms with chronic staphylococcal problems. Further, it was shown that the strains isolated from nose and injury were genetically related in 91.7 % of animals, thus suggesting the possible nasal origin of disease. Not being able to rule out the opposite path in which some animals suffer injury and subsequently acquire the nasal carriage. For a better understanding of nasal colonization of *S. aureus* in rabbits and its relationship to disease, it was conducted a longitudinal study sampling the nasal mucosa of rabbits from the entrance to the farm for a period of 6 months.

Key words: *Staphylococcus aureus*, rabbit, nasal carrier, longitudinal study, injury.

Introducción

Staphylococcus aureus coloniza piel y mucosas de humanos y animales, pudiéndose hallar en múltiples áreas del organismo: perineo, faringe, axila, tracto gastrointestinal. Aunque es en la mucosa nasal donde se aísla *S. aureus* con mayor frecuencia en seres humanos. (Kruszewska et al., 2004). Numerosos estudios epidemiológicos señalan que la presencia de la bacteria en la nariz tiene un papel relevante en la epidemiología y patogénesis de la infección, tanto en humanos, como en otras especies (Kluytmans et al., 1997, von Eiff et al., 2001, Perl et al., 2002).

En el conejo, *S. aureus* puede afectar a individuos de todas las edades, causando patologías como dermatitis supurativa, mastitis, abscesos multisistémicos o pododermatitis (Corpa et al., 2009). *S. aureus* coloniza el epitelio nasal de animales

sanos, convirtiéndose éstos en portadores asintomáticos. Estudios previos indican prevalencias de portadores nasales en conejos elevadas. Hermans et al. (1999) describen tasas del 43,5%, con una afección del 95% de las granjas analizadas. Selva et al. (2008) describe una prevalencia del 56%, aislando la bacteria en el 100% de las explotaciones estudiadas. Este elevado número de portadores nasales, podría justificar la problemática en la eliminación de *S. aureus* de las granjas de conejos.

Los datos obtenidos en diferentes estudios longitudinales sugieren tres patrones de colonización nasal, y por tanto, tres estados de hospedador diferentes: portador nasal persistente, portador intermitente y no portador. Esta distinción es importante porque los portadores persistentes presentan un elevado número de *S. aureus* en la mucosa nasal y por tanto, un elevado riesgo de adquirir infecciones estafilocócicas (Nouwen et al., 2005). Atendiendo a estos tres estados de portador, se considera que existe un dinamismo en la colonización de las mucosas por parte de la bacteria en la que también intervienen factores propios del hospedador (Kluytmans et al., 1997; Wertheim et al., 2005; Chen et al., 2013; Votintseva et al., 2014).

En humanos, una relación causal entre portador nasal de *S. aureus* e infección se apoya en el hecho que las cepas nasales y las infectantes muestran el mismo genotipo (von Eiff et al., 2001). Estudios previos del grupo describen la relación genética entre las cepas aisladas de nariz y lesión en el 91,7% de los animales. Siendo el clon más extendido el ST121. Para un mejor conocimiento de la colonización nasal de *S. aureus* en conejos y su relación con la enfermedad, en este trabajo se presenta un estudio longitudinal en el que se pretende hacer un seguimiento individual a través del tiempo de los portadores nasales, con objeto de conocer la dinámica de la colonización nasal de *S. aureus* y su relación con la aparición de lesiones.

Material y métodos

Animales

Se muestrearon 295 conejas (*Oryctolagus cuniculus*) desde su entrada a la explotación, durante un periodo de 6 meses (junio-noviembre 2013). Las fechas se indican en el eje horizontal de la tabla 1. En cada muestreo, se tomaba muestra de mucosa nasal y se llevaba a cabo la exploración de los animales, con objeto de encontrar las principales lesiones asociadas a infección por *S. aureus*, como abscesos, mastitis o pododermatitis (Corpa et al., 2009).

Toma de muestras y cultivo microbiológico

La toma de muestras consistió en la introducción de un hisopo de algodón estéril, por cada una de las fosas nasales del conejo. En el caso de toma de muestras de lesiones, el hisopo se frotaba levemente sobre la superficie de las mismas. Las muestras se sembraron en placas de agar sangre (Columbia Agar Sheep Blood 5%, Difco), y se cultivaron en estufa de 37°C durante 24h, para posteriormente aislar las colonias hemolíticas compatibles con *S. aureus*. Por último, se llevó a cabo la caracterización genotípica de las cepas mediante PCR, amplificando la región polimórfica del gen *coa*, previamente descrita por Viana et al. (2007).

Resultados y discusión

Estudio longitudinal de la colonización nasal por *S. aureus* en conejos

La tabla 1 muestra el número de animales portadores nasales en cada momento del muestreo. El porcentaje de portadores nasales totales fue del 45,76%, prevalencia similar a la obtenida en estudios previos (Hermans et al., 1999.; Selva et al., 2008; Selva, 2009).

Tabla 1. Conejos portadores nasales en cada momento del muestreo.

Muestreo y fecha	1 11-6	2 25-6	3 10-7	4 23-7	5 6-8	6 17-9	7 1-10	8 22-10	9 19-11
Animales muestreados	118	111	98	121	107	143	139	126	112
Portadores nasales totales	16	8	37	11	20	10	37	33	28
Sin lesión	14	6	30	7	15	8	27	32	25
Con lesión	2	2	7	4	5	2	10	1	3
Animales con lesión no portadores	3	6	3	6	1	10	5	0	3

Si analizamos cada momento de muestreo por separado, se observa como la tasa de portadores nasales en los 2 primeros análisis fue más baja, un 13,5% y 7,3% respectivamente. Sin embargo, en el tercer muestreo, el 38% de los animales portaban la bacteria en la nariz. Las prevalencias entre el 4º y 6º muestreo se encuentran entre el 7 y el 19%. Hacia el final del estudio (7º-9º muestreo) el porcentaje de portadores nasales ronda el 30%. Este resultado concuerda con estudios longitudinales llevados a cabo en vacas, donde observan como la prevalencia en la tasa de portadores varía en los distintos muestreos, incrementándose en el tiempo (Graveland et al., 2012).

De forma similar a lo ocurrido con la tasa de portadores nasales, el número de animales con lesión fue más bajo en los 2 primeros muestreos (5 y 8 animales respectivamente), incrementándose en el tercer muestreo (10 animales). De los 10 animales con lesión, 7 portaban la bacteria también en la mucosa nasal. En el 6º muestreo encontramos 12 animales con lesiones, aunque tan solo 2 eran portadores nasales. De forma contraria a lo ocurrido en el 7º muestreo, momento álgido de estafilococia (15 animales), donde 10 animales con lesión, además eran portadores nasales. En el 8º muestreo solo apareció un animal con mastitis (portador nasal). Cabe destacar que en la explotación eliminan a los animales con estafilococia, por lo que la fluctuación en la tasa de las mismas, podría ser debida a esta medida preventiva. Aun así, el estudio longitudinal permitió llevar el seguimiento de un gran número de animales. Por ejemplo, el animal con mastitis en el 8º muestreo, continuó siendo portador nasal 1 mes más tarde, además de aislar de nuevo la bacteria de la glándula mamaria.

Colonización nasal vs infección

El estudio longitudinal permitió englobar a los animales en 5 grupos, según aisláramos o no la bacteria de nariz y/o lesión:

1. Animales portadores nasales: 96.
2. Animales con lesión por *S. aureus*: 19.
3. Animales portadores que desarrollan lesión en el tiempo: 11.
4. Animales con lesión, que más tarde aparecen como portadores nasales: 5.
5. Portadores nasales con lesión en el momento del muestreo: 23.

Llevando a cabo una comparativa entre grupos de animales, llama la atención el bajo número de animales con lesión que posteriormente son portadores (5), respecto a los animales portadores nasales que más tarde desarrollan lesión (11). O los 23 casos donde simultáneamente aislamos la bacteria en ambas localizaciones. No debiendo olvidar los 96 animales que presentan la bacteria en la nariz. Una hipótesis es que las cepas de nariz son menos virulentas y deben sufrir alguna mutación que les dote de la capacidad de invadir y colonizar otros tejidos. Esta hipótesis ha sido demostrada en medicina humana en casos puntuales (Young et al., 2012), pero se desconoce si es un hecho generalizado debido a la dificultad de realizar un seguimiento lineal en el tiempo.

Este trabajo ha permitido el aislamiento de un gran número de cepas, con distintos orígenes y estados dentro de un mismo animal. La secuenciación completa de cepas con diversos orígenes permitirá observar si realmente existen mutaciones puntuales entre cepas nasales y cepas obtenidas de lesión. Aun así, la presencia de un 45,7% de portadores nasales es un dato a tener en cuenta como factor de riesgo en el desarrollo de estafilococias en conejos de granja.

Agradecimientos

Este estudio ha sido subvencionado mediante los siguientes proyectos de investigación de la Universidad CEU Cardenal Herrera (PRCEU-UCH 08/12), Consellería de Educación, Formación y Empleo de la Generalitat Valenciana (GV2013/077) y Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (AGL2011-30170-CO2-02). Igualmente las becarias M. Penadés y A. García han disfrutado de sendas becas FPU y FPI del Ministerio de Educación (AP2010-3907) y la CEU-UCH, respectivamente.

Bibliografía

Chen C.J., Wang S.C., Chang H.Y., Huang Y.C. 2013. Longitudinal Analysis of Methicillin-Resistant and Methicillin-Susceptible *Staphylococcus aureus* Carriage in Healthy Adolescents. *Journal of Clinical Microbiology*, 51:2508-2514.

- Corpa J.M., Hermans K., Haesebrouck F.F. 2009. Main pathologies associated to *Staphylococcus aureus* infections in rabbits: a review. *World Rabbit Science*, 17:115-125.
- Graveland H., Wagenaar J.A., Verstappen K.M., Oosting-van Schothorst I., Heederik D.J., Bos M.E. 2012. Dynamics of MRSA carriage in veal calves: a longitudinal field study. *Preventive Veterinary Medicine*, 107(3-4):180-186.
- Hermans K., De Herdt P., Devriese L.A., Hendrickx W., Godard C., Haesebrouck F., 1999. Colonization of rabbits with *Staphylococcus aureus* in flocks with and without chronic staphylococcosis. *Veterinary Microbiology*, 67:37-46.
- Kluytmans J., van Belkum A., Verbrugh H. 1997. Nasal carriage of *Staphylococcus aureus*: epidemiology, underlying mechanisms, and associated risks. *Clinical Microbiology Reviews*, 10:505-520.
- Kruszewska D., Sahl H.G., Bierbaum G., Pag U., Hynes S.O., Ljungh A. 2004. Mersacidin eradicates methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in a mouse rhinitis model. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 54(3):648-653.
- Nouwen, J.L., Fieren, M.W., Snijders, S., Verbrugh, H.A., van Belkum, A. (2005) Persistent (not intermittent) nasal carriage of *Staphylococcus aureus* is the determinant of CPD-related infections. *Kidney International*, 67:1084-1092.
- Perl T.M., Cullen J.J., Wenzel R.P., Zimmerman M.B., Pfaller M.A., Sheppard D., Twombly J., French P.P., Herwaldt L.A. 2002. Intranasal mupirocin to prevent postoperative *Staphylococcus aureus* infections. *The New England Journal of Medicine*, 346:1871-1877.
- Selva L., Viana D., Penadés J.R., Corpa J.M. 2008. *Staphylococcus aureus* nasal carriage in rabbits. En Xiccato, C.; Trocino, A. and Lukefahr S.D. *Proceedings of the 9th World Rabbit Congress*, pp. 305. Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecnica. ISBN: 978-88-092814-6-4. Brescia. Italy.
- Selva L. 2009. *Mecanismos de persistencia y virulencia de Staphylococcus aureus, y modo de eliminación en el hospedador*. Tesis Doctoral, Universidad CEU Cardenal Herrera.
- Viana D., Selva L., Segura P., Penades J.R., Corpa J.M. 2007. Genotypic characterization of *Staphylococcus aureus* strains isolated from rabbit lesions. *Veterinary Microbiology*, 121:288-298.
- von Eiff C., Becker K., Machka K., Stammer H., Peters G. 2001. Nasal carriage as a source of *Staphylococcus aureus* bacteraemia. Study Group. *The New England Journal of Medicine*, 344:11-16.
- Votintseva A.A., Miller R.R., Fung R., Knox K., Godwin H., Peto T.E.A., Crook D.W., Bowden R., Walkera A.S. 2014. Multiple-Strain colonization in nasal carriers of *Staphylococcus aureus*. *Journal of Clinical Microbiology*, 52:1192-1200.
- Wertheim H.F., Melles D.C., Vos M.C., van Leeuwen W., van Belkum A., Verbrugh H.A., Nouwen J.L. 2005. The role of nasal carriage in *Staphylococcus aureus* infections. *The Lancet Infectious Diseases*, 5(12):751-62.
- Young BC., Golubchik T., Batty EM., Fung R., Lerner-Svensson H., Votintseva A.A., Miller R.R., Godwin H., Knox K., Everitt R.G., Iqbal Z., Rimmer A.J., Cule M., Ip C.L., Didelot X., Harding R.M., Donnelly P., Peto T.E., Crook D.W., Bowden R., Wilson D.J. 2012. Evolutionary dynamics of *Staphylococcus aureus* during progression from carriage to disease. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(12):4550-4555.

Eficacia de dos coccidiostatos (Robenidina y Diclazuril) sobre parámetros productivos en conejos post-destete

The efficacy of Diclazuril and Robenidine as coccidiostats on growth performance of fattening rabbits

Abad R., Delgado R., García J., Nicodemus N.*

Dpto. de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

*Dirección de contacto: nuria.nicodemus@upm.es

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar la eficacia de los coccidiostatos Diclazuril y Robenidina sobre la mortalidad y los parámetros productivos de gazapos en cebo. Para ello se utilizaron 120 conejos (Neozelandés Blanco × Californiano) de 32 días de edad y con un peso vivo de 711 ± 101 g (media \pm desviación estándar) que se distribuyeron en bloques al azar a tres tratamientos. Se formuló una dieta control sin antibióticos ni coccidiostatos (T1), a la que se le añadió 1 ppm de Diclazuril (T2) ó 66 ppm de Robenidina (T3). Los parámetros productivos fueron controlados a los 32, 46 y 60 días de edad y la excreción de ooquistes al final del periodo productivo. De los 32 a los 46 días de edad los animales de los piensos T2 y T3 consumieron un 7% más de alimento ($P < 0,001$) y crecieron de media 3,45 g más por día ($P = 0,013$) que los del T1, lo que supuso un 3,8% más de peso vivo ($P = 0,013$) al finalizar esta fase. Sin embargo, en el segundo periodo (de 46 a 60 días de edad) los animales alimentados con el pienso T1 tuvieron un crecimiento compensatorio, creciendo 3,75 g más por día ($P = 0,01$) que los animales del T2 y T3. La producción de ooquistes en heces al finalizar el cebo se vio reducida en un 63% con el uso de coccidiostatos, y concuerda con la menor mortalidad observada durante el segundo periodo de cebo en los gazapos alimentados con estos piensos (4,4 vs. 14,4%; $P = 0,025$). Sin embargo, estas diferencias en mortalidad no se detectaron en el periodo global de cebo (13% de media). Este trabajo sugiere que la utilización de coccidiostatos para controlar la mortalidad en el segundo periodo de cebo podría ser más importante en los 14 días post destete.

Palabras clave: Coccidiostatos, robenidina, diclazuril.

Abstract

The efficacy of Diclazuril and Robenidine as coccidiostats were evaluated on mortality and performance of growing rabbits. A total of 120 crossbred (New Zealand White × Californian) rabbits 32 days old, weighing 711 ± 101 g (mean \pm standard deviation), were distributed in randomized blocks to three treatments. A control diet was formulated without coccidiostats (T1), another one adding 1 ppm of Diclazuril (T2) and a third one adding 66 ppm of Robenidine (T3). Growth traits were controlled at 32, 46, and 60 d. The oocysts output was measured at the end of the productive period. During 32-46 d, the animals fed with T2 and T3 showed a higher average feed intake (7%; $P < 0.001$) and daily gain (3.45 g; $P = 0.013$) than those fed with T1. As a consequence, these rabbits also had a higher body weight (3.8%; $P = 0.013$) in this phase. Nevertheless, in the second period (46-60 d) the animals fed with coccidiostat showed a compensatory growth. Their daily gain was 3.75 g ($P = 0.01$) higher than that of the others. In addition, the coccidiostats utilization reduced the fecal oocysts output by 63% and agrees with the lower mortality observed during the second period of fattening in rabbits fed with these feeds (4.4 vs. 14.4%; $P = 0.025$). This study suggests the importance of using coccidiostats during the first 14 days after weaning to control mortality in the second period of fattening.

Key words: Coccidiostats, robenidine, diclazuril.

Introducción

La coccidiosis es causada por parásitos del género *Eimeria*, que se encuentran de forma habitual en las granjas de conejos. Éstos tienen un impacto directo sobre parámetros productivos, pero también actúan de forma sinérgica con la enteropatía epizootica del conejo (EEC) (Coudert et al., 2000a) y pueden aumentar la incidencia de mortalidad en las granjas (Coudert et al., 1993, 2000b). Por lo tanto, hoy en día su prevención es muy importante debido a la política de la UE de restringir el uso de medicamentos. Esta se centra principalmente en el uso de coccidiostatos, de los cuales la Robenidina y el Diclazuril son los más usados en Europa. El objetivo del presente trabajo fue estudiar la eficacia de estos dos coccidiostatos sobre la mortalidad y los parámetros productivos de gazapos.

Material y métodos

Se utilizaron 120 conejos (Neozelandés × California) de 32 días de edad y con un peso vivo de 711 ± 101 g (media ± desviación estándar). Antes del destete los gazapos tuvieron acceso al pienso materno con diclazuril (1 ppm). Los animales se alojaron individualmente y se asignaron en bloques al azar (usando la camada como bloque) a tres tratamientos. Se formuló una dieta control (Tabla 1) sin antibióticos ni coccidiostatos (T1), a la que se le añadió 1 ppm de Diclazuril (T2) ó 66 ppm de Robenidina (T3).

Se controló el peso individual de los animales y el consumo de pienso a los 46 y 60 días de edad. La mortalidad se controló diariamente durante todo el experimento. El recuento de ooquistes en heces se hizo en 10 conejos/tratamiento, a los 60 días de edad, para lo cual se utilizó el método cuantitativo de flotación con solución azucarada de Sheather (Sloss et al., 1994). Los resultados fueron analizados teniendo en cuenta el tratamiento como la principal fuente de variación y la camada como bloque usando el procedimiento GLM del SAS. El peso vivo a los 32 días fue incluido como covariable. La mortalidad fue analizada usando el procedimiento GENMOD del SAS, a través de una regresión logística y considerándola como una variable con distribución binomial. Para comparar las medias se usaron contrastes ortogonales.

Tabla 1. Ingredientes y composición química de la dieta control.

	T1
Ingredientes, %	
Cebada	10,0
Salvado de trigo	30,0
Torta de girasol	18,0
Alfalfa	22,0
Pulpa de Remolacha	16,0
Manteca	1,50
L-Lisina HCL	0,100
L-Treonina	0,050
Carbonato Cálcico	1,40
Sal	0,450
Corrector L-511 ¹	0,500
Composición analítica determinada, % DM	
Energía bruta, kcal kg ⁻¹	4341
Proteína bruta	18,0
aFNDmo	40,6
FADmo	19,6
LAD	4,39

¹ L-511 suministrado por Trouw España.

Resultados y discusión

En este trabajo el tipo de coccidiostato (Robenidina vs. Diclazuril) no tuvo efecto sobre ninguna de las variables analizadas (Tabla 2) a diferencia de lo observado en otros estudios, en los que encontraron una mejora en el control de la coccidiosis intestinal con el uso de Diclazuril frente a la Robenidina (Vanparijs et al., 1989; del Cacho et al., 2011). Durante la primera fase de cebo (32-46 d) los animales de los piensos T2 y T3 consumieron un 7 % más de alimento ($P < 0,001$) y crecieron de media 3,45 g más por día ($P = 0,013$) que los del T1, lo que supuso un 3,8 % más de peso vivo ($P = 0,013$) en los animales al finalizar esta fase de crecimiento. Sin embargo, en el segundo periodo (46-60 d) los animales del pienso T1

mostraron un crecimiento compensatorio, creciendo 3,75 g más por día ($P=0,01$) que los animales de los tratamientos T2 y T3. Como consecuencia, en el periodo global de cebo (32-60 d), no se observó ningún efecto significativo sobre los parámetros productivos. Estos resultados son similares a los observados por otros autores (Maertens et al., 2000; Vancreaynest et al., 2008) que también detectaron un crecimiento compensatorio durante el segundo periodo de cebo en los animales que no fueron tratados con coccidiostatos.

Tabla 2. Efecto del Diclazuril y la Robenidina sobre parámetros productivos y producción de ooquistes en conejos de cebo.

	Tratamientos			EEM ¹	Contrastes	
	T1	T2	T3		T1 vs. T2+T3	T2 vs. T3
Diclazuril, ppm	0	1	0			
Robenidina, ppm	0	0	66			
32 - 46 días						
Ganancia de peso (g/d)	54,0	58,4	56,5	1,13	0,013	0,23
Ingestión de pienso (g/d)	109	117	116	1,93	<0,001	0,73
Eficiencia alimenticia (g/g)	0,491	0,499	0,484	0,007	0,98	0,12
Peso vivo (g)	1,46	1,53	1,50	0,16	0,013	0,23
Mortalidad	2,02	4,52	9,52	-	0,23	0,33
46 - 60 días						
Ganancia de peso (g/d)	52,6	49,7	48,0	1,02	0,010	0,25
Ingestión de pienso (g/d)	166	161	159	3,16	0,16	0,67
Eficiencia alimenticia (g/g)	0,313	0,310	0,301	0,006	0,32	0,33
Peso vivo (g)	2,24	2,24	2,20	0,18	0,33	0,11
Mortalidad	14,4	6,90	1,90	-	0,025	0,24
32 - 60 días						
Ganancia de peso (g/d)	54,4	54,3	52,8	0,65	0,33	0,11
Ingestión de pienso (g/d)	139	140	139	1,89	0,97	0,74
Eficiencia alimenticia (g/g)	0,386	0,391	0,383	0,005	0,92	0,24
Mortalidad (%)	16,4	11,4	11,4	-	0,41	0,99
Producción de ooquistes ²	63,5	18,5	27,8	-	0,021	0,58

¹ Error estándar de la media, n=40. ² Número de ooquistes × 100 /g de heces.

Por otra parte, no se encontraron diferencias entre tratamientos sobre la mortalidad en el periodo global de crecimiento (13% de media), aunque en el segundo periodo, los animales que consumieron los piensos con coccidiostato tuvieron una mortalidad 5,6 unidades porcentuales más baja ($P=0,025$) que los animales alimentados con el pienso control. Estos resultados concuerdan con la menor producción de ooquistes en las heces observada en estos animales, que se vio reducida en un 63% con el uso de coccidiostatos (71% con Diclazuril y 56% con Robenidina). En estudios previos (Garrido et al., 2009; Romero et al., 2009) ya se ha observado que a las dos semanas de efectuarse el destete tiene lugar un pico de mortalidad en los gazapos en crecimiento. En este sentido, y según los resultados de este trabajo, el uso de coccidiostatos durante las primeras dos semanas de cebo sería interesante para controlar la mayor incidencia de mortalidad que tiene lugar principalmente durante la segunda fase de cebo.

Agradecimientos

A Rubinum S.A. por la financiación de este trabajo. Beca de la SENESCYT-Ecuador.

Bibliografía

- Coudert P., Licois D., Provot F., Drouet-Viard F. 1993. *Eimeria* sp. from the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*): Pathogenicity and immunogenicity of *Eimeria* intestinalis. *Parasitology Research*, 79(3):186-190.
- Coudert P., Licois D., Zonnekeyn V. 2000a. Epizootic rabbit enterocolitis and coccidiosis: a criminal conspiracy. In: *Proc. 7th World Rabbit Congress, July, Valencia, España*, 215-218.

- Coudert P., Peeters J.E., Argüello J.L., Badiola J.I., Blas E., Cuervo L., Drouet-Viard F., Licois D., Provot F. 2000b. Enfermedades del aparato digestivo: causas parasitarias y otras. En: *Enfermedades del conejo*. Tomo II. Coord. J.M. Rosell. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Del Cacho E., Lasa C., Homedes J. 2011. Efecto del diclazuril en la coccidiosis del conejo. In: *Proc. XXXVI Symposium de Cunicultura de ASESCU*, Mayo, Peñíscola, España, 164-166.
- Garrido S., Nicodemus N., García J., Chamorro S., de Blas J.C. 2009. Effect of breeding system and farm hygiene on performances of growing rabbits and lactating does over two reproductive cycles. *World Rabbit Science*, 17:71-78.
- Maertens L., Van Herck A., Vandekerchove D., Coudert P., Zonnekeyn V. 2000. The effect of cycostat 66g against intestinal coccidiosis in fattening rabbits. *World Rabbit Science*, 8:311-316.
- Romero C., Nicodemus N., García-Rebollar P., García-Ruiz A.I., Ibáñez M.A., de Blas J.C. 2009. Dietary level of fibre and age at weaning affect the proliferation of *Clostridium perfringens* in the caecum, the incidence of Epizootic Rabbit Enteropathy and the performance of fattening rabbits. *Animal Feed Science and Technology*, 153:131-140.
- Sloss M.W., Kemp R.L., Zajac A.M. 1994. *Veterinary clinical parasitology: fecal examination in the diagnosis of parasitism*. A. Iowa State University Press, U.S.
- Vancraeynest D., De Gussem M., Marien M., Maertens L. 2008. The anticoccidial efficacy of robenidine hydrochloride in *Eimeria* challenged rabbits. In *Proc.: 9th World Rabbit Congress*, 10-13 June, 2008. Verona, Italy. 1103 (Vol. 1106).
- Vanparijs O., Hermans L., Van Der Flaes L., Marsboom R. 1989. Efficacy of diclazuril in the prevention and cure of intestinal and hepatic coccidiosis in rabbits. *Veterinary Parasitology*, 32:109-117.

Características microbiológicas del agua en granjas de conejos del nordeste de Portugal

Características microbiológicas da água em cuniculturas do nordeste de Portugal
Microbiological characteristics of water in rabbit farms in northeaster of Portugal

Coelho A.C.¹, Pinheiro V.^{2*}

¹ Dept. de Ciências Veterinárias, CECAV, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), 5001-801 Vila Real, Portugal.

² Dept. de Zootecnia, CECAV, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), 5001-801 Vila Real, Portugal.

*Dirección de contacto: vpinheir@utad.pt

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados sobre un estudio preliminar de la calidad microbiológica del agua en granjas de conejos en el noreste de Portugal. Los resultados de los análisis de 12 muestras de agua de 12 granjas fueron negativos para la presencia de coliformes totales, coliformes fecales (*Escherichia coli*) y estreptococos fecales (*Enterococcus* spp.). En todas las muestras, el número total de microorganismos, a 22°C, fue menos de 100 UFC/ml y a 37°C fue de menos de 10 UFC/ml. Los resultados de este estudio mostraron una buena calidad microbiológica del agua de consumo de las granjas en la muestra. Sin embargo, debe tomarse en consideración el reducido número de granjas y las muestras deben de ser también tomadas en el interior de la granja.

Palabras clave: Conejos, granjas, agua, Portugal, Trás-os-Montes.

Abstract

This work presents results on a preliminary study of the microbiological quality of water in rabbit farms in northeaster of Portugal. The results of the analysis of 12 water samples from 12 farms were negative for the presence of total coliforms, fecal coliforms (*Escherichia coli*) and fecal streptococci (*Enterococcus* spp.). In all samples, the total number of microorganisms at 22 °C were < 100 CFU/ml and at 37 °C were < 10CFU/ml. The results of this study showed a high microbiological quality of water consumption of rabbits from farms in the sample. However, it must take into consideration the small number of farms and the samples must also be taken inside of the farms.

Key words: Rabbits, water, farms, Portugal, Trás-os-Montes.

Introdução

A qualidade da água de abeberamento dos coelhos é uma parâmetro fundamental que vai influenciar a ingestão de alimento e alguns comportamentos (Schiere, 2004), afetando as suas performances e o seu bem estar.

A qualidade microbiológica da água de consumo é avaliada através de indicadores ou parâmetros relacionados com a poluição fecal. Entende-se por água potável, toda aquela que não é poluída por detritos humanos nem animais, nem por contacto com resíduos agropecuários, industriais ou naturais. Isto é, aquela que mantém as suas características puras e que não seja um perigo para a Saúde Pública nem para a saúde animal (Prüss-Üstün et al., 2008). A possibilidade da água transmitir agentes causadores de doenças infecciosas é conhecida desde a antiguidade. Os parâmetros microbiológicos que determinam a qualidade da água obtem-se pela identificação e isolamento de bactérias coliformes totais e fecais, enterococos fecais, *Clostridium perfringens*, assim como, pela presença de microrganismos viáveis a 37°C e a 22°C (Amaral et al., 2003). Todos estes testes servem para descartar a possível contaminação fecal. O controlo de bactérias na água da bebida deve ser feito através de ensaios periódicos (Decreto-Lei 306/2007). A origem e qualidade da água fornecida a

uma cunicultura pode variar com o tempo e a estação do ano. Em épocas chuvosas, a lixiviação dos solos arrasta excrementos animais e humanos para o caudal aquoso, ocorrendo turvação e aumento da probabilidade de transmissão de agentes patogénicos como os coliformes fecais, tendo como consequência a alteração da potabilidade da água (Rosell-Pujol, 2000). O objetivo deste estudo consistiu em averiguar a qualidade microbiológica da água de abastecimento das explorações cunícolas na região de Trás-os-Montes.

Material e métodos

Este estudo foi efetuado entre março e abril de 2014 na região de Trás-os-Montes e Alto Douro. Para o estudo efetuaram-se colheitas em 12 explorações cunícolas selecionadas por conveniência (Figura 1) e foi averiguada a origem do fornecimento. As amostras de água das explorações foram colhidas de forma asséptica em recipientes esterilizados e acondicionadas em contentores térmicos, com volumes de aproximadamente 2 L. Após a receção no laboratório a água foi de imediato analisada através da técnica das membranas filtrantes, sendo utilizado um filtro com poros de 0,45 μ m. Antes de colocar a amostra de água no copo de filtração graduado, a amostra era agitada seis vezes. A inoculação foi efetuada em meios seletivos específicos como o meio de Endo, Slanetz e confirmados por testes bioquímicos. Cerca de 1 mL de água foi incorporado em meio de PCA e colocados a crescer a 22°C e a 37°C.

Figura 1. Localização das explorações amostradas.



Resultados e discussão

Quanto à origem das águas para consumo das cuniculturas, 58% foram colhidas de furos, 25% da rede pública e 17% em minas (Figura 2).

Os resultados das análises microbiológicas da água de consumo dos coelhos foram todos negativos para a pesquisa de coliformes totais, coliformes fecais (*Escherichia coli*) e estreptococos fecais (*Enterococcus spp.*). Em todas as amostras o número total de microrganismos a 22°C foi menor do que foi menor do 100 UFC/mL e a 37°C foi menor do 10 UFC/mL. Como tal, todas as águas analisadas estavam próprias para consumo (Tabela 1).

No controlo microbiológico assume-se que o isolamento de microbiota coliforme fecal, como, *Escherichia coli* indica uma contaminação fecal relativamente recente no tempo e espaço, como por exemplo um poço com infiltrações intermitentes. Os enterococos indicam uma contaminação fecal mais remota e *Clostridium perfrin-*

Figura 2. Origem da água de abastecimento das explorações amostradas.

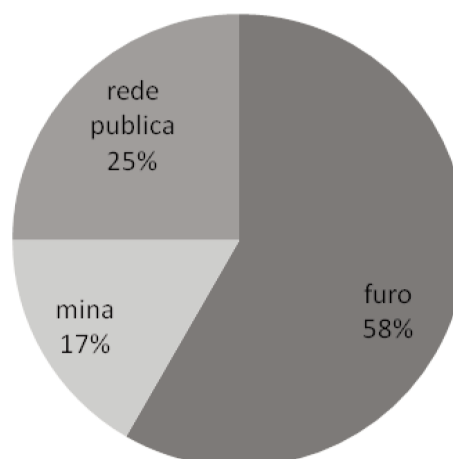


Tabela 1. Resultados da qualidade microbiológica da água em explorações cunícolas transmontanas.

Parâmetros microbiológicos	Unidades	Resultado observado nas explorações	Concentração máxima admissível*
Microrganismos viáveis 37°C	ufc/ml	< 10 UFC/mL/	<20
Microrganismos viáveis 22°C	ufc/ml	< 100 UFCmL/	<100
Coliformes totais	ufc/100ml	0	0
<i>Escherichia coli</i>	ufc/100ml	0	0
Enterococos intestinais	ufc/100ml	0	0

*Valores de referência: Decreto-Lei 306/2007.

gens, ao serem esporulados são indicadores bacterianos mais duradouros e mais antigos. Estes problemas de contaminação resolvem-se de forma relativamente fácil, utilizando produtos que eliminem os agentes indesejáveis da mesma. Isto consegue-se por adição, na água de bebida, de quantidades ligeiramente em excesso de oxidantes: compostos clorados, iodados, etc., de maneira a que fiquem livres de microrganismos e não contenham o oxidante em excesso, visto que prejudicaria os requisitos de potabilidade.

Os resultados do presente estudo são muito favoráveis para as explorações cunícolas amostradas, revelando elevada qualidade microbiológica da água de consumo das explorações dos coelhos. Contudo, pode não haver relação entre a qualidade da água de abastecimento e a que é fornecida aos animais, pode haver contaminação, nos depósitos e tubagens, durante o abastecimento. Deve tomar-se também em consideração o reduzido número da amostra, sendo necessário efetuar um estudo mais abrangente para retirar conclusões sobre a qualidade da água na região estudada e sobre a que é realmente fornecida aos animais.

Agradecimentos

O trabalho foi apoiado pelo projecto de investigação estratégica PEst-OE/AGR/UI0772/2014 financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT). Agradecemos aos proprietários das explorações cunícolas e às técnicas do laboratório de microbiologia médica do Departamento de Ciências Veterinárias da UTAD pela colaboração no trabalho.

Bibliografia

Amaral L., Nader Filho A., Rossi Junior O.D., Ferreira F.L., Barros L.S. 2003. Drinking water in rural farms as a risk factor to human health. *Revista de Saúde Pública*, 37:510-514.

Decreto-Lei 306/2007. *Diário da República*, 1. série N. 164.

Prüss-Üstün A., Bos R., Gore F., Bartram J. 2008. *Safer water, better health: costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health*. World Health Organization, Geneva.

Rosell-Pujol J.M. 2000. *Enfermedades del conejo*. Tomo I. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, Espanha. pp. 41-263.

Schiere J.B. 2004. *Backyard rabbit farming in the tropics*, 4 ed. Agromisa Foundation, Wageningen.

La administración metafiláctica del clorhidrato de valnemulina (Econor®) para el tratamiento de la enteropatía epizoótica del conejo

Dip R.* , Nemet Z., Schiessl B., Klein U., Strehlau G.

Novartis Animal Health Inc. Clinical Safety. Schwarzwaldallee 215, CH-4058 Basel, Switzerland

*Dirección de contacto: ramiro.dip@novartis.com

La enteropatía epizoótica del conejo (ERE) es una enfermedad muy común y con consecuencias catastróficas para la producción. Además de buenas prácticas de manejo y de higiene en el establecimiento, el control de la enfermedad frecuentemente requiere antibioticoterapia. El presente estudio fue diseñado para evaluar la eficacia (mortalidad, peso corporal, consumo de alimento) y la seguridad (incidencia de acontecimientos adversos) a campo del clorhidrato de valnemulina (Econor®), administrado como premezcla a razón de 20 y 35 ppm diarios durante 21 días, inmediatamente a partir de la detección del primer síntoma de la enfermedad.

La administración de 20 y 35 ppm de Econor® resultó en una reducción significativa de la tasa de mortalidad por ERE en relación al grupo testigo (11 % y 7,6 % respectivamente, contra 23 %). Además, Econor® no tuvo un efecto negativo en el consumo de alimento. Los grupos tratados presentaron un aumento transitorio de peso alrededor de los días 14 (20 ppm) y 21 (20 y 35 ppm) en comparación con el grupo testigo, aunque en el día 28 (7 días después de la última administración de Econor®) las diferencias de peso entre los grupos no fueron significativas. No se observaron diferencias en el consumo de alimento por jaula ajustado por mortalidad entre los 3 grupos. Las tasas de disbacteriosis, enterotoxemia y neumonía fueron similares en los tres grupos y dentro de los niveles esperados para el establecimiento.

En conclusión, la administración de Econor® a razón de 20 y 35 ppm como premezcla inmediatamente a partir de la detección del primer signo de la enfermedad, es altamente eficaz y segura para el tratamiento de brotes naturales de enteropatía epizoótica del conejo

PARTE 3

REPRODUCCIÓN, MANEJO Y BIENESTAR

- Comparación de algunos aspectos del manejo y de la sanidad de conejas lactantes según el diseño de la jaula de maternidad
Lagardera G., Solaz S., Martínez-Paredes E., Cervera C.

- Variación del comportamiento alimentario de conejas asociado al cambio de jaula durante la lactación y la gestación
Martínez-Paredes E., Ródenas L., Cervera C.

- Efecto de la edad al destete y el tipo de jaula sobre parámetros reproductivos y de crecimiento en conejas y gazapos
Alfonso C., De Blas C., García-Rebollar P., García-Ruiz A.I.

- Producción de leche y peso de la camada en diferentes líneas de conejos
EL Nagar A.G., Mínguez C., Sánchez J.P., Torres C., Baselga M.

- Consecuencias de la robustez y de los criterios de eliminación de las conejas sobre la productividad de la granja
Arnau-Bonachera A., Savietto D.

- Rendimientos de conejos en cebo en jaulas enriquecidas
Pinheiro V., Soares S., Outor-Monteiro D., Mourão J.L., Silva S.

- Utilización de imágenes termográficas para evaluar la temperatura de gazapos en nidales con diferente material
Silva S., Mourão J.L., Ribeiro L., Gonçalves C., Pinheiro V.

- Recuperación de peso durante la lactancia de conejas con distintas edades
Martins A., Lima F., Ribeiro L., Outor Monteiro D., Pinheiro V.

Comparación de algunos aspectos del manejo y de la sanidad de conejas lactantes según el diseño de la jaula de maternidad

Handling and health of lactating does related to cage design

Lagardera G., Solaz S., Martínez-Paredes E., Cervera C.*

Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.

**Dirección de contacto: ccervera@dca.upv.es*

Resumen

Se compararon diversos indicadores de manejo y sanitarios con 64 conejas en primer parto y alojadas en jaulas con plataforma (B) o en jaulas de un solo plano (C). El tiempo necesario para realizar una manipulación de animales en lactación controlada fue un 11 % mayor en las jaulas B, aunque también la no habituación de los animales al manejo y la falta de experiencia del operario aumentaron esta medida (14 % y 25 %, respectivamente). La resistencia a amamantar a sus gazapos tuvo una escasa incidencia durante toda la lactación y no se vio afectada por la jaula empleada, pero se registraron comportamientos agresivos puntuales en el 21 % de los animales alojados en jaulas B frente al 13 % en las jaulas C. Sin embargo, el diseño de la jaula con plataforma afectó gravemente a las condiciones de higiene ($P < 0,001$) de la misma, y un 38 % de animales presentaron sintomatologías de pododermatitis al final de la lactación frente a un 3 % en las jaulas C.

Palabras clave: Jaulas con plataforma, conejas lactantes, manejo, sanidad.

Abstract

The effects of cage design on handling and health of 64 rabbit does during the first lactation were compared. The B cage was higher and provided with a platform instead the C cage had only a plane. The workers spend 11 % more time to manipulate lactating animal allocated in B cages, 14 % more during the first week of lactation and 25 % when they are not experts. Rabbit does don't refuse lactation in any case but 21 % of does shown aggressive behaviour during handling in B cages versus 13 % in C cages. Sanitary condition in B cages were worse ($P < 0,001$) and a 38 % of rabbit does shown sore hocks symptoms at weaning versus a 3 % in C cages.

Key words: Housing, lactating does, handling, health.

Introducción

Con el creciente interés por los aspectos comportamentales de las conejas, relacionados con el bienestar, se han propuesto algunos diseños nuevos para las jaulas de maternidad, que permitirían al animal expresar algunos de los comportamientos que exhiben sus congéneres silvestres, tales como levantarse sobre las patas traseras o utilizar zonas más elevadas, aunque todavía es controvertida la necesidad por parte de los animales de tales comportamientos (Princz et al., 2008; Alfonso-Carrillo et al., 2014).

Uno de esos diseños nuevos propone la incorporación de una plataforma elevada en una parte de la jaula, que aumentaría la superficie disponible para el animal y que precisa una mayor altura de la jaula.

Algunos estudios con este tipo de jaulas muestran que la coneja utiliza este nuevo elemento en mayor o menor medida

(Finzi et al., 1996; Alfonso-Carrillo et al., 2014) y modifican algunos comportamientos. Algunos autores han señalado también un aumento del riesgo sanitario para los animales por la acumulación de heces en la plataforma (Finzi et al., 1996; Szendrő et al., 2012), o un aumento de los costes de producción (Szendrő y McNitt, 2012), sin embargo, no se ha realizado ningún trabajo que mida indicadores del estado de sanidad de la coneja alojada en estas jaulas, ni otros relacionados con la facilidad de manejo.

En el presente trabajo se abordan estos aspectos y se comparan con otras jaulas diseñadas en un solo plano y de menor altura.

Material y métodos

Se utilizaron 64 conejas en primer parto cuyas camadas fueron estandarizadas a 8 o a 12 gazapos después del parto (32 camadas/grupo), 40 conejas se alojaron en jaulas de lactación (C) de un solo plano de 3400 cm² (50 × 68 cm), altura 32 cm y con un nido cubierto de 770 cm² (35 × 22 cm, altura 40 cm), y otras 24 conejas se alojaron en una jaula (B) dispuesta en dos planos de 3638 cm² (37,5 × 71 cm en el piso inferior y 37,5 × 26 en la plataforma), altura de 57 cm (35 cm en la plataforma) que incluía un nido descubierto de 770 cm² (35 × 22 cm) durante toda la lactación y se realizó lactación controlada y medida una vez al día durante las tres primeras semanas.

Se midieron algunos aspectos del manejo de las conejas tales como: frecuencia con que fue necesario limpiar el suelo y/o reposapatras de la jaula, frecuencia de comportamiento agresivo de la coneja al ser manipulada, frecuencia de rechazo de lactación al abrir el nido y tiempo necesario para realizar la manipulación de la lactación, y otros relacionados con la sanidad de las conejas tales como: piel sucia, cara pelada durante la lactación y principio de lesión en las patas en el momento del destete.

Para el control del tiempo de manipulación asociado a la lactación se utilizaron 32 conejas (16 conejas/tipo de jaula) con las que se cronometró el tiempo empleado por 4 operarios (dos experimentados y dos noveles) para medir la producción de leche de la coneja por diferencia de peso antes y después del amamantamiento, en dos días consecutivos de las semanas primera, segunda y tercera de lactación.

Los datos de manejo y sanidad se analizaron estadísticamente mediante un análisis de la varianza (SAS, 2001), que incluyó la jaula (C o B) y el tamaño de camada (8 o 12) como factores con su interacción. El tiempo de manipulación para realizar la lactación se analizó estadísticamente mediante un análisis de la varianza que incluyó la jaula, la semana de lactación (primera, segunda o tercera) y el operario (1, 2, 3 o 4) como factores con su interacción.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se muestra el tiempo necesario para realizar un manejo de lactación controlada en los dos tipos de jaulas, durante tres semanas de lactación y con operarios expertos o noveles, que fue significativamente mayor ($P < 0,001$) en las

Tabla 1. Efecto del tipo de jaula, la semana de lactación y la experiencia del operario sobre el tiempo (segundos) necesario para el manejo de conejas primíparas lactantes.

	Tiempo	SE	P
Jaula			
Un solo plano	499	8,48	0,0001
Con plataforma	556		
Semana			
Primera	574 b	10,39	0,0001
Segunda	510 a		
Tercera	497 a		
Experiencia operario			
Alta 1	451 a	11,99	0,0001
Alta 2	488 a		
Escasa 1	577 b		
Escasa 2	593 b		

SE: Error estándar (n=64). P: significación estadística. Medias en el mismo grupo con letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

Tabla 2. Efecto del tipo de jaula de maternidad sobre algunos aspectos sanitarios y de manejo en la explotación cunícola.

	C	B	SE	P
Sanidad (%)				
Coneja sucia	5	92		0,0001
Cara pelada	23	92		0,0001
Pododermatitis	3	38		0,0001
Limpieza de jaula (%)	30	96		0,0001
Camadas de 8 (n)	0,35a	3,1b	0,27	0,0012
Camadas de 12 (n)	0,30a	4,9c		
Agresividad (n)	0,26	0,71	0,25	0,1554
Lactación forzada (n)	0,32	0,37	0,09	0,7912

C: Jaula en un solo plano. B: Jaula con plataforma. SE: error estándar (n=64). P: significación estadística. Medias de la misma variable con letras distintas son significativamente diferentes (P<0,05).

jaulas con plataforma (11%), durante la primera semana de lactación (14%) y con operarios noveles (25%). La mayor o menor pericia del operario y la habituación de la coneja a la manipulación parecen explicar los resultados relativos a la experiencia y a la semana de lactación, pero es importante resaltar que el diseño de la jaula con plataforma dificultó la manipulación en todos los casos, aumentando el tiempo de manipulación y, probablemente, la posibilidad de que esta sea una situación estresante para el animal.

Otros aspectos de manejo de las conejas, especialmente relacionados con la higiene, también se vieron afectados por el tipo de jaula empleada (P<0,001), tal como se muestra en la Tabla 2, y que podrían relacionarse con una mayor incidencia de sintomatología relacionada con patologías en las conejas (P<0,001).

La necesidad de limpiar la jaula o sustituir el reposapiés por acumulación de heces afectó a casi todas las jaulas con plataforma, frente a solo un tercio en las de un solo plano, pero además la frecuencia con que fue necesario hacerlo a lo largo de la lactación fue mucho mayor (4 veces en las jaulas B frente a 1 en las jaulas C), y aumentó con el tamaño de camada.

La mayor acumulación de heces en la jaula con plataforma podría estar relacionada con que casi todas las conejas aparecieran sucias en algún momento de la lactación, o durante toda ella, y que al destete casi un 40% de los animales presentaran los primeros síntomas de pododermatitis en las patas traseras (Rosell et al., 2000).

El tipo de jaula no afectó a la resistencia que opusieron las conejas a realizar la lactación, que tuvo una baja incidencia en cualquier caso, lo que ya ha sido señalado por González-Mariscal y Gallegos (2007). Los episodios de agresión de la coneja al ser manipulada tampoco llegaron a mostrar diferencias significativas, aunque se registraron en el 21% de los animales en la jaula con plataforma frente a un 13% en las jaulas de un solo plano, lo que quizás podría estar relacionado con la menor anchura de la jaula y la creación de un "refugio" bajo la plataforma, que obligan al animal a adoptar una posición frontal ante el manipulador y dificultan su huida.

Bibliografía

- Alfonso-Carrillo C., Martín E., De Blas C., Ibáñez M.A., García-Rebollar P., García-Ruiz A.I. 2014. Effect of cage type on the behaviour pattern of rabbit does at different physiological stages. *World Rabbit Sci.*, 22:59-69.
- Finzi A., Margarit R., Calabrese A. 1996. A two-floor cage for rabbit welfare. En: *6th World Rabbit Congress. Toulouse, Francia*, pp. 423-424.
- González-Mariscal G., Gallegos J.A. 2007. New Zealand White rabbits show non-selective nursing in various types of nests. *World Rabbit Sci.*, 15:167-172.

Princz Z., Radnai I., Biró-Németh E., Gerencsér Zs, Nagy I., Szendrő Zs. 2008. Effect of cage height on the welfare of growing rabbits. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 114:284-295.

Rosell J.M., Drona M.A., De la Fuente L.F. 2000. Dermatología. En: Rosell J.M. (Ed.). *Enfermedades del conejo. Tomo II. Enfermedades*. Mundi-Prensa, Madrid, pp. 357-398.

SAS Institute. 2001. *SASSTAT User's Guide (Release 8.2)*. SAS Inst. Inc., Cary NC, USA.

Szendrő Zs., Matics ZS., Odermatt M., Gerencsér Zs., Nagy I., Szendrő K., Dalle Zotte A. 2012. Use of different areas of pen by growing rabbits depending on the elevated platform floor-type. *Animal*, 6:650-655.

Szendrő Zs., McNitt J.I. 2012. Housing of rabbit does: Group and individual systems: A review. *Livest. Sci.*, 150:1-10.

Variación del comportamiento alimentario de conejas asociado al cambio de jaula durante la lactación y la gestación

Variation of feed behaviour of does associated to cage translation during lactation or gestation

Martínez-Paredes E., Ródenas L., Cervera C*

Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.

**Dirección de contacto: ccervera@dca.upv.es*

Resumen

Se ha medido la ingestión de pienso, producción de leche y evolución del peso de 54 conejas al final de lactación y de 28 conejas durante la gestación y los 7 primeros días de la lactación siguiente. A los 21 días post-parto se separaron en jaulas distintas madres y camadas hasta los 28 días. En el grupo L1 las madres continuaron ocupando la jaula de maternidad y se desplazó a la camada, en el grupo L2 la madre se desplazó a otra jaula igual de maternidad y en el grupo L3 la madre se desplazó a una jaula más pequeña. Después del destete, 28 conejas gestantes de los grupos L1 y L2 se distribuyeron en dos grupos, las del grupo G1 continuaron en la jaula de maternidad y las del G2 se alojaron en las jaulas pequeñas desde los 17 hasta los 28 días de gestación. El diseño experimental no afectó a la producción de leche de la madre, ni al consumo o al crecimiento de las camadas al final de la lactación ni al parto. Sin embargo, el traslado de la coneja lactante ocasionó un menor consumo (-5%), efecto más acusado cuando la coneja se trasladó a una jaula más pequeña (-9%), donde las conejas registraron pérdidas de peso (-11 g/d). Del mismo modo, el traslado de la coneja desde el destete al preparto siguiente ocasionó un menor consumo hasta los 28 días (-13%) y un menor incremento de peso hasta los 21 días de gestación (-35%), aunque el incremento de peso durante el periodo completo de gestación fue similar (19g/d). Los peores resultados obtenidos con las jaulas más pequeñas podrían estar relacionados con la mayor restricción del espacio disponible para el animal, que muchos autores han relacionado con cambios comportamentales y con mayores problemas de bienestar.

Palabras clave: Ingestión, peso vivo, conejas lactantes, conejas gestantes, alojamiento.

Abstract

Live weight, daily milk yield and feed intake of 54 lactating does and 28 pregnant does was measured in two periods, from 22 to 28 days of lactation (L period) and from 17d of gestation to 7 d post-partum (G period). Litters and mothers were separated at 21 days post-partum. L1 does remained at the cage of lactation and litters occupied other cage, L2 does were translated to another cage of lactation and L3 does were translated to a small cage. After weaning, pregnant does from L1 and L2 groups were distributed in two groups, G1 does remained at the lactation cage and G2 does were allocated in small cages form 17 to 28 days of gestation. Milk yield and litter performances were no affected by experimental design, but the removal of lactating does decrease feed intake (-5%), especially when small cage were used (-9%), with a loss of live weight (-11 g/d). The same effects of small cage were recorded with pregnant does, with lower feed intake (-13%) and lower live weight increase from 17 to 21 days (-35%), but similar values of live weight increase was recorded at the end of pregnancy (19 g/d). The worse results recorded when small cage were used should be caused for a low available area for the animal, related with behavioural changes and welfare problems.

Key words: Feed intake, live weight, lactating does, pregnant does, housing.

Introducción

Las conejas pueden pasar durante su vida productiva por varios traslados de unas a otras jaulas de distintos diseños y dimensiones, tales como las jaulas de lactación con o sin nido adicional, jaulas colectivas durante las fases juveniles, jaulas individuales de reposición y/o gestación, etc.

Durante la lactación se recurre en ocasiones a la separación de la madre y de la camada, tanto en condiciones de producción, ya sea para estimular la reproducción o realizar lactación controlada, como en condiciones experimentales, lo que modifica el comportamiento alimenticio de la coneja (Faraldo et al., 2013). Cuando esta separación se realiza durante las dos primeras semanas de lactación, es suficiente con mantener a los gazapos encerrados en el nido, pero cuando se realiza con camadas mayores hay que trasladar a la madre o a la camada a otra jaula, empleándose en muchos casos las llamadas "jaulas de espera" individuales y de dimensiones mucho más reducidas, que también son empleadas para las conejas de reposición, primíparas o durante la fase final de gestación entre el destete y el parto siguiente.

Todas estas manipulaciones suponen una variación del entorno de la coneja que representa una situación nueva, en ocasiones incluso estresante, y que precisa de su adaptación. Sin embargo, los cambios comportamentales y/o productivos que ello puede ocasionar no han sido valorados.

El presente trabajo pretende medir los cambios en el comportamiento alimentario de conejas sometidas a cambios de jaula durante la lactación y la gestación.

Material y métodos

Se utilizaron 54 conejas múltiparas cuyas camadas fueron estandarizadas con 10 gazapos durante toda la fase experimental, que se alojaron en jaulas en las que lactaron libremente hasta los 14 días post-parto, y cuyas dimensiones eran de 3400 cm² y provistas de un nido de 770 cm². A los 14 días se cerraron los nidos y se controló diariamente la producción de leche hasta los 21 días, momento en que se distribuyeron los animales en tres grupos experimentales (18 conejas/grupo). Las conejas del primer grupo (L1) continuaron alojadas en la misma jaula con el nido cerrado y su camada fue trasladada a otra jaula igual hasta los 28 días, las conejas del segundo grupo (L2) fueron trasladadas a otra jaula idéntica y sus camadas continuaron en la jaula de origen, y las conejas del tercer grupo (L3) fueron trasladadas a una jaula individual de 1200 cm² sin nido y sus camadas permanecieron en la jaula de origen, en todos los casos se llevó diariamente a la madre (o a la camada) para ser amamantada durante unos minutos hasta el destete a los 28 días.

Con todos los animales se empleó un pienso comercial de lactación de 11 MJ ED/kg MS, 12% PD y 17% FAD y se midió el consumo de la madre semanalmente desde el parto hasta los 21 días y diariamente en todas las jaulas desde el día 21 al 28. La producción de leche y el peso de la coneja se midieron diariamente desde los 14 hasta los 28 días, y los pesos de las camadas se registraron a 0, 14, 21 y 28 días post-parto.

Las conejas fueron inseminadas a los 11 días postparto, y 28 de las conejas que quedaron gestantes de los grupos L1 y L2 fueron utilizadas para un segundo experimento desde el destete (17 días de gestación) hasta el final de la primera semana de lactación del parto siguiente. La mitad de ellas (G1) permanecieron durante todo el periodo experimental en las jaulas de maternidad, mientras que la otra mitad (G2) se trasladaron a las jaulas individuales desde los 17 hasta los 28 días de gestación, volviendo de nuevo a la jaula de lactación hasta el final del periodo experimental. Las camadas fueron estandarizadas tras el parto con 10 gazapos. La ingestión de pienso se midió diariamente desde los 17 días de gestación hasta los 7 días postparto, el peso de la coneja se midió a los 17, 21 y 28 días de gestación, al parto y diariamente hasta los 7 días postparto, los pesos de las camadas se midieron al parto y a los 7 días post-parto y la producción de leche diariamente durante la primera semana de lactación.

Los datos de peso y de consumo de las camadas de la experiencia de lactación se analizaron estadísticamente mediante un análisis de la varianza (SAS, 2001), que incluyó el grupo (L1, L2 y L3) como factor, y el peso de la camada estandarizada al post-parto como covariable en los análisis de peso de las camadas. La producción de leche, el peso vivo y la ingestión de pienso de las madres se analizaron estadísticamente mediante un análisis de la varianza que incluyó el día (14 a 28 para peso y producción de leche y 22 a 28 para consumo) y grupo (L1, L2 y L3) como factores con su interacción, e incluyendo el peso de la coneja y la producción de leche en la tercera semana de lactación como covariables en el análisis de la ingestión de pienso.

Los datos de consumo, peso de la coneja y producción de leche de la experiencia de gestación se analizaron estadísticamente mediante un análisis de la varianza que incluyó el día (entre 17 de gestación y 7 de lactación) y grupo (G1 y G2)

como factores con su interacción. Los datos de la camada a parto y 7 días se analizaron mediante un análisis de la varian-za que incluyó el grupo como factor y el peso de la camada estandarizada al post-parto como covariable en el análisis de peso de las camadas de 7 días.

Resultados y discusión

En la tabla 1 se muestran los resultados de producción, peso y consumos de la coneja y de las camadas durante el pri-mer periodo experimental.

Tabla 1. Resultados obtenidos según los cambios de alojamiento de las conejas durante la lactación.

	L1	L2	L3	SE	P
Camadas					
Incremento peso 21 a 28 (g/d)	287	290	286	7,29	n.s.
Ingestión (g MS/d)	114	121	119	4,8	n.s.
Conejas					
Incremento peso coneja 21 a 28 (g/d)	7,4a	4,7a	-10,6b	4,98	*
Ingestión (g MS/d)					
3 semana	434	437	437	7,65	n.s.
4 semana	470a	445b	430c	6,62	**
Producción leche (g/d)					
3 semana	319	320	314	8,2	n.s.
4 semana	281	283	272	7,99	n.s.

L1: sin cambio de jaula de maternidad; L2: cambio a los 21 días postparto de una a otra jaula maternidad; L3: cambio a los 21 días postparto de jaula de maternidad a jaula más pequeña SE: Error estándar. P: significación; n.s.: no significativo; *: p< 0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001. Medias en la misma fila con letras distintas son significativamente diferentes (p<0,05).

El traslado de las camadas o de las conejas, o el tipo de jaula no afectó a la producción de leche de la madre, ni al consu-mo o al crecimiento de las camadas durante la última semana de lactación, probablemente por tratarse de un periodo muy corto de medida. Sin embargo sí ocasionó un menor consumo de la madre (P<0,01) y peor evolución de su peso vivo (P<0,05), efectos más acusados cuando la coneja se trasladó a una jaula más pequeña, en la que las conejas registraron pérdidas de peso, tal como muestra la figura 1. Estos peores resultados en las jaulas más pequeñas podrían estar relacio-nados con la mayor restricción del espacio disponible para el animal, que muchos autores han relacionado con cambios comportamentales y mayores problemas de bienestar (Dixon et al., 2010).

Figura 1. Evolución del peso de la coneja (g) durante la lactación según el alojamiento (L1: jaula maternidad sin cambio; L2: cambio a los 21 días postparto de una a otra jaula maternidad; L3: cambio a los 21 días postparto de jaula de maternidad a jaula más pequeña).

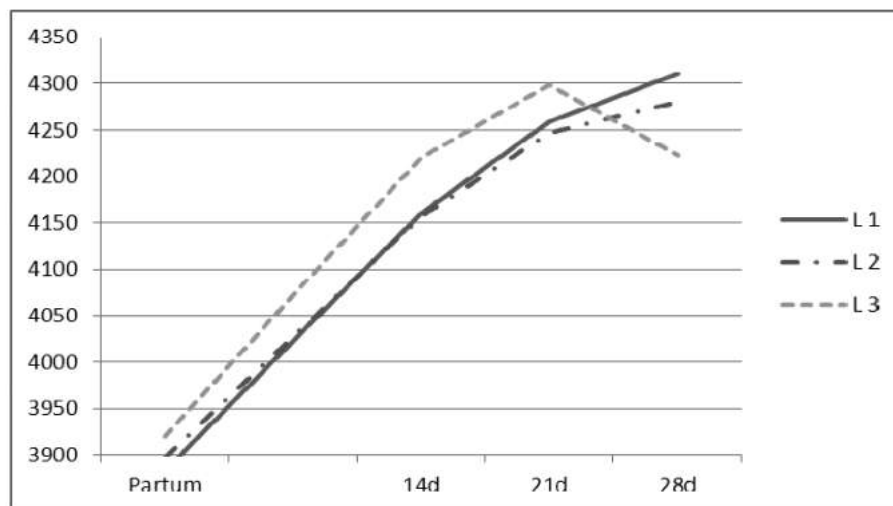


Tabla 2. Resultados obtenidos según el cambio de alojamiento de las conejas durante la gestación.

	G1	G2	SE	P
Camadas				
Gazapos vivos al parto	10,7	11,8	0,71	n.s.
Peso camadas al parto (g)	614	672	37,1	n.s.
Peso camadas a los 7 días (g)	1552	1572	39,19	n.s.
Incremento de peso coneja (g/d)				
17-21 d gestación	80,2	52,2	9,92	*
21-28 d gestación	-15,3	0,5	6,77	+
28 d - Postparto	-213	-198	21,26	n.s.
1-7 d lactación	40	33	8,66	n.s.
Ingestión (g MS/d)				
17-28 d gestación	265	231	6,39	*
Pre-parto	158	169	6,38	n.s.
1 semana lactación	369	362	10,6	n.s.
Producción leche (g/d)				
1 semana	190	193	7,75	n.s.

G1: sin cambio de jaula. G2: conejas en jaulas más pequeñas desde los 17 hasta los 28 días de gestación. SE: Error estándar. P: significación estadística; n.s.: no significativo. +: $p=0,1$; *: $p<0,05$.

Los resultados obtenidos entre el destete y el parto y durante la primera semana de la lactación siguiente se muestran en la tabla 2.

El traslado de la coneja a una jaula más pequeña ocasionó un descenso más rápido de la ingestión, con valores medios de consumo a los 28 días un 13% inferiores ($P<0,05$) a los registrados por las conejas que no cambiaron de jaula, lo que parece relacionarse con un menor incremento de peso ($P<0,05$) hasta los 21 días de gestación, aunque las pérdidas de peso en la semana siguiente también parecen reducirse ($P=0,1$), por lo que las conejas registraron un aumento similar (19g/d) durante el periodo completo de gestación y tenían un peso similar al parto (3950 g). Estas variaciones tampoco afectaron al tamaño y peso de la camada al parto, ni a la producción de leche de la madre, ni al crecimiento de las camadas lactantes. Manal (2010) tampoco encontró ningún efecto sobre la productividad al cambiar de jaula a la coneja como método de bioestimulación reproductiva.

En conclusión, los traslados de jaula, aun cuando se produzcan por periodos cortos, afectan al comportamiento alimentario de la coneja, que disminuye la ingestión de pienso, y afecta a la evolución de su peso vivo, tanto durante la lactación como durante la gestación, aunque su productividad parece no verse afectada.

Bibliografía

- Dixon L.M., Hardiman J.R., Cooper J.J. 2010. The effects of spatial restriction on the behavior of rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Journal of Veterinary Behavior*, 5:302-308.
- Faraldo L., Ródenas L., Martínez-Paredes E., Cervera C. 2013. Variaciones del comportamiento alimentario de conejas y gazapos lactantes según el alojamiento. En: 38 Symposium de Cunicultura. Zamora, España, pp. 127-130.
- Manal A.F. 2010. Flushing or doe relocation as biostimulation methods for improvement of sexual behaviour and performance of multiparous rabbit doe after a summer resting period. *World Rabbit Science*, 18:151-158.
- SAS Institute. 2001. SASSTAT User's Guide (Release 8.2). SAS Inst. Inc., Cary NC, USA.

Efecto de la edad al destete y el tipo de jaula sobre parámetros reproductivos y de crecimiento en conejas y gazapos

Effect of different weaning age and type of cage on reproductive and growth performance of does, kids and fattening rabbits

Alfonso C.^{1*}, De Blas C.², García-Rebollar P.², García-Ruiz A.I.¹

¹ Nutreco Poultry and Rabbit Research Centre, Toledo.

² Dpt. Prod. Animal, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

*Dirección de contacto c.alfonso@nutreco.com

Resumen

El objetivo de este ensayo fue evaluar el efecto del uso de un destete tardío con un sistema de alojamiento alternativo sobre los parámetros reproductivos y de crecimiento de 104 conejas reproductoras y sus camadas durante sus primeros cinco ciclos reproductivos. La mitad de las conejas fueron alojadas en jaulas convencionales (39 cm × 100 cm × 30 cm) y la otra mitad en jaulas alternativas (39 cm × 100 cm × 60 cm) con una plataforma elevada. La edad al destete (32 vs 46 días) se combinó de forma factorial con el tipo de alojamiento. Edad al destete: el destete tardío afectó negativamente al peso ($P<0,001$) y al contenido en grasa y energía ($P<0,05$) de las conejas 46 días post parto, pero no afectó a la fertilidad, prolificidad ni a la mortalidad de las conejas. El destete tardío dio lugar a una menor mortalidad (12,6 vs 17,6 %; $P<0,01$), un mayor peso de la camada (11,3 %) y un menor índice de conversión por jaula (13,5 %) al final del periodo de crecimiento ($P<0,001$). El tipo de jaula: a día 21 post parto tanto el peso de la camada como el índice de conversión mejoraron un 4,2 ($P<0,01$) y 5,0 % ($P<0,05$), respectivamente en las jaulas alternativas, al igual que el peso de la camada a 59 días de edad (6,7 %; $P<0,01$). De los resultados de este estudio se puede concluir que el uso combinado de destetes tardíos con jaulas de mayor superficie disponible mediante la introducción de una plataforma elevada, podría ser considerado como una alternativa para mejorar el bienestar animal en situaciones de alto riesgo sanitario reduciendo el uso de antibióticos e incrementado los rendimientos productivos.

Palabras clave: Conejas, gazapos, edad al destete, tipo de jaula, plataforma.

Abstract

In the present experiment, the effects of the use of long lactation periods with alternative cages on the reproductive and growth performance of 104 rabbit does and their litters during five consecutive reproductive cycles were studied. Half of does were housed in conventional polyvalent cages (39 cm × 100 cm × 30 cm) and the other half in alternative polyvalent cages (39 cm × 100 cm × 60 cm), with a raised platform. Half of the rabbit does in each type of cages were weaned at 32 and the other half at 46 days after parturition. Weaning age: late weaning affected negatively to body weight ($P<0.001$), fat and energy content ($P<0.05$) of rabbit does at the end of the lactation period. Fertility, prolificacy and doe mortality were not affected by lactation length. Late weaning led to lower mortality (12.6 vs 17.6 %; $P<0.01$), higher litter weight (by 11.3 %) at the end of growing period and lower feed conversion ratio per cage during the overall experimental period (13.5 %) than weaning at 32 d ($P<0.001$). Type of cage: at day 21 litter weight and feed conversion ratio between 3 and 21 d were 4.2 % higher ($P<0.01$) and 5.0 % lower ($P<0.05$) in animals housed in alternative than in conventional cages. Alternative cages also led to heavier litters at 59 days ($P<0.01$). From the results obtained it can be concluded that the combined use of longer lactations and cages with higher available surface with a raised platform could be an alternative to improve animal welfare in productive situations with high sanitary risk improving growing performance.

Key words: Rabbit does, performance, platform, alternative cages weaning age.

Introducción

En la búsqueda de alternativas viables al uso de antibióticos para atenuar el problema de la elevada mortalidad observada en conejos en crecimiento, Romero et al. (2009) mostró que un retraso en la edad al destete ayudaba a reducir la mortalidad en producciones con problemas higiénico-sanitarios. Sin embargo, de acuerdo a Vanhonacker et al. (2009) el uso de un destete tardío también disminuiría la superficie disponible por animal repercutiendo negativamente sobre el bienestar animal. Por ello el uso de jaulas alternativas (con una plataforma elevada en el medio de la jaula) que aumenten la superficie disponible por animal (Finzi et al., 1996) podría ser considerado como posible solución a ambos problemas.

Material y métodos

La prueba se realizó en el centro experimental de cunicultura de Nutreco (Toledo). Se utilizaron 104 conejas reproductoras (Hyplus) y sus correspondientes camadas a lo largo de cinco ciclos consecutivos. Todas las conejas se manejaron en banda única desde el primero hasta el sexto parto, realizándose la inseminación artificial 25 días post parto (dpp) y el destete a 32 ó 46 días de edad de los gazapos. Al parto, las camadas se estandarizaron a 8-10 gazapos y al destete las conejas se cambiaban de sala dejando a los gazapos continuar su periodo de crecimiento en la misma jaula. La mitad de las conejas fueron alojadas en jaulas polivalentes convencionales (39 cm × 100 cm × 30 cm) y la otra mitad en jaulas alternativas (39 cm × 100 cm × 60 cm) con una plataforma elevada de 381 mm × 310 mm colocada en la parte posterior de la jaula a 300 mm del suelo. La temperatura se mantuvo controlada entre 18 y 25 °C. Las conejas recibieron un pienso comercial de lactación durante toda la prueba y los gazapos desde el destete (32 ó 46 días) hasta la edad de envío al matadero un pienso comercial de cebo. En ambos casos el pienso fue libre de antibiótico y se suministró *ad libitum*.

Las conejas y sus camadas se pesaron a los 3, 21, 32 y 46 dpp y los gazapos se volvieron a pesar al final de su periodo de crecimiento (59dpp). El consumo diario de pienso se controló por jaula (madres y gazapos juntos) desde el día 3 hasta 46 y desde 46 a matadero solo se consideró el consumo de los gazapos. En madres, se determinó el contenido de grasa y energía corporal durante los tres primeros ciclos a través de la técnica de impedancia bioeléctrica descrita por Pereda et al. (2007). Por ciclo se registró la fertilidad, prolificidad y la mortalidad tanto de conejas como de gazapos.

Los datos productivos y reproductivos se analizaron como un diseño completamente al azar con medidas repetidas utilizando el procedimiento MIXED del SAS (2008), con los efectos tipo de jaula y edad al destete como efectos fijos y el ciclo como medida repetida. Tanto la mortalidad de los gazapos como la fertilidad fueron analizadas utilizando el procedimiento GLIMMIX del SAS y para el estudio de la mortalidad GENMOD. En todos los casos la coneja fue utilizada como unidad experimental.

Resultados y discusión

Efecto de la edad al destete

El destete tardío dio lugar a un menor peso y contenido en grasa y energía de las conejas al final de la lactación respecto a las conejas que ya habían sido destetadas a 32 días (6,5 %, $P<0,001$; 38,6 y 18,7 %, $P<0,05$, respectivamente). Sin embargo, estas diferencias no se observaron tras el parto, 21 o 32 días en el caso del contenido en grasa y energía (Tabla 1). Tampoco se observaron diferencias en la fertilidad, prolificidad, mortalidad global de las madres ni de los gazapos hasta los 32 días de vida (Tabla 2). Estos resultados indican que el tiempo de recuperación que tienen las madres desde los 46 dpp hasta el parto (10 días), parece ser suficiente para compensar el desgaste sufrido hasta el momento del destete. En este sentido, Pascual et al. (2013) concluyó que un tiempo insuficiente de recuperación tras el destete podría tener un mayor impacto sobre la productividad de las conejas debido a la gran movilización de reservas al final de la gestación que el propio esfuerzo de lactación.

Un retraso de la edad al destete de 32 a 46 días redujo la tasa de mortalidad de los gazapos durante ese periodo de 3,3 a 1,0 % ($P<0,01$), aumentado un 11,3 % de media el peso de la camada al final del periodo de crecimiento ($P<0,001$), un 3,2 % el consumo de pienso desde el día 3 hasta matadero ($P<0,05$) y una mejora de un 13,4 % en el índice de conversión ($P<0,001$). Estas diferencias dependieron del ciclo productivo, ya que la mortalidad global observada desde el día 3 hasta matadero en el primer, segundo y cuarto ciclo fue muy baja en ambos destetes (2,8 % de media) y durante el tercero y quinto, el destete tardío redujo la mortalidad global 12,4 y 11,1 puntos porcentuales. Otros autores como Romero et al. (2009) y Martínez-Vallespín et al. (2012) también observaron una reducción en la mortalidad de los gazapos en crecimiento con destetes tardíos. La explicación a este resultado podría estar relacionado tal y como muestra Gallois et al. (2007) con el poder antimicrobiano de la leche materna.

Tabla 1. Efecto de la edad al destete y el tipo de jaula sobre la ganancia de peso y el contenido en grasa y energía de las conejas en distintos momentos de la fase de lactación.

Tipo de jaula (J) Edad al destete (D)	Convencional		Alternativa		EEM	Probabilidad		
	Standard	Tardío	Standard	Tardío		D	J	DxJ
Peso, g								
3 d	4699	4540	4686	4669	63	n.s	n.s	n.s
21 d	4903	4693	4924	4887	66	n.s	n.s	n.s
32 d	4906	4649	4903	4816	70	*	n.s	n.s
46 d	5021	4597	4950	4728	68	***	n.s	n.s
Grasa, g/kg								
3 d	87,2	71,6	70,2	79,9	9,7	n.s	n.s	n.s
32 d	81,5	70,1	80,2	73,4	9,6	n.s	n.s	n.s
46 d	77,8	53,0	69,4	37,4	11,6	*	n.s	n.s
Energía, kj/100g								
3 d	817	743	735	791	43	n.s	n.s	n.s
32 d	775	715	769	740	43	n.s	n.s	n.s
46 d	746	631	707	551	53	*	n.s	n.s

EEM: Error estándar medio (n=26 por ciclo); n.s: no significativo (P>0,05); *: P<0,05; ***P<0,001.

Tabla 2. Efecto de la edad al destete y el tipo de jaula sobre los parámetros reproductivos, mortalidad de los animales, peso de las camadas, consumos de pienso e índice de conversión.

Tipo de jaula (J) Edad al destete (D)	Convencional		Alternativa		EEM ^a	Probabilidad		
	Standard	Tardío	Standard	Tardío		D	J	DxJ
Fertilidad, %	93,9	91,9	87,9	92,9	-	n.s	n.s	n.s
Mortalidad conejas, %	16,0	11,5	19,2	11,5	-	n.s	n.s	n.s
Nacidos totales, n	11,4	11,8	11,9	11,4	0,4	n.s	n.s	n.s
Mortalidad gazapos, %								
3-21 d	4,75	3,90	4,66	4,41	-	n.s	n.s	n.s
21-32	3,74	1,40	2,15	2,27	-	n.s	n.s	n.s
32-46 d	3,90	0,94	2,80	1,10	-	**	n.s	n.s
46-59 d	5,20	3,83	2,88	3,09	-	n.s	n.s	n.s
Peso camadas, g								
3 d	817	842	825	848	15	n.s	n.s	n.s
21 d	2921	3040	3145	3135	50	n.s	**	n.s
32 d	6294	6666	6749	6678	112	n.s	*	n.s
46 d	10679	12480	11557	12686	211	***	*	n.s
59 d	14161	16396	15730	16866	376	***	**	n.s
Consumo medio por jaula, g/d								
3-21d	369	371	380	385	6	n.s	*	n.s
21-32 d	649	656	663	659	9	n.s	n.s	n.s
32-46 d ^c	836 ^B	972 ^A	955 ^A	972 ^A	16	***	***	***
46-59 d ^d	957	996	1036	1036	23	n.s	*	n.s
3-59 d ^d	687 ^B	731 ^A	743 ^A	745 ^A	10	*	***	*
Índice de conversión								
3-21d	3,28	3,13	3,02	3,07	0,06	n.s	*	n.s
3-32 d	2,48	2,30	2,30	2,34	0,06	n.s	n.s	n.s
3-46 d ^c	2,79	2,32	2,61	2,24	0,08	***	†	n.s
3-59 d ^d	3,30	2,82	3,09	2,71	0,09	***	†	n.s

EEM: Error estándar medio (n=26 por ciclo); n.s: no significativo (P>0,05); †: P<0,1; *: P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Efecto del tipo de jaula

El tipo de alojamiento no afectó al peso ni al contenido en grasa y energía de las conejas en los diferentes días de lactación, al igual que ni a la fertilidad, prolificidad y mortalidad tanto de las conejas como de los gazapos. Sin embargo, se observó una mayor ganancia de peso desde el parto a los 21 días de lactación en las conejas alojadas en jaulas alternativas (P<0,05; 227 vs 180 g; EEM=17). La mayor ganancia de peso de las madres fue paralela a un mayor peso de la camada (P<0,01), un mayor consumo de pienso (P<0,05) y a una mejora del índice de conversión a 21 días de lactación (P<0,05) en jaulas alternativas. Estos resultados sugieren una mayor producción de leche por parte de las conejas alojadas en jaulas alternativas con una plataforma elevada. Ese aumento en la producción de leche podría estar relacionada con la reducción del nivel de estrés mediante mecanismos adrenérgicos al utilizar las conejas la plataforma como vía de escape de los gazapos (Alfonso-Carrillo et al., 2014) sin suponer una reducción del número de visitas al nido como mostró Mirabito (2003).

En el presente trabajo, el uso de las jaulas alternativas dio lugar a un peso de la camada al final del periodo de crecimiento un 6,7 % mayor que en jaulas convencionales ($P < 0,01$). También se observó un consumo un 4,9 % superior ($P < 0,001$) y una tendencia a mejorar el índice de conversión durante todo el periodo de crecimiento ($P < 0,1$). Estos resultados podrían ser debidos a un aumento de la superficie disponible por animal a través de una plataforma elevada, más que al efecto del incremento en altura de la jaula (40,1 vs 32,1 kg/m²). Del mismo modo que Princz et al. (2008) no observó mejoras de los parámetros productivos incrementado la altura de las jaulas, Maertens y De Groote (1984) y Villalobos et al. (2008) sí observaron mejoras productivas disminuyendo la densidad por animal. Otros autores como Postollec et al. (2008), observaron un empeoramiento de los parámetros productivos de los animales en crecimiento con el uso de jaulas alternativas, sin embargo en este estudio el tamaño de las jaulas fue superior al utilizado en el presente trabajo, y la actividad física pudo empeorar los rendimientos.

Bibliografía

- Alfonso-Carrillo C., Martín E., De Blas C., Ibáñez M.A., García-Rebollar P., García-Ruiz A.I. 2014. The effect of cage on the behavior pattern of rabbit does at different physiological stage. *World Rabbit Sci.*, 22:59-69.
- Finzi A., Margarit R., Calabrese A. 1996. A two-floor cage for rabbit welfare. En: 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France, pp. 423-424.
- Gallois M., Gidenne T., Tasca C., Caubert C., Coudert C., Milon A., Boullier S. 2007. Maternal milk contains antimicrobial factors that protect young rabbits from enteropathogenic *Escherichia coli* infection. *Clin. Vacc. Immunol.*, 14:585-592.
- Maertens L., De Groote G. 1984. Influence of the number of fryer rabbits per cage on their performance. *J. Appl. Rabbit Res.*, 7:151-155.
- Martínez-Vallespín B., Martínez-Paredes E., Ródenas L., Cervera C., Pascual J.J., Blas E. 2012. Effect of less concentrated weaning diet and an extensive reproductive management on the long term rabbit doe performance at parturition. En: 10th World Rabbit Congress, Sharm El-Sheikh, Egypt, pp. 591-595.
- Mirabito L. 2003. Logement et bien-être du lapin: les nouveaux enjeux. En: 10èmes Journ. Rech. Cunicole, Paris, France, pp. 163-172.
- Pascual J.J., Saviotto D., Cervera C., Baselga M. 2013. Resources allocation in reproductive rabbit does: a review of feeding and genetic strategies for suitable performance. *World Rabbit Sci.*, 21:123-144.
- Pereda N., Rebollar P.G., Schwarz B.F., Arias-Alvarez M., Revuelta L., Lorenzo P.L., Nicodemus N. 2007. Estudio de la composición corporal de las conejas reproductoras mediante la técnica de impedancia bioeléctrica (BIA). Parte I: Resultados de la composición corporal de las determinaciones de impedancia. En: II Congreso Ibérico de Cunicultura, Vila Real, Portugal, pp. 17-20.
- Postollec G., Boilletot E., Maurice R., Michel V. 2008. The effect of pen size and an enrichment structure (elevated platform) on the performances and the behaviour of fattening rabbits. *Anim. Welfare*, 17:53-59.
- Princz Z., Radnai I., Biró-Németh E., Matics Zs., Gerencsér Zs., Nagy I., Szendr Zs. 2008. Effect of cage height on the welfare of growing rabbits. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 114:284-295.
- Romero C., Nicodemus N., García-Rebollar P., García-Ruiz A.I., Ibáñez M.A., De Blas J.C. 2009. Dietary level of fibre and age at weaning affect the proliferation of *Clostridium perfringens* in the caecum, the incidence of Epizootic Rabbit Enteropathy and the performance of fattening rabbits. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 153:131-140.
- SAS Institute. 2008. SASSTAT User's Guide (Release 8.2). SAS Inst. Inc., Cary NC, USA.
- Vanhonacker F., Verbeke W., Van Poucke E., Buijs S., Tuytens F.A.M. 2009. Societal concern related to stocking density, pen size and group size in farm animal production. *Livest. Sci.*, 123:16-22.
- Villalobos O., Guillén O., García J. 2008. Effect of cage density on growth and carcass performance of fattening rabbits under tropical heat stress conditions. *World Rabbit Sci.*, 16:89-97.

Producción de leche y peso de la camada en diferentes líneas de conejos

Milk production and litter weight in different rabbit lines

EL Nagar A.G.^{1,3*}, Mínguez C.¹, Sánchez J.P.², Torres C.¹, Baselga M.¹

¹Departamento de Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, Spain.

²Genética i Millora Animal, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries, Torre Marimon s/n, 08140 Caldes de Montbui, Barcelona, Spain.

³Department of Animal Production, Faculty of Agriculture at Moshtohor, Benha University, Egypt.

*Dirección de contacto: ayelna@upv.es

Resumen

El objetivo de este estudio fue comparar tres líneas maternas de conejos (A, V y LP) en producción y composición de la leche y peso de camada durante la lactación. Se utilizaron 194 conejas adultas, en su tercer o posterior parto, controlando la producción de leche los días 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 15, 16 y 17 post-parto (dpp). Los caracteres estudiados fueron la producción de leche semanal en las tres primeras semanas de lactación y el peso de la camada en los mismos períodos. Los caracteres de la composición fueron los porcentajes de grasa, proteína, cenizas, lactosa y sólidos totales. Las muestras de leche para el análisis químico se obtuvieron de cada coneja a los 18 dpp. Los datos fueron analizados utilizando modelos mixtos y fijos univariantes con y sin covariables, que fueron el número de nacidos vivos (NBA) y el peso de la coneja al parto (DW). La producción total de leche hasta 21 dpp fue 4241 ± 89 g, 4556 ± 78 g y 5116 ± 80 g para las líneas A, V y LP, respectivamente. Las medias mínimo-cuadráticas del peso de la camada de la línea A en las tres semanas fueron 874 ± 9 g, 1629 ± 13 g y 2231 ± 27 g, respectivamente, para la línea V 970 ± 8 g, 1776 ± 11 g y 2506 ± 23 g, y para la línea LP 982 ± 8 g, 1974 ± 12 g y 2864 ± 24 g. Las medias generales de grasa, proteína, cenizas, lactosa y sólidos totales (%) fueron $14,62 \pm 0,17$, $11,10 \pm 0,07$, $1,89 \pm 0,04$, $2,67 \pm 0,12$ y $30,27 \pm 0,24$, respectivamente. Las diferencias entre las líneas en la producción de leche fueron significativas, mientras que las diferencias entre ellas en la composición de la leche no lo fueron. El NBA tuvo efectos significativos sobre la producción de leche, pero no sobre la composición. El orden de parto sólo fue significativo para el % de cenizas.

Palabras clave: Conejos, líneas maternas, producción de leche, composición de leche, peso de camada.

Abstract

The objective of this study was to compare three Spanish maternal rabbit lines (A, V and LP) in terms of milk yield and composition and for litter weight during lactation. A total of 194 mature does in their third or higher parity were used. The milk yield was recorded at 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 15, 16 and 17d post-partum (dpp). The traits studied were weekly milk yield (WMY; g/wk) at the first three weeks of lactation and litter weight at the same periods. The milk composition traits studied were fat (%), protein (%), ash (%), lactose (%) and total solids (%). The milk samples to be analysed were collected from each doe at 18 dpp. Data were analysed using single trait mixed and fixed models with and without covariates; the covariates were number born alive (NBA) and doe weight at kindling (DW). Total milk yield up to 21 dpp was 4241 ± 89 g, 4556 ± 78 g and 5116 ± 80 g for lines A, V and LP, respectively. Least-square means of litter weight for line A at the three weeks were 874 ± 9 g, 1629 ± 13 g and 2231 ± 27 g, respectively, for line V were 970 ± 8 g, 1776 ± 11 g and 2506 ± 23 g, and for line LP were 982 ± 8 g, 1974 ± 12 g and 2864 ± 24 g. Overall means of fat, protein, ash, lactose and total solids (%) were 14.62 ± 0.17 , 11.10 ± 0.07 , 1.89 ± 0.04 , 2.67 ± 0.12 and 30.27 ± 0.24 , respectively. The differences between lines for milk production traits were significant, while the differences between lines for milk composition traits were not significant. NBA had significant effects on all milk yield traits but had no significant effects on milk composition traits. DW only had a significant effect on weekly milk yield. The parity order had no significant effect either for milk production traits or milk composition traits, except for ash %.

Key words: Rabbits, maternal lines, milk production, milk composition, litter weight.

Introducción

En las líneas maternas especializadas, los caracteres de la camada y la producción de leche son los más importantes para la producción eficiente, y algunos de ellos son objetivos para su selección (Estany et al., 1989). La producción lechera determina en gran medida la tasa de crecimiento y la supervivencia de los gazapos hasta el destete, puesto que los gazapos dependen exclusivamente de la leche de sus madres hasta 18-19 días de edad (Fortun-Lamothe y Gidenne, 2000). El peso de la camada es considerado como un buen estimador de la productividad de la coneja (Youssef, 1992), y el peso a los 21 días un buen indicador de la producción de leche (Afifi et al., 1980). Hasta la fecha, los estudios sobre la producción y composición de leche en líneas maternas son escasos, por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar la producción y la composición de leche, así como el peso de la camada durante las tres primeras semanas de lactación en tres líneas maternas que difieren en sus criterios de fundación y en la duración de sus programas de selección.

Material y métodos

Animales y manejo

Las tres líneas maternas utilizadas en este estudio fueron la A, V y LP, criadas en el núcleo de selección del departamento de Ciencia Animal (UPV). La línea A, fue fundada en 1980 a partir de varias muestras de animales de la raza Neozelandés Blanca criados en granjas cerca de Valencia. Desde su fundación, la línea A ha sido seleccionada para aumentar el tamaño de la camada al destete, evaluando los animales mediante un índice familiar (Estany et al., 1989). La línea V, es una línea sintética, fue fundada en 1982 a partir de cruces entre cuatro líneas maternas especializadas, también desde su fundación ha sido seleccionada por el tamaño de la camada al destete (Estany et al., 1989). La línea LP, es una línea creada en el año 2003 y el criterio de fundación fue la híper-longevidad. Se seleccionaron hembras de granjas comerciales que mostraron una vida productiva extremadamente larga (por lo menos 25 partos), pero manteniendo la prolificidad, medida como el número medio de nacidos vivos por parto, cerca o por encima de la media de la población de conejos españoles comerciales (Sánchez et al., 2008). Desde su fundación ha sido seleccionada por el tamaño de camada al destete, evaluando los animales, como en la línea V, mediante BLUP en un modelo de repetibilidad. Al inicio de la experiencia los procesos de selección se encontraban en las generaciones 42, 37 y 8 para las líneas A, V y LP, respectivamente. Respecto al manejo, todas las hembras se montan aproximadamente 12 días después del parto y el destete tiene lugar a los 28 días.

Datos y caracteres

Se han realizado 582 registros de la producción de leche de 194 hembras y en 172 de ellas se ha analizado la composición. La producción de leche fue medida los días 1, 2, 3 y 4 durante la primera semana de lactancia, los 8, 9, 10 y 11 durante la segunda semana y los días 15, 16 y 17 durante la tercera semana. La producción máxima de la leche se alcanza durante la tercera semana de lactación, durante la cuarta semana empieza a disminuir y los gazapos empiezan a comer pienso a partir del día 18 o 19 de lactación. Por esta razón, no hay registros en la cuarta semana de lactación. La producción de leche se midió utilizando el método de doble pesada de la coneja, antes y después de amamantar a los gazapos (Lukefahr et al., 1983). Los gazapos se separan de sus madres durante los días de medida, salvo en el momento en que se controla el amamantamiento. La producción diaria de leche en cada semana se calculó como el promedio de la producción medida durante los días de control de la semana. Un carácter analizado fue la producción de leche semanal (WMY) durante la primera (WMY7), segunda (WMY14) y tercera (WMY21) semana de la lactación, que se consideran medidas repetidas del carácter. Estas cantidades se calcularon como siete veces la correspondiente producción media diaria de leche para cada semana. El día 18 de lactación, por la mañana, se tomaron muestras de leche para analizar su composición (% de grasa, % de proteína, % de cenizas, % de lactosa y % de sólidos totales). Las muestras se recogieron manualmente mediante un ligero masaje de la glándula mamaria después de dos minutos de la inyección de 0,5 ml de oxitocina en la vena marginal de la oreja, obteniéndose volúmenes de 25-30 ml por coneja. La grasa se determinó inmediatamente después de la recogida de muestras por el método de Gerber (Case et al., 1985), la proteína por el estándar de micro-Kjeldahl y los sólidos totales y cenizas siguiendo los procedimientos de la AOAC (1980). La lactosa se determinó mediante sustracción. También se controló el peso de las camadas en las tres primeras semanas de lactación.

Análisis estadísticos

Los caracteres producción semanal de leche y peso de la camada se analizaron utilizando el siguiente modelo mixto: $Y_{ijk} = LW_{iw} + PO_j + \beta_1 * NBA_k + \beta_2 * DW_k + p_k + e_{ijk}$. Donde, Y_{ijk} , es un registro del carácter, LW_{iw} es el efecto fijo de la combinación línea por semana con nueve niveles (tres líneas tres semanas), PO_j es el efecto fijo de los clases del orden del parto, y se contemplan dos niveles (el primero para los partos, 3, 4 o 5 y el segundo para los partos 6, 7, 8 o 9), NBA_k es la

covariable número de nacidos vivos de la camada que tuvo la coneja que se controlaba, β_1 es el coeficiente de regresión correspondiente, DW_k es la covariable peso de la coneja al parto, β_2 es el coeficiente de regresión correspondiente, p_k es el efecto aleatorio permanente de la coneja sobre sus datos en las tres semanas, e_{iwjk} es el efecto aleatorio residual del modelo. El modelo de efectos fijos empleado para los caracteres de la composición química de la leche ha sido: $Y_{ijk} = L_i + PO_j + \beta_1 * NBA_k + \beta_2 * DW_k + e_{iwjk}$. Donde L_i es el efecto fijo de la línea genética de la coneja con tres niveles (A, V y LP). El resto de componentes del modelo son los mismos que los definidos para el modelo anterior. Las varianzas permanentes y residuales se estimaron utilizando el programa REMLF90 (Misztal et al., 2002). Estas varianzas se utilizaron en el programa blupf90 (Misztal et al., 2002) para obtener las estimaciones de los efectos fijos, así como la matriz de (co) varianzas de los errores y las diferencias entre las líneas, semanas y diferentes clases de órdenes de parto. Para ver la importancia de las covariables y las diferencias reales entre las tres líneas, se ha realizado, también, el análisis de los caracteres quitando las covariables de los modelos.

Resultados y discusión

Producción de leche semanal

NBA tuvo efectos significativos en la producción de leche. Un aumento en el tamaño de camada de un gazapo nacido vivo incrementaba la producción de leche semanal en 49,21 g/semana, lo que confirma la relación positiva entre el tamaño de camada y la producción de leche ya ampliamente descrita en la literatura. DW también tuvo un efecto significativo y un aumento de un gramo condujo a un aumento de la producción de leche de 0,14 g/semana. La Tabla 1 muestra las medias mínimo-cuadráticas para WMY7, WMY14 y WMY21, evidenciando que la línea LP tuvo mayor producción de leche semanal en todas las semanas que las líneas A y V ($P < 0,05$) y que la línea A tuvo la producción más baja. Se puede observar que las diferencias entre líneas son parcialmente debido a las diferencias en las covariables y, en consecuencia, las diferencias disminuyeron cuando se hicieron las comparaciones en el mismo valor de NBA y DW (Tabla 1). En cuanto a producción total de leche durante los primeros 21 días, la línea LP mostró la producción más alta, 5116±80 g, frente a los 4556±78 g de la línea V y los 4240±89 g de la línea A (Tabla 2). Estos resultados son compatibles con los de Theilgaard et al. (2009), que encontraron que la línea LP tenía una producción de leche más alta (10%, $P \leq 0,01$) que la línea V durante las primeras semanas de la lactación. Las Tablas 1 y 2 muestran que las diferencias entre las líneas no son constantes a lo largo de las semanas, lo que es una indicación de la existencia de la interacción entre la línea genética y la semana de lactación. También muestran que WMY aumenta significativamente a lo largo de las tres primeras semanas de la lactación. Estos resultados están de acuerdo con los de El-Sayiad et al. (1994) y Zerrouki et al. (2005). El orden del parto no tuvo ningún efecto significativo sobre los caracteres de WMY, tanto si la corrección por las covariables se había realizado o no. Este resultado se podía esperar, ya que en el presente estudio las conejas utilizadas fueron conejas adultas de 3 o más partos.

Tabla 1. Medias mínimo-cuadráticas \pm errores estándar para la producción de leche semanal (g/semana) de las tres líneas utilizando el modelo con covariables.

Línea	1ª semana	2ª semana	3ª semana
A	916±37 ^a	1548±37 ^a	1910±37 ^a
V	938±33 ^a	1651±33 ^b	2023±33 ^b
LP	1000±35 ^a	1776±35 ^c	2211±35 ^c

Los valores de una misma columna que comparten letra no tienen diferencias significativas, $P \leq 0,05$.

Tabla 2. Medias mínimo-cuadráticas \pm errores estándar para la producción de leche semanal (g/semana) de las tres líneas utilizando el modelo sin covariables.

Línea	1ª semana	2ª semana	3ª semana
A	872±39 ^a	1503±39 ^a	1865±39 ^a
V	919±35 ^a	1633±35 ^b	2004±35 ^b
LP	1043±36 ^b	1819±36 ^c	2254±36 ^c

Los valores de una misma columna que comparten letra no tienen diferencias significativas, $P \leq 0,05$.

Peso de camada durante la lactación

La Tabla 3 muestra las medias mínimo-cuadráticas para los pesos de la camada de las distintas líneas en las diferentes semanas. Como consecuencia de la producción de leche, se ve que el peso de la camada tiene la misma tendencia que la

Tabla 3. Medias mínimo-cuadráticas \pm errores estándar para el peso de la camada (g) de las tres líneas en las diferentes semanas utilizando el modelo con covariables.

Línea	1ª semana	2ª semana	3ª semana
A	930 \pm 9 ^a	1728 \pm 14 ^a	2361 \pm 27 ^a
V	969 \pm 8 ^b	1776 \pm 13 ^b	2496 \pm 24 ^b
LP	947 \pm 9 ^{ab}	1922 \pm 13 ^c	2813 \pm 25 ^c

Los valores de una misma columna que comparten letra no tienen diferencias significativas, $P \leq 0,05$.

Tabla 4. Medias mínimo-cuadráticas \pm errores estándar para el peso de la camada (g) de las tres líneas en las diferentes semanas utilizando el modelo sin covariables.

Línea	1ª semana	2ª semana	3ª semana
A	874 \pm 9 ^a	1629 \pm 13 ^a	2231 \pm 27 ^a
V	970 \pm 8 ^b	1776 \pm 11 ^b	2506 \pm 23 ^b
LP	982 \pm 8 ^b	1974 \pm 12 ^c	2864 \pm 24 ^c

Los valores de una misma columna que comparten letra no tienen diferencias significativas, $P \leq 0,05$.

Tabla 5. Composición de leche (%). Diferencias entre líneas y órdenes de parto.

	Grasa	Proteína	Cenizas	Lactosa	Sólidos Totales
Media general	14,62 \pm 0,17	11,10 \pm 0,07	1,89 \pm 0,04	2,67 \pm 0,12	30,27 \pm 0,24
Contraste					
A - V	-0,57 \pm 0,38	-0,08 \pm 0,16	0,15 \pm 0,09	-0,13 \pm 0,26	-0,63 \pm 0,53
A - LP	-0,13 \pm 0,44	0,32 \pm 0,19	-0,27 \pm 0,10*	0,03 \pm 0,31	0,04 \pm 0,62
V - LP	0,45 \pm 0,40	0,40 \pm 0,17*	-0,42 \pm 0,09*	0,16 \pm 0,28	0,59 \pm 0,56
3;5 - 6;9 partos	0,06 \pm 0,37	0,08 \pm 0,16	-0,24 \pm 0,09*	0,36 \pm 0,26	0,26 \pm 0,53

*= Efecto significativo diferente de 0, $\alpha=0,05$.

producción de leche semanal, y muestra la superioridad de la línea LP sobre las líneas A y V. Las Tablas 3 y 4, muestran que las diferencias entre las líneas disminuyeron cuando se hicieron las comparaciones en el mismo valor de la NBA y DW, es decir en el análisis con covariables, pero siguen habiendo diferencias significativas entre las tres líneas.

Composición química de la leche

Las medias generales de los caracteres de composición de leche (porcentajes de grasa, proteína, cenizas, lactosa y sólidos totales) y los contrastes entre líneas y entre los órdenes de parto se presentan en la Tabla 5. Se observaron diferencias significativas a favor de la línea LP respecto a las líneas A y V en el % de cenizas. En el % de proteína se encontraron diferencias significativas entre las líneas LP y V a favor de la línea V ($P < 0,05$). Recordemos que WMY fue menor en la línea V que en la LP, con lo cual la idea de que una mayor producción de leche está asociada con menores % de los componentes no puede ser generalmente aceptada en comparaciones entre tipos genéticos diferentes. Las diferencias significativas encontradas entre las tres líneas, en términos de caracteres de producción de leche, no tuvieron un efecto importante en la composición. De este modo, se puede aceptar la idea de una cierta independencia entre la producción y la composición de leche en conejos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto español AGL2011-30170-C02-01 del Plan Nacional de Investigación. Ayman El Nagar agradece la beca MAEC-AECID de la Agencia Española para la Cooperación Internacional y el Desarrollo (AECID).

Bibliografía

Afifi E.A., Galal E.S.E., EL-Oksh H., Kadry A.E.H. 1980. Inter-relationship among doe's weight, litter size, litter weight and body weight at different ages in rabbits. *Egyptian Journal of Animal Production*, 20(2):127-136.

- AOAC. 1980. *Official Methods of Analysis*. 13th Edition, Association of Official Agricultural Chemists, Washington, D.C., USA.
- Case R.A., Bradley R.L., Williams R.R. 1985. Chemical and physical methods. In: *Standard Methods for the examination of Dairy Products*. Richardson G, H., Editor, 15th Edition, American Public Health Association, Washington, D.C., USA. pp. 327-402.
- El-Sayiad G.H.A., Habeeb A.A.M., El Maghawry A.M. 1994. A note on the effects of breed, stage of lactation and pregnancy status on milk composition of rabbits. *Anim. Prod.*, 58:153-157.
- Estany J., Baselga M., Blasco A., Camacho J. 1989. Mixed model methodology for the estimation of genetic response to selection in litter size of rabbits. *Livest. Prod. Sci.*, 21:67-76.
- Fortun-Lamothe L., Gidenne T. 2000. The effects of size of suckled litter on intake behaviour, performance and health status of young and reproducing rabbits. *Ann. Zootech.*, 49:517-529.
- Lukefahr S., Hohenboken W.D., Cheeke P.R., Patton N.M. 1983. Characterization of straightbred and crossbred rabbits for milk production and associative traits. *J. Anim. Sci.*, 57:1100-1107.
- Misztal I.S., Tsuruta T., Strabel B., Auvray T., Druet D.H. Lee. 2002. BLUPF90 and related programs (BGF90). In *Proc.: 7th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod. Montpellier, France*, pp. 28-07.
- Sánchez J.P., Theilgaard P., Mínguez, C., Baselga, M. 2008. Constitution and evaluation of a long-lived productive rabbit line. *J. Anim. Sci.*, 86:515-525.
- Theilgaard P., Baselga M., Blas E., Friggens C., Cervera C., Pascual J.J. 2009. Differences in productive robustness in rabbits selected for reproductive longevity or litter size. *Animal*, 3:637-646.
- Youssef Y.M. 1992. *The productive performance of purebred and crossbred rabbits*. M. Sc. Thesis, Fac. of Agric. at Moshohor, Zagazig Univ., Banha Branch, Egypt.
- Zerrouki N., Lebas F., Berchiche M., Bolet G. 2005. Evaluation of milk production of an Algerian local rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia). *World Rabbit Sci.*, 13:39-47.

Consecuencias de la robustez y de los criterios de eliminación de las conejas sobre la productividad de una granja

Consequences of robustness and culling criteria of rabbit does on productivity of a commercial farm

Arnau-Bonachera A.* , Saviotto D.

Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universitat Politècnica de València, 46022 Valencia, España.

**Dirección de contacto: alarbo@upv.es*

Resumen

En España, dos de cada tres conejas son eliminadas por criterios patológicos o productivos. Sin embargo, faltan estudios que muestren cómo y cuándo eliminar una coneja por criterios productivos para alcanzar un óptimo económico. Con el objetivo de aportar algo más de información acerca de cómo mejorar un criterio de eliminación, se estudió la vida productiva completa de 991 conejas. Se observó una fuerte relación positiva entre el número de partos que realizan las conejas y su productividad, así como, un paralelismo entre la productividad y la eliminación por fertilidad. También se realizaron simulaciones de las consecuencias de utilizar criterios más exigentes. Los resultados sugieren que utilizar criterios muy exigentes, pero dependientes del número de partos, no garantizan mejores resultados.

Palabras clave: Conejas reproductoras, Fertilidad, Criterios de eliminación, Productividad, Robustez.

Abstract

In Spain, two thirds of rabbit females starting their productive life are culled by disease, or low performance. However, there are few studies showing how and when it is worth removing a rabbit doe solely based in its productive performance. In order to generate information on how to improve the culling criteria, the productive lifespan of 991 rabbit females was controlled. A strong positive relationship between the number of parities and females' productive performance was established. Parallelism between productive performance and culling by fertility was also established. Simulations on the consequences of using stringent criteria were also performed. Results suggest that using a very high exigent, but parity-dependent criteria, may not guarantee better results.

Key words: Reproductive does, Fertility, Culling criteria, Productivity, Robustness.

Introducción

En España, dos de cada tres conejas son eliminadas por criterios patológicos o productivos y no son de extrañar tasas mensuales de reposición entre el 7 y el 12 % (Rosell and de la Fuente, 2009). Los productores de conejo eliminan hembras para mejorar la salud y la productividad de su granja, lo que parece razonable y necesario. El principal argumento para mantener altos los niveles de eliminación, es el bajo coste de la reposición en comparación con otros costes de producción (Cartuche et al., 2013). Además, tener una elevada tasa de reposición permite la introducción de mejores animales en la granja, ya que estos provienen de núcleos donde han sido sometidos a un proceso de selección genética. Si el coste de reemplazar una hembra es bajo y los beneficios de eliminar conejas enfermas o poco productivas son altos ¿por qué no ser más exigentes y elevar estas tasas?, ¿por qué no fundamentar el aumento de la productividad en hembras jóvenes de elevado potencial genético? Quizás, existen hembras que merece la pena mantener, independientemente de su edad, en lugar de cambiarlas por hembras jóvenes potencialmente más productivas. Por tanto, si elevadas tasas de reposición parecen ser rentables, pero por otra parte existen hembras que compensa mantener, debería de existir un criterio de elimina-

ción por productividad que contemplase ambos factores. Sin embargo, falta información técnica acerca de cómo y cuándo se debe eliminar una hembra por criterios productivos para alcanzar un óptimo.

El objetivo de este trabajo es aportar algo más de información acerca de las consecuencias que distintos criterios de eliminación por productividad puedan tener sobre la productividad de la granja y cómo debería ser un criterio óptimo.

Material y métodos

Los datos provienen de una granja comercial de 700 conejas en producción en la provincia de Teruel, España, entre los días 31/10/2008 y 25/01/2014. Se han analizado los datos de 991 hembras de las que se tenía su historial productivo completo en formato electrónico, desde su primera inseminación hasta su muerte o eliminación, 333 muertas y 658 eliminadas. Las conejas eran inseminadas en dos bandas a 25 días; los destetes se hacían a 44 días de edad. Las futuras reproductoras comían pienso de gazapos hasta los 3 meses, después, pienso de recría hasta el primer parto, intercalado con pienso de conejas, durante la semana previa a la inseminación (aprox. 4,5 meses). La tasa promedio de palpaciones positivas (a los 13 días) sobre inseminaciones fue del 89,1%, con 10,2 gazapos nacidos vivos/parto, 8,3 gazapos destetados/parto y 2,6% de mortalidad post-destete. Las camadas se igualaban en el momento del parto (primíparas con 8 gazapos y múltiparas con 10 gazapos). La tasa de reposición mensual fue del 12,0%. Se eliminaron conejas por productividad cuando presentaron 3 inseminaciones negativas a lo largo de su vida (ó 2 consecutivas), menos de 21 gazapos nacidos vivos en los tres últimos partos y elevado número de bajas en lactación y post-destete (varios partos con menos de 7 gazapos vendidos). Causas sanitarias de eliminación de hembras fueron las mastitis, el respiratorio y el "mal de patas", entre otras.

Para cada coneja, se calculó el número de gazapos destetados por año (productividad numérica) como el cociente entre el número de destetados totales por coneja y el tiempo que ocupó una jaula de maternidad (desde la primera inseminación, hasta el último destete). Se definió la curva de eliminación por fertilidad, según el número de parto (modelo [1]):

$$f(NP) \leq \frac{NP}{NP + \alpha} \cdot 100 \quad [1]$$

Donde NP es el número de partos, $f(NP)$ es la tasa de partos sobre inseminaciones mínima, en función del número de partos, que debe tener una coneja para permanecer en la granja y α es el número total de inseminaciones negativas permitidas (3).

También se definió la curva de productividad numérica de la coneja. Donde, la productividad en función del número de partos, es igual al su número de partos (NP) multiplicado por la productividad numérica máxima de la granja (65,2 gazapos por hembra y año) partido por su número de partos más un parámetro β , que define el paralelismo entre la curva de eliminación por fertilidad (modelo [1]) y la productividad numérica estimada. Esta curva fue estimada por una regresión no lineal según el método de mínimos cuadrados y se representada en el modelo [2]:

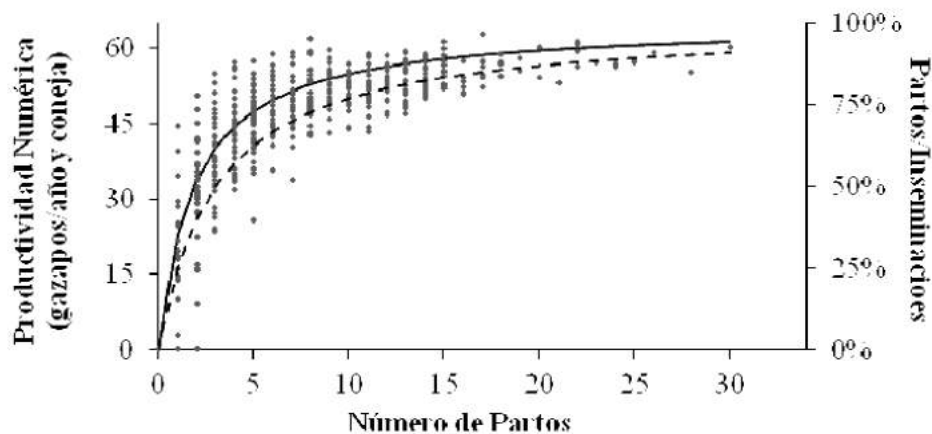
$$Productividad\ Numérica_i = \frac{NP_i \cdot Productividad\ Numérica_{max}}{NP_i + \beta} + e_i \quad [2]$$

Se realizaron simulaciones de criterios de eliminación (F1: fallo a la 1ª inseminación, F10: fallo posterior a la 10ª inseminación, 2FV: dos fallos a lo largo de la vida y 1FV: un solo fallo en la vida). Para ello, se determinó en qué inseminación una coneja cumplía el criterio de eliminación y se suprimieron los datos de las inseminaciones posteriores. Para comparar el efecto de los distintos criterios sobre el número de partos promedio y la productividad media de las conejas, se utilizó el procedimiento GLM (SAS Institute, Cary, NC), con la variable criterio como efecto fijo. Para estudiar la tasa de partos sobre inseminaciones, el número de nacidos vivos por parto, el número de destetados por parto (utilizando los valores medios de cada coneja) y la productividad de la granja, se añadió al procedimiento anterior una variable de ponderación, en función del número de partos de cada animal.

Resultados y discusión

En la Figura 1 se representa la productividad numérica individual (puntos) solamente de hembras eliminadas y las curvas de productividad (línea continua) y de eliminación por fertilidad (línea discontinua), en función del número de partos. Hay una relación positiva, no lineal, entre el número de partos y la productividad numérica (modelo [2]: $\beta = 1,86$ y $R^2 = 0,67$). Además, existe gran similitud entre las curvas de productividad y de eliminación por fertilidad; de hecho, las diferencias entre las curvas se deben a las hembras eliminadas por enfermedad o por otros criterios productivos no asociados a la fertilidad. En el caso de que además de las eliminada, se hubiera tenido en cuenta las hembras muertas, se observaría la misma tendencia, con una curva de productividad numérica similar (modelo [2]: $\beta = 2,11$ y $R^2 = 0,72$). Esto indica que

Figura 1. Productividad numérica individual de conejas eliminadas en función del número de partos, 658 conejas (puntos, eje izquierdo). Regresión no lineal ajustada a la productividad numérica individual según el modelo [2] (línea continua). Curva de eliminación por fertilidad según modelo [1] (línea discontinua, eje derecho).



una hembra con 15 partos debe tener una PN media de 56 gazapos/año y una fertilidad mínima del 84% para mantenerse en esta granja, en la que la productividad numérica máxima es de 65,2 gazapos/año. Tal vez, queriendo evitar hembras 'viejas' que se encuentren en el final de su vida reproductiva (senescencia), los criterios se vuelven más exigentes que los observados en hembras de menos partos. La consecuencia de este tipo de criterios es que solo las hembras excelentes y robustas, que son capaces de ser muy productivas en todo momento, sobreviven más de 15 partos.

De forma análoga, González-Redondo et al. (2013), utilizando un sistema productivo semi-intensivo y criterios de eliminación diferentes, observaron una relación positiva entre la productividad numérica y la edad de las conejas en una granja de Viterbo, Italia. Sin embargo, en granjas donde las hembras no son eliminadas por productividad (núcleos de mejora), la relación entre productividad y vida productiva es muy baja. Se ha descrito que únicamente hembras muy poco productivas (menos de 3 nacidos vivos) o infértiles son las que dejan la granja a edades tempranas (Sánchez et al., 2004). A partir de una productividad razonable, no se ha descrito ninguna relación entre la productividad (tamaño de camada) y el número de partos que vive la coneja (Sánchez et al., 2006). Es decir, la correlación positiva entre la productividad y el número de partos observada en la granja de Teruel parece estar condicionada a los criterios de eliminación por productividad adoptados.

Los resultados indicarían que, en esta granja, el principal parámetro de eliminación es la fertilidad y que modificar la curva de eliminación por fertilidad podría repercutir sobre la curva de productividad numérica y por consiguiente sobre la productividad de la granja (Tabla 1). De hecho, se puede observar que la adopción de criterios de eliminación más exigentes, buscando el aumento de la fertilidad, pero dependientes de la edad, afectaría negativamente a la supervivencia de los gazapos lactantes y a la productividad global de la granja. El criterio 'actual' presentó los mejores resultados de productividad, por lo que se podría considerar un buen criterio. La simulación pretende mostrar como la utilización de criterios más exigentes, pero dependientes de la edad, no garantiza mejores resultados (en este caso lo único que consigue con 1FV es obtener fertilidad a costa de una caída de la supervivencia en lactación). Por otra parte, teniendo en cuenta que un criterio de eliminación por productividad debería buscar eliminar las peores conejas y que solo sobreviven las mejores, sería de esperar que un criterio menos dependiente del número de partos y capaz de detectar adecuadamente la senescencia, aumentara la productividad de la granja. Otra característica de un criterio más optimizado, sería considerar un parámetro más global y objetivo que tuviera en cuenta el manejo reproductivo y simultáneamente el efecto de la fertilidad, prolificidad, habilidad materna y supervivencia de los gazapos destetados.

Un posible criterio que tuviera en cuenta no solo los parámetros productivos, pero que además fuera capaz de considerar el progreso genético y de detectar la bajada de productividad debido a la senescencia, independientemente del sistema productivo, podría ser el número de gazapos vendidos por coneja y año en los tres últimos partos. La estrategia sería la siguiente: en una granja donde el promedio de gazapos vendidos por coneja y año sea de 50 y la media de sus conejas sea de 40, una hembra con un histórico productivo de 55 gazapos vendidos/año no debería de ser eliminada hasta que la productividad media de los tres últimos partos fuera inferior a 40 más un factor del progreso genético esperado. De esta forma, se identificaría cuando compensaría eliminar una hembra, puesto que es de esperar que las conejas de reposición

Tabla 1. Consecuencias del criterio actual de eliminación y de la simulación de otros criterios más exigentes (F1, F10, 2FV, 1FV) sobre distintos parámetros zootécnicos

Parámetros zootécnicos	Criterio eliminación ¹				
	Actual	F1	F10	2FV	1FV
Partos sobre inseminaciones (%)	84,5 ^a	84,9 ^{ab}	84,7 ^a	85,2 ^{ab}	86,3 ^b
Nacidos vivos por parto (n)	10,17	10,17	10,21	10,19	10,15
Destetados por parto a 44 días (n)	8,53 ^b	8,54 ^b	8,53 ^b	8,49 ^b	8,33 ^a
Número de partos (n)	5,72 ^d	5,24 ^{bc}	5,51 ^{cd}	5,05 ^b	3,6 ^a
Productividad media conejas (gazapos/año)	39,5 ^c	36,2 ^b	39,5 ^c	38,3 ^c	33,2 ^a
Productividad granja (gazapos/año)	48,5 ^b	48,4 ^b	48,4 ^b	48,1 ^b	46,5 ^a

¹Hembras eliminadas con 3 inseminaciones negativas (actual), con un fallo a la 1ª inseminación (F1), fallo posterior a la 10ª inseminación (F10), dos fallos en la vida (2FV) o un solo fallo (1FV). ^{a-d} Promedios con superíndices diferentes dentro de la misma fila difieren significativamente (P<0,05).

(material genético actual) tengan una productividad igual al promedio actual de las conejas más el factor de progreso genético.

Agradecimientos

Expresamos nuestro reconocimiento a David Navarrete por permitirnos estudiar los datos de su granja, a Joan Rosell (Cunivetservice, Tarragona) y a los demás miembros de la Unidad de Alimentación Animal de la Universitat Politècnica de València por revisar el manuscrito.

Bibliografía

- Cartuche L., Pascual M., Gómez E.A., Blasco A. 2013. Estimación de pesos económicos en un sistema de producción de conejos de carne. In: XXXVIII Symposium de Cunicultura de Asescu. Zamora, Spain, pp. 8-11.
- González-Redondo P., Crosta M., Finzi A. 2013. Evaluación de la eficiencia de la explotación mediante un índice de productividad de las conejas. In: XXXVIII Symposium de Cunicultura de Asescu. Zamora, Spain, pp. 103-107.
- Rosell J.M., de la Fuente L.F. 2009. Culling and mortality in breeding rabbits. *Prev. Vet. Med.*, 88:120-127.
- Sánchez J.P., Baselga M., Ducrocq V. 2006. Genetic and environmental correlations between longevity and litter size in rabbits. *J. Anim. Breed. Genet.*, 123:180-185.
- Sánchez J.P., Baselga M., Peiró R., Silvestre M.A. 2004. Analysis of factors influencing longevity of rabbit does. *Livest. Prod. Sci.*, 90:227-234.

Rendimientos de conejos en cebo en jaulas enriquecidas

Performances of growing rabbits in enriched cages

Pinheiro V.^{1,2*}, Soares S.¹, Outor-Monteiro D.¹, Mourão J.L.^{1,2}, Silva S.^{1,2}

¹Departamento de Zootecnia.; ²CECAV, Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, PO Box 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal.

*Dirección de contacto: vpinheir@utad.pt

Resumen

El objetivo de este estudio fue el de evaluar el efecto del enriquecimiento las jaulas en el rendimiento en conejos de engorde. El enriquecimiento de las jaulas se llevó a cabo mediante la colocación de latas de refresco y piezas de madera. Se utilizaron 180 conejos híbridos (Nueva Zelanda × California), de ambos sexos, que fueron controlados desde los 35 días (destete) hasta los 70 días (edad de sacrificio). Los animales y los alimentos se pesaron semanalmente y se determinó la ganancia diaria de peso, el consumo promedio diario de alimento y la eficiencia alimenticia. Solo se han observado diferencias significativas en la ganancia media diaria de peso de los conejos entre los 49 y 63 días, y hemos obtenido mejores resultados para los animales sin enriquecimiento ambiental. En el peso vivo final, ingesta media diaria y eficiencia alimenticia no hubo diferencias significativas detectadas. Bajo las condiciones de este estudio, el enriquecimiento ambiental no mejora los rendimientos de los conejos.

Palabra clave: Conejos, enriquecimiento ambiental, crecimiento, rendimiento.

Abstract

The aim of this work was to study the productive performances of growing rabbits subjected to cage enrichment. Rabbit growth comparisons between control and enriched cages was done. 180 rabbits (New Zealand × Californian), of both sexes, which were controlled from day 35 (weaning) to day 70 (slaughter age) were used. Significant differences were observed in average daily gain of rabbits aged between 49 and 63 days, in which we obtained better results than for the animals with enriched environment. For live weight, average daily intake and feed efficiency no significant differences were observed. The environmental enrichment did not improve the growing performance of rabbits.

Key words: Environmental enrichment, rabbits, growth performances.

Introdução

Ao longo dos últimos anos, em especial na União Europeia (UE), tem havido uma preocupação crescente com o bem-estar de animais criados em condições intensivas. No caso das cuniculturas tem sido dada particular atenção às condições de alojamento (Pinheiro e Mourão, 2007). O coelho como animal utilizado na produção, tem sido, ao longo dos anos, exposto a sistemas cada vez mais intensivos. Nestes sistemas os coelhos são normalmente alojados em jaulas de rede metálica sem qualquer tipo de estímulo no seu ambiente (Hansen & Berthelsen, 1990). Este tipo de alojamento impede os coelhos de manifestarem alguns dos seus comportamentos naturais, como alimentar-se com forragem, escavar (Podberscek et al., 1991), a sua exposição a variações de odores, texturas e dietas (Gunn e Morton, 1995). Esta limitação na realização do repertório de comportamentos pode levar a que os animais manifestem comportamentos anormais, como mastigar pêlo, roer e arranhar a jaula (Gunn e Morton, 1995). Esta limitação no comportamento dos coelhos pode comprometer o seu potencial de crescimento. A interação entre fatores genéticos, nutricionais e principalmente ambientais é fundamental na determinação de uma eficiente produção de coelhos (Siloto et al., 2009).

O enriquecimento ambiental é definido por Newberry (1995) como “uma melhoria no funcionamento biológico de animais em cativeiro resultantes das alterações ao seu ambiente”. O enriquecimento ambiental serve para aumentar os padrões normais de comportamento (Poggiagliolmi et al., 2011), aumentar a diversidade comportamental e aumentar a utilização positiva do ambiente. O enriquecimento ambiental pode ser obtido através da disponibilização de feno, palha, paus e ramos com folhas (Lidfords, 1997).

Este trabalho realizou-se com o fim de estudar o efeito do enriquecimento ambiental das jaulas nas performances dos coelhos em crescimento. Foram colocadas latas de refrigerante e pequenos paus de madeira nas jaulas como elementos de enriquecimento.

Material e métodos

Animais e dietas

O presente ensaio foi realizado nas instalações da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) em Vila Real, Portugal, no período compreendido entre Novembro e Dezembro de 2013. Os animais foram manuseados segundo os princípios de bem-estar animal (Portaria nº 1005/92, 214/08, 635/09).

Foram utilizados 180 coelhos (Neozelandês × Californiano), de ambos os sexos, que foram controlados desde os 35 dias (desmame) até aos 70 dias (idade de abate). Os animais foram alojados num pavilhão, em jaulas de arame e receberam 12 horas de luz por dia (08h00 às 20h00).

Durante todo o ensaio, os coelhos foram alimentados *ad libitum* e com acesso permanente à água de abeberamento. Entre os 35 dias (desmame) e os 62 dias de idade os coelhos em engorda foram alimentados com um alimento suplementado com substâncias medicamentosas (alimento completo medicamentoso). Entre os 62 dias e os 70 dias (abate) foi fornecido aos coelhos um alimento isento de antibióticos e coccidiostáticos (alimento de retirada).

Delineamento experimental

Neste ensaio foram utilizadas 80 jaulas em que o enriquecimento das jaulas foi feito com latas de refrigerantes e pequenos pedaços de madeira. No início do ensaio os coelhos foram identificados com brincos de forma a poder acompanhar a evolução do seu peso vivo individual. Os animais foram distribuídos de forma aleatória pelos tratamentos e alojados nas jaulas. Cada jaula grande estava equipada com dois bebedouros e com um comedouro de chapa galvanizada e as jaulas pequenas apenas tinham um bebedouro e um comedouro de chapa galvanizada. Foram realizadas pesagens semanais para controlo do peso dos animais e do alimento ingerido.

Determinações

Foram realizadas pesagens semanais dos animais e do alimento e calculado o ganho médio diário (GMD), a ingestão média diária de alimento (IMD) e a eficiência alimentar (EA), pelo quociente entre o GMD e IMD. Diariamente foi avaliado visualmente o estado geral dos animais e registada a mortalidade.

Tratamento estatístico

Foi realizada uma análise de variância (GLM) sendo o tratamento (enriquecimento da jaula) o fator de variação. Na comparação múltipla de médias foi realizado o teste *Tukey*. O tratamento dos dados foi realizado utilizando o programa JMP 5.01. (SAS, 2002).

Resultados e discussão

Na tabela 1 podemos observar a evolução do peso vivo (PV) dos animais. O peso inicial (ao desmame) e os pesos ao longo do período da engorda não mostraram, neste estudo, diferenças significativas entre os animais contidos em jaulas enriquecidas ou jaulas convencionais. Num estudo anterior (Prinz et al., 2009), realizado com um número aproximadamente idêntico de animais (n=176), verificaram que também não houve diferenças significativas no peso vivo entre os animais das jaulas com e sem objetos.

Neste ensaio verificou-se que apenas houve diferenças significativas entre os 49 e 56 dias (p=0,014) e entre os 56 e 63 dias de idade (p=0,031). No período 49-56 dias verificou-se um aumento de 4,2 pontos percentuais no GMD nos animais

Tabela 1. Peso vivo (PV) e ganho médio diário (GMD) de coelhos em crescimento alojados ou não em jaulas enriquecidas.

Peso Vivo (g)	Enriquecimento da jaula		EMP ¹	P ²
	Sem objetos	Com objetos		
35 dias	944,6	930,4	20,18	ns
42 dias	1180,5	1175,7	22,79	ns
49 dias	1501,9	1497,7	27,61	ns
56 dias	1837,7	1782,7	30,15	ns
63 dias	2173,3	2099,3	31,54	ns
70 dias	2484,4	2414,9	35,11	ns
GMD (g)				
35-42 dias	35,0	36,3	0,78	ns
42-49 dias	47,8	47,5	1,07	ns
49-56 dias	46,5	42,3	0,87	*
56-63 dias	48,2	44,4	0,89	*
63-70 dias	44,4	45,1	1,17	ns
Total (35-70 dias)	44,4	43,1	0,55	ns

¹ EMP: Erro padrão da média.

² Valor de significância; * p<0,05

Tabela 2. Ingestão média diária de alimento (IMD) e eficiência alimentar (EA) de coelhos submetidos ou não ao enriquecimento da jaula.

IMD (g/d)	Enriquecimento da jaula		EMP ¹	P ²
	Sem objetos	Com objetos		
35-42 dias	86,4	87,4	1,89	ns
42-49 dias	140,8	144,1	2,98	ns
49-56 dias	206,2	193,0	4,54	ns
56-63 dias	204,2	193,7	3,74	ns
63-70 dias	194,8	189,7	3,18	ns
Total (36-70 dias)	166,5	161,6	2,62	ns
Eficiência Alimentar				
35-42 dias	0,41	0,43	0,011	ns
42-49 dias	0,34	0,34	0,007	ns
49-56 dias	0,23	0,22	0,005	ns
56-63 dias	0,24	0,23	0,005	ns
63-70 dias	0,23	0,24	0,006	ns
Total (35-70 dias)	0,27	0,27	0,004	ns

¹ EMP: Erro padrão da média.

² Valor de P.

das jaulas sem objetos. Entre os 56-63 dias verificou-se um aumento de 3,8 pontos percentuais para os mesmos animais. Nestes períodos verificou-se que o ganho médio diário foi mais elevado para os animais que não tinham qualquer tipo de enriquecimento ambiental, mas o GMD entre os 35 e os 70 dias não diferiu com os tratamentos. No mesmo sentido destes resultados, num trabalho anterior (Jordan et al., 2004), realizado apenas com jaulas individuais verificaram uma diminuição do GMD nas jaulas enriquecidas quando comparadas com as jaulas sem enriquecimento.

Na tabela 2 estão representados os valores da ingestão média diária e da eficiência alimentar. Durante toda a fase de crescimento não se verificaram diferenças significativas entre tratamentos para estas duas determinações. Também Princz et al. (2009) não observaram diferenças significativas nestas duas determinações, quando avaliaram o efeito de jaulas enriquecidas.

Conclusão

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, o enriquecimento do ambiente não mostrou ter vantagens em termos de crescimento, ingestão e eficiência alimentar dos coelhos. Importa por isso perceber em trabalhos posteriores se há efeito no bem-estar dos animais, já que para a mesma resposta produtiva eventuais benefícios no bem-estar dos animais poderá ser um aspeto a considerar para o bem estar dos coelhos.

Agradecimientos

A realização deste trabalho foi apoiada pelo projeto de investigação estratégico PEst-OE/AGR/UI0772/2014 financiado, pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT).

Bibliografía

Gunn D., Morton D. 1995. Inventory of the behavior of New Zealand White rabbits in laboratory cages. *Applied Animal Behaviour Science*, 45:277-292.

Hansen L., Berthelsen H. 1990. The effect of environmental enrichment on the behaviour of caged rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Applied Animal Behaviour Science*, 68:163-178.

Jordan D., Varga A., Kermauner A., Gorjanc G., Stuhec I. 2004. The influence of environmental enrichment with different kind of wood on some behavioural and fattening traits of rabbits housed in individual wire cages. *Proc. 12th International Symposium: Animal Science Days: Animal Production According to Ecological, Ethological and Ethical Norms Bled (Slovenia)*, pp. 73-79.

Lidfords L. 1997. Behavioural effects of environmental enrichment for individually caged rabbits. *Applied Animal Behaviour Science*, 52:157-169.

Newberry R. 1995. Environmental enrichment: Increasing the biological relevance of captive environments. *Applied Animal Behaviour Science*, 44:229-243.

Pinheiro V., Mourão J. 2007. Alternative production systems for rabbits fattening. *II Congresso Ibérico de Cunicultura. Vila Real, Portugal*, pp. 152-162.

Podberscek A., Blackshaw J., Beattie A. 1991. The behaviour of group penned and individual caged laboratory rabbits. *Applied Animal Behaviour Science*, 28:353-363.

Poggiagliolmi S., Crowell-Davis S., Alworth L., Harvey S. 2011. Environmental enrichment of New Zealand White rabbits living in laboratory cages. *Journal of Veterinary Behavior*, 6:343-350.

Princz Z., Dalle Zotte A., Metzger S., Radnai I., Biró-Németh E., Orova Z., Szendro Z. 2009. Response of fattening rabbits reared under different housing conditions. 1. Live performance and health status. *Livestock Science*, 121:86-91.

SAS Institute Inc., 2002. JMP, Release 5.0.1. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Siloto E., Zeferino C., Moura A., Fernandes S., Sartori J., Siqueira E. 2009. Temperature and environmental enrichment on the welfare of growing rabbits. *Ciência Rural*, 39:528-533.

Utilização de imagens termográficas para avaliar a temperatura de gazapos em nidales con diferente material

Utilização de imagens termográficas por infravermelhos para avaliar a temperatura de láparos em ninhos com diferente material
Using infrared-thermograph imaging to evaluate the temperature of rabbit nests with different material

Silva S.^{1,2}, Mourão J.L.^{1,2}, Ribeiro L.³, Gonçalves C.¹, Pinheiro V.^{1,2*}

¹ Departamento de Zootecnia; ² CECAV; - Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, PO Box 1013, 5001 801 Vila Real, Portugal.

³ Estirpe d'honra - Cunicultura industrial, Bragança, Portugal.

*Dirección de contacto: vpinheir@utad.pt

Resumen

En este trabajo se utilizaron imágenes termográficas de infrarrojos (IRT) para evaluar la temperatura de los nidales de gazapos con viruta de madera y paja. Imágenes IRT se obtuvieron en 80 nidos y 66 nidos con virutas con paja. En cada imagen las determinaciones de la temperatura se realizaron en 54 puntos para obtener información de las temperaturas mínima, máxima, medias, central y periférica. No hubo diferencias ($p > 0,05$) en las temperaturas periféricas y mínimas entre los dos tipos de material del nidal. En los nidales con virutas, la temperatura máxima, central y media fue mayor ($p < 0,05$), que en los nidales con paja. La técnica de IRT muestra potencial para evaluar la temperatura de los nidales de conejos jóvenes.

Palabras clave: Imágenes termográficas; nidales, temperatura; viruta, paja.

Abstract

In this study infrared-thermograph (IRT) images were used to assess the nest temperature of young rabbits. It was compared nest with wood chips and straw. IRT images were obtained in 80 nests and 66 nests with wood chips and straw, respectively. In each image temperature determinations were performed in 54 points. It was obtained information for minimum, maximum, mean, central and peripheral nest temperatures. There was no difference ($p > 0.05$) in peripheral and minimum temperatures between both types of nest material. However, for nests with wood chips the maximum, average and central temperature were higher ($p < 0.05$) than the temperature observed in straw nests. The IRT technique shows potential to evaluate the temperature of the nests of young rabbits and the wood chips allow warm nests.

Key words: Infrared thermograph images; nests of young rabbits; wood shavings and straw.

Introdução

Na produção de coelhos há uma crescente preocupação com o bem-estar e conforto dos animais (Coureaud et al., 2008). A condição do ninho representa um aspeto decisivo para a redução da mortalidade e da melhoria do crescimento dos láparos (Hamilton et al., 1997; Bautista et al., 2003). Nos láparos, em especial nas primeiras 12 horas de vida, o conforto térmico é um fator chave para essa sobrevivência (Gualterio et al., 1988; Nowak et al., 2000). As coelhas apresentam um comportamento de construção de ninho pelo que a colocação de um material (ex. palha) à sua disposição é uma prática para melhorar as condições de conforto do ninho. Existem diversos tipos de materiais que podem ser disponibilizados à coelha para a elaboração do ninho e para se compreender qual o material mais adequado e que efeito tem no conforto do ninho é necessária a avaliação da sua temperatura (Rodel et al., 2008). A utilização de imagens termográficas por infravermelhos (IRT) tem sido utilizada em vários trabalhos que examinam

diversos aspectos relacionados com a temperatura dos animais (Stewart et al., 2005; McCafferty, 2007). Dada a natureza não invasiva da IRT esta técnica é muito adequada à aplicação em trabalhos de comportamento e bem estar dos animais (Stewart et al., 2005). É por isso objetivo deste trabalho avaliar a temperatura dos ninhos com aparas de madeira e com palha utilizando imagens obtidas por IRT.

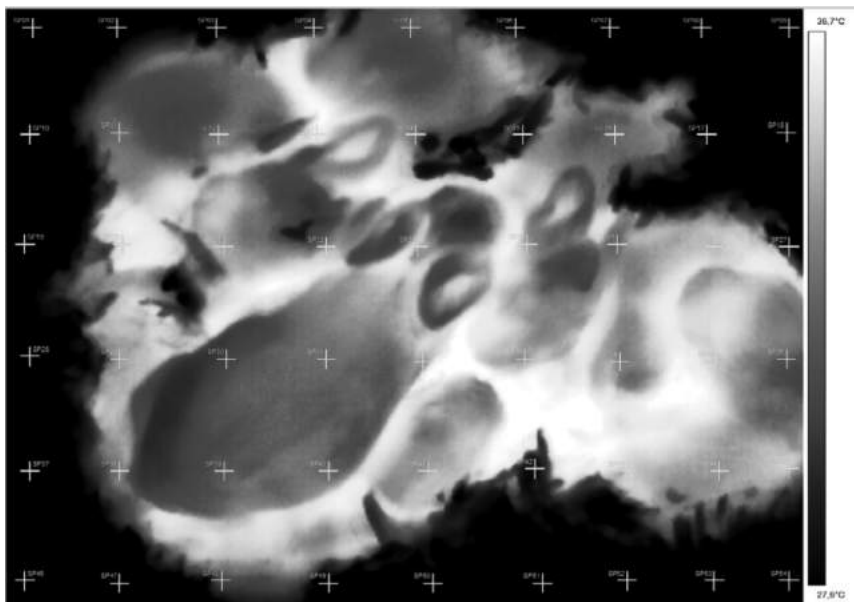
Material e métodos

Este estudo realizou-se numa exploração comercial (Estirpe d'honra) com 420 ninhos e com manejo habitual de uma exploração comercial em banda única de 42 dias. Foram feitas imagens termográficas de 148 ninhos quando os láparos tinham 7 dias de idade. Para a confecção dos ninhos foi disponibilizada coelhas dois materiais; em cerca de metade dos ninhos foram colocadas aparas de madeira tratadas e nos restantes palha cortada com cerca de 10 cm. Após o parto todos os ninhos foram tratados com desinfetantes habitualmente usados no manejo da exploração.

Para obtenção das imagens de IRT foi utilizada uma câmara termográfica FLIR (FLIR Systems, Portland,OR,USA). A câmara foi montada num tripé para assegurar que todas as imagens foram obtidas à mesma distância. As imagens capturadas foram analisadas com recurso ao programa de análise de imagens termográficas (Therma Cam Researcher Professional 2.9). Em cada imagem foram definidos 54 pontos (9×6) para leitura da temperatura (Figura 1). Esta matriz de pontos foi aplicada a todas as imagens e obtidas as temperaturas máxima, mínima e média, a diferença entre a máxima e a mínima, a temperatura central, a temperatura periférica e a diferença ente a temperatura central e a temperatura periférica. Para a temperatura periférica foram considerados 8 pontos periféricos da imagem com temperatura mais baixa e para a temperatura central foram considerados os 10 pontos centrais da imagem.

Para a análise estatística foi realizada uma ANOVA em que se estudou o efeito material do ninho como efeito. A comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey. O tratamento dos dados foi realizado utilizando o programa JMP 5.01. (SAS, 2002).

Figura 1. Imagem termografia e locais onde se efetuaram as medições de temperatura nos ninhos.



Resultados e discussão

Os valores de temperatura dos ninhos com aparas e com palha apresentam-se na tabela 1. Verifica-se que não houve diferenças ($p > 0,05$) entre os ninhos com aparas e palha para as temperaturas mínima, periférica e para a diferença entre a central e periférica. Estes resultados são esperados uma vez que refletem a temperatura do ambiente e esta é uniforme dentro do pavilhão. Relativamente à temperatura máxima, média e central os ninhos com aparas mostram valores mais elevados (média: $p < 0,05$; máxima e central: $p < 0,01$) que os ninhos com palha.

Tabela 1. Valores de temperatura (°C) do ninho de acordo com o seu material.

	Material do ninho		EPM ¹	P ²
	Aparas	Palha		
Mínima	18,1	18,0	0,09	ns
Máxima	37,5	36,8	0,07	**
Máxima-mínima	19,4	18,9	0,07	**
Média	28,2	27,3	0,17	*
Periférica	20,8	20,6	0,14	ns
Central	34,0	33,3	0,07	**
Central-periférica	13,1	12,7	0,14	ns

¹EPM: Erro padrão da média. ²P: significância. n.s.: não significativo; *: p< 0,05; **: p<0,01

A temperatura e material do ninho estão relacionados com o conforto dos láparas. Este aspeto foi discutido em diversos trabalhos (Hudson e Distel, 1982; Hamilton et al., 1997; Marai e Rashwan, 2004) que sugerem a temperatura como um indicador de bem-estar. No presente trabalho a utilização da IRT permitiu identificar uma temperatura na periferia do ninho de 21 °C valor que está dentro da temperatura ambiente recomendada para uma maternidade (Verga et al., 2007). O valor da temperatura central do ninho com aparas de madeira (34 °C) aproxima-se mais sua zona de neutralidade térmica (35 °C) conforme apontado por Bautista et al. (2003) o que pode sugerir maior conforto.

Com este trabalho pode-se concluir que a técnica de IRT apresenta potencial para monitorizar a temperatura dos ninhos e que representa uma ferramenta útil e versátil para avaliar diferenças entre ninhos com diferentes materiais. Em trabalhos posteriores deve ser considerada a possibilidade de testar outros materiais e de monitorizar as variações de temperatura dos ninhos ao longo do tempo.

Agradecimentos

A realização deste trabalho foi apoiada pelo projecto de investigação estratégico PEst-OE/AGR/UI0772/2014 financiado, pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT).

Bibliografia

- Bautista A., Drummond H., Martina-Gomez M., Hudson R. 2003. Thermal benefit of sibling presence in the newborn rabbit. *Development Psychobiology*, 43:208-215.
- Coureaud G., Fortun-Lamothe L., Rödel H.G., Monclús R., Schaal B. 2008. Development of social and feeding behaviour in young rabbits. *Proc. of the 9th World Rabbit Congress, Verona, Italy*, pp. 317-338.
- Gualterio L., Valentini A., Bagliacca M. 1988. Effect of season and of parturition order on mortality rate at birth and in the nest. *Proc. of the 4th World Rabbit Congress, Budapest, Hungary*, pp. 182-188.
- Hamilton H.H., Lukefahr S.D., McNitt J.I. 1997. Maternal nest quality and its influence on litter survival and weaning performance in commercial rabbits. *Journal of Animal Science*, 75:926-933.
- Hudson R., Distel H. 1982. The pattern of nest building behaviour of rabbit pups. *Behaviour*, 79:255-271.
- Marai I., Rashwan A. 2004. Rabbits behavioural response to climatic and managerial conditions - a review. *Arch. Tierz. Dummerstorf*, 47:469-482.
- McCafferty D. 2007. The value of infrared thermography for research on mammals: previous applications and future directions. *Mammal Reviews*, 37:207-223.
- Nowak R., Porter R., Lévy F., Orgeur P., Schaal B. 2000. Role of mother-young interactions in the survival of offspring in domestic mammals. *Reviews of Reproduction*, 5:153-163.

Rödel H, Hudson R., von Holst D. 2008. Optimal litter size for individual growth of European rabbit pups depends on their thermal environment. *Oecologia*, 155:677-689.

SAS Institute Inc., 2002. JMP, Release 5.0.1. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Stewart M., Webster J., Schaefer A., Cook N., Scott S. 2005. Infrared thermography as a non-invasive tool to study animal welfare. *Animal Welfare*, 14:319-325.

Verga M., Luzi F., Carezzi C. 2007. Effects of husbandry and management systems on physiology and behaviour of farmed and laboratory rabbits. *Hormone Behaviour*, 52:22-129.

Recuperação de peso durante a lactância de coelhas com distintas idades

Recuperação do peso vivo de coelhas de diferentes idades durante a lactação
Body weight gain on rabbit does of different ages during lactation period

Martins A.¹, Lima F.³, Ribeiro L.³, Outor Monteiro D.¹, Pinheiro V.^{1,2*}

¹ Departamento de Zootecnia; ² CECAV; - Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, PO Box 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal.

³ Estirpe d'honra – Cunicultura industrial, Bragança, Portugal.

*Dirección de contacto: vpinheir@utad.pt

Resumen

En este estudio se averiguó la variación de peso vivo de 205 conejas en lactancia, de acuerdo con su edad. Las conejas se dividieron en tres grupos: jóvenes (74) con edad hasta 8 meses, adultas (96) con edad entre 9 e 16 meses y viejas (35) con edad superior a 17 meses. Se pesaron a los 2, 7 y 32 días de lactancia y se estudió la varianza de peso vivo y la ganancia de peso. El peso corporal promedio fue significativamente influenciado por la edad de las conejas en todas las fechas. A los días 2 y 7 de lactación, el peso de las conejas jóvenes (4142 y 4364g) fue en media 300g inferior al de las conejas adultas y viejas, que no difirieron entre sí. Al destete, sólo se ha encontrado diferencia significativa entre el peso corporal medio de las jóvenes y de las adultas (4539 vs. 4827g). Para la ganancia media diaria de peso no se han observado diferencias significativas entre los grupos.

Palabras clave: Conejas, lactancia, peso vivo.

Abstract

In this study 205 rabbit does were used in order to determine the change in body weight during lactation according to their age. The rabbit does were divided into three groups: young (74) with up to 8 months old, adults (96) aged between 9 and 16 months and older (35) with more than 17 months of age. Were weighed at 2, 7 and 32 days of lactation and body weight variance and weight gain were studied. The average body weight is significantly influenced by the age of the does all dates weighing. On days 2 and 7 of lactation, the weight of young does (4142 and 4364g) was on average less than 300 g of the adult and old does, which not differ from between them. At weaning only significant difference was found between the mean body weight of young and adult does (4539 vs 4827g). For the average daily gain no significant differences were observed between groups.

Key words: Rabbit does, lactation, body weight gain.

Introdução

Na idade reprodutiva, a fisiologia das coelhas além de dar prioridade para a lactação, ainda lhe permite ficar gestante (Feugier e Fortun-Lamonthe, 2006). A aplicação de novas metodologias de caracterização do estado corporal da coelha, permitiu um melhor conhecimento da sua evolução ao longo do ciclo reprodutivo e da vida produtiva, dos momentos críticos, das diferenças na gestão de reservas corporais em função da genética ou da idade da coelha e do possível efeito do estado corporal na reprodução e na longevidade produtiva (Pascual, 2005). O intervalo parto-cobrição é crucial para o desempenho reprodutivo ideal de uma espécie, sendo que na cunicultura atual, o ritmo mais utilizado é o semi-intensivo, ou seja cobrição (inseminação) 11 a 12 dias pós-parto (Marongiu e Dimauro, 2013). Este trabalho teve como objetivo principal analisar a recuperação do peso corporal de coelhas com diferentes idades durante a lactação e o seu ganho médio diário.

Material e métodos

Este estudo realizou-se numa exploração comercial (Estirpe d'honra) com 420 ninhos e com manejo habitual de uma exploração comercial em banda única de 42 dias. Foi feito o controlo do peso vivo, por pesagem, em cerca de metade do efetivo reprodutor (205 fêmeas), que estiveram durante todo o ciclo com os láparos. As três pesagens das coelhas foram efetuadas nas seguintes datas: dia seguinte ao parto (D2), 7 dias após o parto (D7) e ao desmame dos láparos (32 dias após o parto; D32). Na análise dos resultados foram consideradas três classes etárias: jovens, adultas e velhas (tabela 1). Foi ainda verificado o estado fisiológico das coelhas aos 23 dias de lactação (tabela 2) e na edição dos resultados só foram consideradas as fêmeas positivas. O ficheiro final apresentou 158 fêmeas (56 jovens, 73 adultas e 29 jovens). A análise estatística foi efetuada recorrendo ao programa JMP, versão 5.0.1 (SAS Institute Inc., 2002). Foi efetuada uma estatística descritiva e uma análise de variância simples entre a classe etária e os pesos corporais. Procedeu-se posteriormente ao teste de comparação de médias dos pesos corporais médios pelo método HSD de Tukey-Kramer.

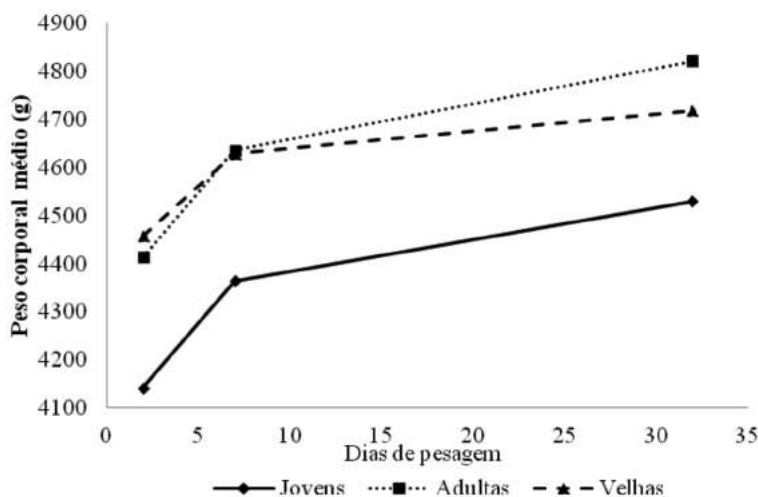
Tabela 1. Número de fêmeas por classe etária e respetivo intervalo de idade.

Classe etária	N	Idade (meses)			
		Mínima	Máxima	Média	Desvio Padrão
Jovens	74	6	8	7	0,7
Adultas	96	9	16	11	1,9
Velhas	35	17	30	20	3,2
Total	205				

Tabela 2. Número de fêmeas por classe etária e estado fisiológico.

Classe etária	Estado fisiológico	N	%
Jovens	Negativas e não inseminadas	12	16,2
	Positivas	56	75,7
	Refugadas	6	8,1
Adultas	Negativas	16	16,7
	Positivas	73	76,0
	Refugadas	7	7,3
Velhas	Negativas	2	5,7
	Positivas	29	82,9
	Refugadas	4	11,4

Figura 1. Peso corporal médio por classe etária.



Resultados e discussão

Na figura 1 podemos observar que as fêmeas da classe jovem apresentavam, ao longo de toda a lactação, menor peso corporal médio do que as coelhas das outras classes, o que está de acordo com outros autores (Rebollar et al., 2009). Na primeira lactação onde se incluem as coelhas da classe etária jovem (idade inferior a 8 meses), ainda não atingiram o peso vivo adulto e estes animais também não têm a mesma capacidade de ingestão de alimento, que as fêmeas das outras classes etárias, para cobrir as suas necessidades energéticas, o que faz com que elas mobilizem parte das suas reservas corporais. Quevedo e colaboradores (2006) verificaram que em coelhas múltiparas (onde se incluem as adultas e velhas) existiu um aumento das reservas corporais durante os primeiros 11 dias de lactação.

Na tabela 3 estão apresentados os resultados da análise estatística para o peso corporal médio e o ganho médio diário total por classe etária. A classe etária influenciou significativamente ($P < 0,0001$) o peso corporal médio das coelhas. Nas pesagens no dia seguinte ao parto (D2) e 7 dias após (D7) o peso corporal médio das coelhas jovens foi significativamente inferior (cerca de 300g) ao das coelhas adultas e das velhas.

Tabela 3. Peso vivo médio e ganho médio diário total (GMD) por classe etária.

	Classe etária			DPM ¹	P ²
	Jovens	Adultas	Velhas		
N	56	73	29		
Peso vivo (g)					
Dia 2	4142 ^b	4413 ^a	4458 ^a	389	***
Dia 7	4364 ^b	4636 ^a	4629 ^a	385	***
Dia 32	4530 ^b	4827 ^a	4719 ^{ab}	408	***
GMD (2-32), g/dia	12,5	13,2	8,4	11,7	ns

¹ desvio padrão médio

² significância, * $P < 0,0001$; ^{ab} Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas

Em relação ao peso corporal médio no dia do desmame (D32) só existiu diferença significativa entre o peso corporal médio das jovens e das adultas, possivelmente por as coelhas velhas apresentarem uma capacidade de recuperação do peso vivo inferior aos dois outros grupos (figura 1 e tabela 3). Num estudo efetuado por Xiccato e colaboradores (2004) verificaram que as múltiparas com intervalo entre partos de 42 dias, conseguiram sincronizar a lactação e a gestação em maior grau do que as primíparas, apresentando um balanço energético negativo durante a segunda parte da lactação, o que foi observado até a terceira lactação. O balanço energético negativo é maior durante a primeira lactação do que durante as lactações seguintes (Bolet e Fortun-Lamothe, 2002). Estes resultados indicam a importância do manejo das reservas corporais da coelha até atingir o peso vivo adulto.

Para o ganho médio diário não se verificaram diferenças significativas entre as várias classes etárias (tabela 3).

Conclusões

As coelhas jovens apresentaram um peso vivo corporal inferior às coelhas adultas e velhas durante toda a lactação, não havendo contudo, diferenças no ganho médio diário.

Agradecimentos

A realização deste trabalho foi apoiada pelo projecto de investigação estratégico PEst-OE/AGR/UI0772/2014 financiado, pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT).

Bibliografia

- Bolet G., Fortun-Lamothe L. 2002. Relationship between body condition and reproductive performance in rabbit does. Proc. 3rd Meeting of Workgroups 1 (Reproduction) and 4 (Nutrition), Cost Action 848, Ispra (Italy), pp. 48.
- Feugier A., Fortun-Lamothe L. 2006. Extensive reproductive rhythm and early weaning improve body condition and fertility of rabbit does. Anim. Res., 55:459-470.

Marongiu M.L., Dimauro C. 2013. Preliminary study on factors influencing rabbit doe reproductive efficiency: Effect of parity, day of mating, and suckling on ovarian status and estrogen levels at day 6 of pregnancy. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 77:126-130.

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, pp. 1-25.

Quevedo F., Cervera C., Blas E., Baselga M., Pascual J.J. 2006. Long-term effect of selection for litter size and feeding programme on the performance of reproductive rabbit does. 2. Lactation and growing period. *Anim. Sci.*, 82:751-762.

Rebollar P.G., Pérez-Cabal M.A., Pereda N., Lorenzo P.L., Arias-Álvarez M., García-Rebollar P. 2009. Effects of parity order and reproductive management on the efficiency of rabbit productive systems. *Livest. Sci.*, 121:227-233.

SAS Institute Inc. 2002. JMP, Release 5.0.1. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

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. *Livest. Prod. Sci.*, 85:239-251.

PARTE 4

NUTRICIÓN

- Efectos del aporte alimenticio de un extracto de alga rica en Maltanediol y en Fucosterol sobre los resultados zootécnicos, los niveles y las características nutricionales de la carne de conejo, recibiendo una ración enriquecida en ácido alfa linoléico

Guriec N., Colin M., Delarue J., Jiménez Alba C., Camino Callarisa A., Varella Negre E., Raguénès N., Prigent A.Y.

- Efecto del nivel de fibra soluble y del nivel de ácidos grasos ω 3 sobre el rendimiento de las conejas y sus camadas durante las dos primeras lactaciones

Delgado R., Abad R., Nicodemus N., Villamide M.J., Ruiz N., Menoyo D., Carabaño R., García J.

- Efecto de la fuente y del nivel de lignina sobre los parámetros productivos y las características de la canal de gazapos en crecimiento

Crespo R., Alfonso C., Saiz A., García-Ruiz A.I., Marco M., Nicodemus N.

- Efecto de la fuente y del nivel de lignina sobre la digestibilidad y la retención de nutrientes de gazapos en crecimiento

Crespo R., Alfonso C., Saiz A., García-Ruiz A.I., Marco M., Nicodemus N.

- Efecto de la suplementación en la dieta con levadura, vitamina E, orégano y sus combinaciones sobre la barrera intestinal y la microbiota cecal, resultados preliminares

Cardinali R., Delgado R., Magistrali C., Dal Bosco A., Castellini C., Carabaño R.

- Respuesta reproductiva de conejas alimentadas con dietas enriquecidas con aceite de salmón

Rodríguez M., Valiente V., Formoso-Rafferty N., Masdeu M., García-García R.M., Arias-Álvarez M., Lorenzo P.L., Rebolgar P.G.

- Parámetros productivos y digestivos de gazapos de engorde alimentados con dietas enriquecidas con aceite de salmón

Valiente V., Carro M.D., Rodríguez M., Formoso-Rafferty N., Velasco B., Astillero J.R., Rebolgar P.G.

- Impacto de Probisán en el rendimiento y la salud de los conejos de engorde

Ondráček J., Mach K., Majzlík I.

Efectos del aporte alimenticio de un extracto de alga rica en Maltanediol y en Fucosterol sobre los resultados zootécnicos, los niveles y las características nutricionales de la carne de conejo, recibiendo una ración enriquecida en ácido alfa linolénico

Effects of a Maltanediol and Fucosterol high content alga extract on the zootechnical performances, the nutritional characteristics of the meat of rabbits receiving an alpha-linolenic rich feed

Guriec N.¹, Colin M.^{2*}, Delarue J.¹, Jiménez Alba C.³, Camino Callarisa A.³, Varella Negre E.³, Raguénès N.², Prigent A.Y.⁴

¹Laboratoire Régional de Nutrition Humaine CHRU Cavale Blanche/Université de Brest/Université Européenne de Bretagne, 29200 Brest, Francia.

²Copri, Coat Izella, 29830 Ploudalmézeau, Francia.

³C3T, Pol Ind les sorts, 43365 Alforja (Tarragona), España.

⁴Tecnovit, Pol Ind les sorts, 43365 Alforja (Tarragona), España.

⁵EARL 3L, Coat Izella, 29830 Ploudalmézeau, Francia.

*Dirección de contacto: copri@wanadoo.fr

Resumen

A lo largo de 7 pruebas desarrolladas entre 2008 y 2012, 2.812 conejos han sido separados entre un pienso testigo y un pienso que contiene un extracto de alga oscura rica en maltanediol y en fucosterol con el fin de evaluar sus efectos sobre la mortalidad, el crecimiento y la composición de la carne. Entre el destete y los 56 días, el extracto de algas disminuye la mortalidad en 1,2% ($P = 0,01$) y aumenta el crecimiento significativamente en 1,7 g/d. Pero se observa una tendencia inversa sobre los dos criterios en los periodos comprendidos entre 56 y 70 días. Los niveles de grasas omega 3 totales y ácido alfa linolénico (ALA) aumentan significativamente en la carne de conejos alimentados con extracto de algas mientras que la tasa de ácidos grasos saturados queda prácticamente estable. En consecuencia, mejora el valor nutricional de esta carne. Expresado en mg/100g de carne, los niveles de omega 3, ALA y ácido docosahexaenoico (DHA) aumentan de 18 a 25% en los conejos que reciben el extracto de algas.

Palabras clave: Conejo, omega 3, DHA, alga, Fucosterol.

Abstract

During 7 experimentations carried out between 2008 and 2012, 2,812 rabbits have been split between a control feed and a feed containing 1 kg of a brown algae extract with a high level of maltanediol and of fucosterol in order to evaluate its effects on mortality, growth and meat composition. Between the weaning and 56 days, the algae extract decreases the mortality of 1.2% ($P = 0.01$) and increase significantly the growth of 1.7 g/d. But a contrary trend is observed between 56 and 70 days. The total omega 3 and alpha-linolenic acid (ALA) levels are increased in the meat of the rabbits re-

ceiving the algae extract, the saturated fatty acid level remains practically constant. Consequently, the nutritional value of this meat is increased. Expressed in mg/100 g of meat, the omega 3, ALA and docosahexaenoic acid (DHA) are increased from 18 to 25 % for the rabbits receiving the algae extract.

Key words: Rabbit, omega 3, DHA, Sea weeds, Fucosterol.

Introducción

Los beneficios sobre la salud humana debidos al consumo regular de ácidos grasos poliinsaturados de la familia de los omega 3 están bien establecidos. Sus efectos protectores con respecto a las enfermedades cardiacas y potencialmente sobre la diabetes tipo 2 (diabetes no insulino dependiente) se deben particularmente a sus propiedades hipolipidémicas y antiinflamatorias (Gerber et al., 2013). El ácido docosahexaenoico (DHA) es también un elemento clave para el correcto desarrollo y el buen funcionamiento del sistema nervioso. La fuente principal de omega 3 es el ácido alfa linolénico (ALA) que el hombre transforma en ácido icosa-pentaenoico (EPA) y en DHA pero la síntesis de estos últimos a partir de ALA se ha comprobado insuficiente. Por lo tanto, un aporte de DHA y EPA en la alimentación se considera útil para el hombre. Sin embargo, las fuentes de ácidos grasos omega 3 son relativamente raras en la alimentación humana. Estas incluyen la carne de conejo, más rica en omega 3 que las carnes de otros animales terrestres (Colin et al., 2012a; Teillet et al., 2013). Estudios recientes han mostrado que es posible enriquecer en omega 3 la carne de conejo, incluyendo en la alimentación de dichos animales semilla de lino extrusionada (Colin et al., 2005) o una microalga de cultivo *Shizochytrium* sp. (Colin et al., 2011; Colin et al., 2012b). Paralelamente, el maltanediol y el fucosterol, moléculas presentes en ciertas algas oscuras, aumentan la fijación de DHA en alimentos para consumo humano como los huevos (Colin et al., 2005) y la dorada (Georgiou, 2001; Kyriacou, 2012).

El objetivo de este trabajo es evaluar si un aporte mediante la alimentación de un extracto de alga oscura rica en maltanediol (Cassar et al., 2013) y en fucosterol (Kamenarska et al., 2002) es susceptible de mejorar los resultados zootécnicos y la fijación de ácidos grasos omega 3 contenidos en la ración, luego el interés de la carne de conejo.

Material y métodos

Los 7 ensayos, implicando un total de 2.812 conejos, han sido realizados sobre un periodo de 4 años en Earl 3L a excepción del ensayo 2 que se ha desarrollado en una granja comercial.

Los piensos corresponden a la formulación Copri anteriormente descrita en ensayos precedentes (Colin et al., 2012b). En cada prueba, los conejos recibieron pienso testigo y pienso experimental enriquecido con semilla de lino extrusionada (3-4% según los ensayos) y en los casos de los ensayos 6 y 7 piensos enriquecidos a la vez con semilla de lino extrusionada y *Shizochytrium* sp (1% de DHA GOLD). Los piensos del régimen experimental se diferenciaban del régimen testigo por la incorporación de 1 kg/tonelada de un extracto de algas rico en Maltanediol y en Fucosterol.

La mortalidad fue anotada diariamente.

Los animales fueron pesados al principio de la prueba (37 días), a 56 días y a 70 días lo que permite determinar su velocidad de crecimiento.

Tabla 1. Presentación de ensayos.

Experimentación	1	2	3	4	5	6	7	Total
Nº de conejos	240	96	398	459	519	535	565	2.812
Localización	Earl 3L	Granja comercial	Earl 3L	Earl 3L	Earl 3L	Earl 3L	Earl 3L	-
Año de experimentación	2008	2008	2009	2009	2009	2009	2012	-
Fuente de omega 3	Lino extrusión	Lino extrusión	Lino extrusión	Lino extrusión	Lino extrusión	Lino extrusión Schizochytrium sp	Lino extrusión Schizochytrium sp	-
Estudio mortalidad	+	+	+	+	+	+	+	-
Estudio crecimiento	+	+	+	+	+	+	+	-
Nº de análisis carnes	20	20	10	10	18	18	10	106

Los análisis de las carnes y de los perfiles de ácidos grasos se han realizado para 10 a 20 conejos / prueba. Las muestras analizadas se han tomado de la paletilla, pieza en la que el nivel de omega 3 de la carne varía altamente con el contenido en ALA del pienso (Teillet et al., 2013).

Los pesos, los crecimientos y las características analíticas de las carnes se han estudiado por análisis de varianza. Las mortalidades mediante tests de Chi2 acumulando el conjunto de los resultados y mediante análisis de varianza tras la atribución de un valor (variable 0: conejo vivo al final del periodo de estudio; variable 1: conejo muerto) (Colin et al., 2007).

Resultados

Mortalidad

El extracto de algas rico en Maltanediol y en Fucosterol disminuye la mortalidad destete-56 días en 1,2% (P = 0,01). Una tendencia inversa es observada entre 56 y 70 días pero la diferencia no es estadísticamente significativa. Globalmente, la mortalidad destete-70 días no se modifica con la incorporación del extracto de algas.

Tabla 2. Resultados de mortalidad.

Variable	Periodo	Pienso suplementado con 1 kg/tonelada de extracto de algas rico en Maltanediol y Fucosterol		P
		Testigo		
Número de conejos	37 días	1.287	1.525	-
	56 días	1.226	1.471	-
	70 días	1.180	1.401	-
Número de conejos muertos	37-56 días	61	54	-
	56-70 días	46	70	-
	37-70 días	107	124	-
Mortalidad (%)	37-56 días	4,74	3,54	0,10
	56-70 días	3,57	4,59	0,17
	37-70 días	8,31	8,13	0,99

Pesos y crecimientos

Los pesos a 56 días son significativamente más elevados (P = 0,017) con el pienso suplementado en 1 kg/T de extracto de algas en relación al pienso testigo: +25 gramos. Ninguna diferencia significativa es observada para los pesos a 70 días.

El crecimiento obtenido con el pienso adicionado con extracto de algas rico en Maltanediol y en Fucosterol es significativamente más alto en relación al pienso testigo entre el destete y 56 días: +1,7 g/d. Un resultado inverso se observa en el periodo comprendido entre 56 y 70 días. Globalmente, los 2 efectos se compensan y el crecimiento del destete a 70 días no se ve afectado por la incorporación del extracto de algas cuando este se distribuye durante todo el periodo de engorde.

Tabla 3. Resultados de pesos y crecimientos.

Variable	Periodo	Testigo	Pienso suplementado con 1 kg/tonelada de extracto de algas rico en Maltanediol y Fucosterol		P
				Desviación estándar residual	
Peso (g)	37 días	981	975	83,5	0,990
	56 días	1.734	1.759	123,9	0,017
	70 días	2.308	2.313	163,5	0,732
Crecimiento (g/d)	37-56 días	39,6	41,3	5,08	0,000
	56-70 días	41,1	39,6	7,90	0,030
	37-70 días	40,2	40,6	4,20	0,367

Calidad de la carne

Los niveles de proteína disminuyen ligera pero significativamente por la incorporación de 1 kg/tonelada del extracto de algas rico en Maltanediol y en Fucosterol. Los niveles de agua y de grasas disminuyen igualmente pero de manera no significativa y globalmente, la importancia de estas variaciones es débil.

Tabla 4. Características de la carne.

Variable	Testigo	Pienso suplementado con 1 kg/tonelada de extracto de algas rico en Maltanediol y Fucosterol	Desviación estándar residual	P
Contenido en agua (%)	67,2	66,5	2,6	0,57
Contenido en proteínas (%)	19,3	19,0	0,7	0,01
Contenido en grasas (%)	12,9	12,5	3,1	0,57

La incorporación de 1 kg/tonelada de un extracto de algas rico en Maltanediol y en Fucosterol aumenta de manera significativamente alta los niveles (% de ácidos grasos totales) y los contenidos (mg/100 gramos de carne) de omega 3 y de omega 6 de la carne de la paletilla: respectivamente +21,5% y +14,5%. La relación omega 6/omega 3 no se modifica.

La tasa de ácidos grasos monoinsaturados disminuye de manera significativamente elevada con la incorporación del extracto de algas incluso si la amplitud de la diferencia queda limitada. Los ácidos grasos saturados aumentan pero no significativamente.

La mayoría de las pruebas se han realizado con piensos en los que el aporte de omega 3 adicional queda únicamente representado por el lino extrusionado (prueba 1 a 5). La tasa de DHA de las carnes de conejo es extremadamente débil (al límite del umbral de detección) por lo tanto no permite la interpretación de la evaluación de este criterio. Solo los piensos de las pruebas 6 y 7 contienen una dosis importante de DHA de origen vegetal (*Shizochytrium* sp). Estos resultados muestran un aumento significativo de la tasa de omega 3 ($P < 0,001$) y de ALA ($P = 0,039$) en porcentaje de ácidos grasos totales. La tasa de DPA disminuye ligeramente ($P = 0,07$); las tasas de EPA y de DHA no se modifican. Los niveles de la carne aumentan con el extracto de algas rico en Maltanediol y en Fucosterol en los omega 3 totales (+25%), el ALA (+28%) y en el DHA (+18%). Las tasas de EPA y de DPA igualmente aumentan pero no significativamente.

Tabla 5. Perfil de ácidos grasos de la carne.

Variable	Testigo	Pienso suplementado con 1 kg/tonelada de extracto de algas rico en Maltanediol y Fucosterol	Desviación estándar residual	P
Tasa Omega 3	6,3	6,8	0,4	0,000
Tasa Omega 6	19,4	19,8	0,7	0,006
Tasa (% ácidos grasos) Ácidos grasos monoinsaturados	46,8	46,0	0,7	0,000
	25,1	25,4	1,3	0,197
Relación omega 6/omega 3	3,27	3,24	0,21	0,495
Contenido (mg/100 g de carne) Omega 3	804	977	309	0,008
	2.322	2.655	639	0,013

Tabla 6. Perfil de omega 3 de la carne en la prueba 6 (Piensos enriquecidos en DHA vegetal).

Variable	Testigo	Pienso suplementado con 1 kg/tonelada de extracto de algas rico en Maltanediol y Fucosterol	Desviación estándar residual	P
Omega 3	10,2	10,6	0,4	0,000
Tasa (% ácidos grasos)				
ALA	8,0	8,6	1,1	0,039
EPA	0,10	0,10	0,01	1,000
DPA	0,26	0,22	0,07	0,071
DHA	1,69	1,62	0,14	0,335
Contenido (mg/100 g de carne)				
Omega 3	1.593	1.998	858	0,019
ALA	1.277	1.633	757	0,016
EPA	12,2	14,4	4,7	0,346
DPA	38,9	43,3	9,4	0,270
DHA	252	297	94	0,038

Discusión

Resultados zootécnicos

Entre el destete y los 56 días, la incorporación del extracto de algas rico en Maltanediol y en Fucosterol mejora los resultados de mortalidad (-1,2 %) y de crecimiento (+1,7 g/d); estos resultados pueden explicarse por las propiedades antibacterianas de las algas utilizadas (Kamenarska et al., 2002) o por una acción sobre el metabolismo del calcio y de los ácidos grasos omega 3 como se ha observado en la dorada (Georgiou, 2001). Por el contrario, entre 56 y 70 días, los resultados de esta suplementación son más bien negativos incluso si las diferencias no son significativas. Si se buscan únicamente los efectos zootécnicos del extracto de algas, entonces convendrá limitar su utilización a la primera parte del engorde (Destete-56 días).

Calidad nutricional de la carne

Las tasas de grasa omega 3 totales y ALA aumentan significativamente en la carne de conejos que reciben una alimentación con extracto de alga rico en Maltanediol y en Fucosterol mientras que la tasa de ácidos grasos saturados queda prácticamente estable. Los omega 6 están igualmente presentes en cantidades más importantes pero la relación omega 6/omega 3 no se deteriora. En consecuencia, el consumo regular de la carne así obtenida podría permitir a gran parte de la población el acceso a un coste razonable a las recomendaciones en materia de consumo de ácidos grasos omega 3 pero también en materia de relación omega 6/omega 3. El respeto de este equilibrio omega 6/omega 3, de hecho, parece cada vez más crítico en el desarrollo de diabetes de tipo 2, pero también en patologías neurológicas, cancerosas y artríticas.

Los aportes de omega 3 y ALA expresados en mg/100 g de carne aumentan en 18 a 25 % para conejos que reciben una alimentación con la mezcla de algas, al igual que los aportes de DHA en el caso de piensos que contienen DHA vegetal (Pruebas 6 y 7). Encontramos así resultados ya observados en la dorada (Georgiou, 2001; Kyriacou, 2012) y en los huevos (Colin et al., 2013).

Además de su interés zootécnico, esta mezcla de alga rica en Maltanediol y en Fucosterol se muestra como un medio práctico para aumentar los aportes de omega 3 totales, ALA y DHA en las carnes, reforzando así su interés nutricional y abriéndose una alternativa a los omega 3 de origen marino.

Bibliografía

Cassar M., Shoemake C., Azzopardi L., Saliba C., Gutierrez G. 2013. De novo design of Non-Steroidal Receptor Modulating Molecules using Maltanediol as a Lead Molecule. *International Journal of Drug Design and Discovery*, 4:965-977.

Colin M., Guttierrez G., Pinaut M., Prigent A.Y., Saliba C. 2005. Influence d'un stimulateur d'activation des protéines HSP, le COPRITEX sur la croissance et la mortalité du Lapereau sevré. 11ème Journées de la Recherche Cunicole, Paris (France), 29-30 Novembre 2005, pp. 163-166.

Colin M., Binet E., Prigent A.Y. 2007. Influence de l'incorporation d'un concentré de fibres brutes riche en lignine sur la mortalité, la croissance et le rendement à l'abattage des lapins. 12ème Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans (France), 27-28 Novembre 2007, pp. 113-116.

Colin M., Camino Callarisa A., Teillet B., Varella E., Prigent A.Y. 2011. Calidad nutricional de la carne de conejo alimentado con pienso enriquecido en Omega 3. 36 Symposium de Cunicultura de Asescu, Peñíscola (Espagne), 12-13 de Mayo 2011, pp. 129-133.

Colin M., CAI Xi., Prigent A.Y. 2012a. L'enrichissement des aliments lapin en Omega 3 courtes et longues chaînes: une opportunité pour le producteur et le consommateur. Journée Nationale ITAVI élevage de lapin de chair, Pacé (France), 27 Novembre 2012, pp. 33-41.

Colin M., Delarue J., Camino Callarisa A., Teillet B., Varella E., Raguenes N., Prigent A.Y. 2012b. Efecto de la suplementación del pienso con DHA vegetal en el crecimiento y la calidad de la carne del conejo. 37 Symposium de Cunicultura de Asescu, Barbastro (Espagne), 24-25 de Mayo 2012, pp. 97-101.

Colin M., Delarue J., Raguenes N., Prigent A.Y., Guttierrez G., Saliba C. 2013. Effet d'un apport alimentaire d'un extrait d'algue riche en maltanediol sur le taux de lipides et le profil d'acides gras des œufs de poules recevant une ration enrichie en DHA végétal. 11èmes Journées Francophones de Nutrition Cahier de Nutrition et de Diététique 48, Bordeaux, 11-13 décembre 2013, 558.

Georgiou L.G. 2001. The suitability of the seaweed *Padina pavonica* (L.) as a diet for the mass production of the rotifer *brachionus plicatilis* evaluation of the use of these rotifers as food for the nutrition of gilthead seabream (*Sparus auratus*) larvae. M.Sc. Thesis, University of Malta, Malta.

Gerber P.A., Gouni-Berthold I., Berneis K. 2013. Omega-3 fatty acids: role in metabolism and cardiovascular disease. *Curr. Pharm. Des.*, 19:3074-3093.

Kamenarska Z., Gasic M.J., Zlatovic M., Rasovic A., Sladic D., Kljajic Z., Stefanova K., Seizova K., Najdenski H., Kujumgiev A., Tsvetkova I., Popov S. 2002. Chemical Composition of the Brown Alga *Padina pavonia* (L.) Gaill from the Adriatic Sea. *Botanica Marina*, 45:339-345.

Kyriacou Y., 2012. Investigations on the Use of the Brown Alga, *Padina pavonica*, (Linnaeus, 1758) in the Farming of Gilthead sea bream, *Sparus aurata*, Linnaeus 1758. Thesis, University of Malta, Malta.

Teillet B., Colin M., Prigent A.Y. 2013. Influence du taux d'acide alpha-linolénique de l'aliment sur la teneur en omega-3 et les caractéristiques hédoniques de la viande de lapin. *Oléagineux Corps Gras et Lipides*, 20(1):55-60.

Efecto del nivel de fibra soluble y del nivel de ácidos grasos ω 3 sobre el rendimiento de las conejas y sus camadas durante las dos primeras lactaciones

Effect of level of soluble fibre and ω 3 fatty acids on the performance of rabbit does and their litters during the first two lactations

Delgado R., Abad R., Nicodemus N., Villamide M.J., Ruiz N., Menoyo D., Carabaño R., García J.*

Departamento de Producción Animal, ETSIA, Universidad Politécnica de Madrid.

*Dirección de contacto: javier.garcia@upm.es

Resumen

En el presente trabajo se estudió el efecto del nivel de fibra soluble (FS), la incorporación de ácidos grasos ω -3 y su interacción, en piensos para conejas reproductoras sobre sus rendimientos productivos y el de sus camadas. Para ello se utilizó un diseño factorial 2×2 con dos niveles de FS (8,2 vs. 10,5% MS) y dos niveles de ω -3 (3,6 vs. 13,5 g/100g de ácidos grasos totales) dando lugar a cuatro piensos: bajo en FS y ω -3 (BFB ω 3), bajo en FS y alto en ω -3 (BFA ω 3), alto en FS y bajo en ω -3 (AFB ω 3) y alto en FS y en ω -3 (AFA ω 3). La prueba se realizó con 88 conejas nulíparas (22/tratamiento). Se midió el crecimiento de los gazapos entre el nacimiento y el destete (0, 20 y 25 d) y la producción diaria de leche. El incremento de fibra soluble redujo un 12% la ingestión durante la primera gestación ($P = 0,020$). Sin embargo, durante la lactación se observó una interacción significativa ($P = 0,045$) entre la FS y el nivel de ω 3, de manera que el consumo fue superior en conejas alimentadas con mayores concentraciones de ω 3 en piensos bajos en FS, no teniendo lugar dicho efecto en conejas alimentadas con altos niveles de FS. Este efecto positivo del nivel de ω 3 se tradujo en un incremento de la producción de leche, mayor velocidad de crecimiento y mayor peso de la camada al destete. Por otro lado, se observó una interacción significativa ($P = 0,046$) sobre el porcentaje de mortalidad durante la lactación, con una menor mortalidad en las camadas de conejas alimentadas con la dieta AFB ω 3 frente a la dieta AFA ω 3 no observándose dicho efecto en los grupos alimentados con dietas bajas en FS. Los tratamientos no afectaron a la eficacia alimenticia conjunta de las madres y sus camadas. El incremento de ácidos grasos ω 3 tendió a incrementar el número de gazapos nacidos vivos ($P = 0,13$) y el número de gazapos por camada tras el ahijamiento ($P = 0,007$).

Palabras clave: Fibra soluble, ω -3, conejas reproductoras.

Abstract

The effect of dietary levels of soluble fiber (SF), ω -3 fatty acids and their interactions were studied on rabbit does and kits performance. To this end diets were formulated according to a 2×2 factorial design with two levels of SF (8.2 vs. 10.5% DM) and two ω -3 fatty acid concentrations (3.6 vs. 13.5 g/100g of total fatty acids). The four diets, low in SF and ω -3 (BFB ω 3), low in SF and high in ω -3 (BFA ω 3), high in SF and low in ω -3 (AFB ω 3), and high in SF and ω -3 (AFA ω 3) were fed to 88 nuliparous does (22/diet). Litter growth rate was recorded from birth to weaning (0, 20 y 25 d) and milk production was recorded daily. An increase of dietary SF reduced feed intake during the first gestation by 12% ($P = 0.020$). However, during lactation an interaction between the two factors was observed ($P = 0.045$) with higher feed intake observed in does fed the ω 3 in the low SF diets, having no such effect on those fed the high SF diets. This higher feed intake resulted in an increased milk production, litter growth rate and higher litter weight at weaning. A significant lower kit mortality during lactation was observed in does fed the AFB ω 3 diet compared to those fed the AFA ω 3 diet, ha-

ving similar mortality those fed the low SF diets ($P = 0,046$ for the interaction). Treatments did not influence the combined feed efficiency of doe and litter. The increase of ω 3 fatty acids tended to increase the kits born alive ($P = 0.13$) and the initial number of kits once the litters were standardized ($P = 0.007$).

Key words: Soluble fiber, ω -3, rabbit does.

Introducción

La introducción de pulpa de remolacha en piensos de conejos en crecimiento con el fin de incrementar la fibra soluble (y la fibra insoluble fermentable) mejora el estado sanitario de los gazapos tras el destete (Trocino et al., 2013). El aumento de la fibra soluble en conejas reproductoras (en piensos con contenidos elevados de fibra insoluble) redujo la ingestión de pienso, producción de leche y el peso de los gazapos al destete, si bien en estos últimos también se observó un efecto positivo sobre la mortalidad en cebo (Martínez-Vallespín et al., 2011). Por su parte, la suplementación de piensos de conejas reproductoras con aceites ricos en ácidos grasos ω -3 (con el mismo contenido en grasa) incrementó el contenido en grasa de la leche y redujo la mortalidad de los gazapos tras el destete cuando se utilizó semilla de lino extrusionada (Maertens et al., 2005), mientras que tendió a aumentar el peso de los gazapos al nacimiento y su supervivencia en el momento del parto cuando se utilizó aceite de salmón (Rebollar et al., 2014). El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de la combinación de distintos niveles de fibra soluble y ácidos grasos ω -3 sobre la productividad de las conejas y sus camadas.

Materiales y métodos

Se diseñaron 4 tratamientos organizados factorialmente (2×2), con dos niveles de fibra soluble (FS) (8,2 vs. 10,5 % MS) que se obtuvo reemplazando paja y salvado por pulpa de remolacha y dos niveles de ácidos grasos ω -3 (3,6 vs. 13,5 g/100 g ácidos grasos manteniendo un valor medio de ácidos grasos ω -6 de 47,9 g/100 g ácidos grasos en todos los tratamientos) que se obtuvo fundamentalmente por la sustitución de aceite de girasol alto en oleico por aceite de linaza (Tabla 1). De este modo se obtuvieron 4 piensos: bajo en FS y ω -3 (BFB ω 3), bajo en FS y alto en ω -3 (BFA ω 3), alto en FS y bajo en ω -3 (AFB ω 3) y alto en FS y en ω -3 (AFA ω 3). Los niveles de PB, y FND fueron del 16,4 y 34,6 %, respectivamente, en todos los piensos, mientras que el nivel de almidón fue superior en los piensos con menor contenido en FS. Para llevar a cabo la prueba, se utilizaron 88 conejas nulíparas de la raza Neozelandés blanco \times California que se inseminaron a los 130 días de edad con un peso medio de $3,86 \pm 0,22$ kg. Las conejas fueron asignadas al azar a los piensos experimentales (22/tratamiento) el día de la primera inseminación artificial. Tras el parto, se hicieron adopciones entre los gazapos de las conejas pertenecientes a un mismo tratamiento, de manera que las camadas se igualaron de media a $10,9 \pm 1,38$ gazapos. Las conejas estuvieron restringidas (150 g de pienso/día) durante la primera gestación hasta 14 d antes del parto y en el caso de no haber quedado gestantes en la cubrición anterior, en el resto de periodos tuvieron acceso ad libitum al pienso. A lo largo de todo el experimento se llevó a cabo una lactación controlada, y la producción de leche se calculó de forma diaria pesando a cada coneja antes y después de amamantar a los gazapos (10 minutos, una vez al día). Los datos procedentes del ensayo de lactación se analizaron mediante un modelo mixto de medidas repetidas que incluyó como factores fijos el nivel de fibra soluble, el nivel de ácidos grasos ω -3, el número de parto de la coneja (factor de repetición) y las interacciones entre estos factores, mientras que la coneja se consideró como un efecto aleatorio.

Resultados y discusión

El incremento de fibra soluble redujo un 12 % la ingestión durante la primera gestación ($P = 0,020$). Este resultado es similar al observado por Martínez-Vallespín et al. (2011) y podría estar vinculado con un mayor tiempo medio de retención de la digesta en el tracto digestivo (Fraga et al., 1991; Gidenne et al., 1997). Sin embargo, durante la lactación se observó una interacción significativa ($P = 0,045$) entre la FS y el nivel de ω 3, de manera que el consumo fue superior en conejas alimentadas con mayores concentraciones de ω 3 en piensos bajos en FS no observándose dicho efecto en conejas alimentadas con altos niveles de FS (Tabla 2). Este efecto positivo del nivel de ω 3 se tradujo en un incremento de la producción de leche, mayor velocidad de crecimiento y mayor peso de la camada al destete, no observándose dichos efectos de los ω 3 en las conejas alimentadas con dietas altas en FS. Futuros análisis de digestibilidad y metabólicos ayudarán a clarificar los posibles efectos positivos del aumento de ω 3 en conejas alimentadas con bajo nivel de FS. Por otro lado, se observó una interacción significativa ($P = 0,046$) sobre el porcentaje de mortalidad durante la lactación, con una menor mortalidad en las camadas de conejas alimentadas con la dieta AFB ω 3 frente a la dieta AFA ω 3 no observándose dicho efecto en los grupos alimentados con dietas bajas en FS. Los tratamientos no afectaron a la eficacia alimenticia conjunta de las madres y sus camadas. El incremento de ácidos grasos ω 3 tendió a incrementar el número de gazapos nacidos vivos ($P = 0,13$) y el número de gazapos tras el ahijamiento de gazapos dentro de cada tratamiento ($P = 0,007$).

Tabla 1. Ingredientes y composición química de los piensos experimentales.

	BFB ω 3	BFA ω 3	AFB ω 3	AFA ω 3
Ingredientes, %				
Alfalfa granulada 12,8% PB	15,0	15,0	15,0	15,0
Harina soja 44%	8,0	8,0	8,0	8,0
Trigo blando 10,7% PB	22,7	22,7	21,7	21,7
Salvado y tercerillas	28,0	28,0	13,0	13,0
Paja tratada con sosa	10,0	10,0	5,0	5,0
Pulpa remolacha	0	0	18,0	18,0
Harina girasol 29%	9,97	9,97	12,97	12,97
Aceite girasol alto oleico	0,85	0	0,85	0
Aceite girasol	2,15	2,0	2,15	2,0
Aceite linaza	0	1,0	0	1,0
Carbonato cálcico	1,2	1,2	0,7	0,7
Cloruro sódico	0,3	0,3	0,31	0,31
Fosfato bicálcico	0,5	0,5	1,0	1,0
Met	0,08	0,08	0,06	0,06
Lys	0,44	0,44	0,44	0,44
Thr	0,31	0,31	0,32	0,32
Corrector vitamínico mineral ¹	0,5	0,5	0,5	0,5
Composición química analizada, % MS				
aFNDmo	33,9	33,7	35,3	35,5
LADmo	3,1	3,1	3,3	3,4
PB	16,5	16,3	16,2	16,4
Grasa	7,11	6,89	6,44	6,00
Ácidos grasos, g/100 g ácidos grasos				
C16:0	11,0	11,6	10,7	11,4
C18:1 ω 9	30,3	20,1	31,4	20,1
C18:2 ω 6	48,9	48,0	47,2	46,8
C18:3 ω 3	2,9	12,4	2,7	13,3
Σ Saturados	14,8	15,6	14,7	15,7
Σ Monoinsaturados	32,5	22,2	33,6	22,3
ω -6	49,0	48,2	47,4	47,1
ω -3	3,4	13,0	3,8	14,0
ω -6/ ω -3	14,4	3,7	12,4	3,3
Composición química estimada, % MS ²				
Almidón	22,2	22,2	17,8	17,8
Fibra soluble	8,2	8,2	10,5	10,5

¹ L511. Trouw España. ² FEDNA (2013). Todos los piensos llevaron 66 ppm de Robenidina y 50 ppm de etoquin.

No se observó efecto de los tratamientos sobre el peso de las conejas, el consumo entre partos de las conejas, el número de total de gazapos nacidos y el número de nacidos muertos, ni sobre la ingestión de los gazapos los últimos días de lactación.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado gracias al proyecto AGL2011-23885 del Ministerio de Ciencia e Innovación. Agradece-mos al Dr. Enrique Blas y su equipo la fabricación de los piensos experimentales.

Bibliografía

Fraga M.J., Pérez de Ayala P., Carabaño R., De Blas J.C., 1991. Effect of type of fiber on the rate of passage and on the contribution of soft feces to nutrient intake of finishing rabbits. *J. Anim. Sci.*, 69:1566-1574.

Gidenne T., Poncet C., Gomez L. 1987. Effet de l'addition d'un concentrer riche en fibres dans une ration a base de foin, distribuee a deux niveaux alimentaires chez la lapine adulte. 1. Temps de sejour moyen des aliments. *Reprod. Nutr. Develop.*, 27:733-743.

Maertens L., Aerts J.M., De Brabander D.L. 2005. Effect of a diet rich in n-3 fatty acids on the performances and milk composition of does and the viability of their progeny. 11èmes Journées de la Recherche Cunicole, Paris (France), pp. 205-208.

Martínez-Vallespín B., Martínez-Paredes L., Ródenas L., Cervera C., Pascual J.J., Blas E. 2011. Combined feeding of rabbit female and Young: partial replacement of starch with acid detergent fibre or and neutral detergent soluble fibre at two protein levels. Livest. Sci., 141:155-165.

Rebollar P.G., García-García R.M., Arias-Alvarez 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. Anim. Reprod. Sci., <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.02.021>

Trocino A., García J., Carabaño R., Xiccato G. 2013. A meta-analysis on the role of soluble fibre in diets for growing rabbits. World Rabbit Sci., 21:1-15.

Tabla 2. Efecto del nivel de fibra soluble y de de ácidos grasos $\omega 3$ sobre los rendimientos productivos de conejas reproductoras durante los dos primeros partos.

Número de conejas	Piensos experimentales				Ciclo		rsd	P-valor			
	BFB $\omega 3$	BFA $\omega 3$	AFB $\omega 3$	AFA $\omega 3$	1	2		FS	$\omega 3$	FS $\times \omega 3$	Ciclo
	21	24	22	21	88	48					
Consumo conejas, g/día											
Inseminación 1-parto 1	144	137	124	123	-	-	33,2	0,020	0,56	0,65	-
Parto-Inseminación artificial	276 ^a	294 ^{ab}	323 ^b	271 ^a	245	337	80,0	0,42	0,27	0,025	<0,001
Lactación (0-25 d)	312 ^a	342 ^b	314 ^{ab}	304 ^a	294	342	47,9	0,080	0,32	0,045	<0,001
Destete (25 d) - Parto	194	188	192	189	-	-	29,7	0,95	0,53	0,90	-
Entre partos	251	259	251	238	-	-	33,0	0,22	0,77	0,25	-
Peso coneja parto, g	3928	3920	3986	3908	3938	3933	331	0,74	0,54	0,62	0,87
Peso coneja destete, g	4045	4162	4044	4125	4164	4025	337	0,79	0,18	0,81	<0,001
Intervalo parto-IA efectiva, d	11,6	11,7	11,5	11,2	-	-	0,30	0,57	0,53	-	-
Número total nacidos por camada	12,3	13,2	11,8	12,8	11,7	13,4	3,40	0,52	0,18	0,97	0,007
Número nacidos vivos	10,2	11,9	10,8	11,3	10,4	11,6	3,73	0,99	0,13	0,39	0,053
Número nacidos muertos	1,65	1,23	0,98	1,24	1,23	1,32	2,27	0,47	0,86	0,46	0,78
Número inicial	10,6	11,5	10,8	11,3	10,7	11,4	1,31	0,75	0,007	0,48	<0,001
Número gazapos 20 d	9,29 ^a	10,5 ^b	10,2 ^{ab}	9,70 ^{ab}	9,24	10,6	1,51	0,78	0,25	0,004	<0,001
Números gazapos destetados (25 d)	9,26 ^a	10,4 ^b	10,1 ^b	9,70 ^{ab}	9,21	10,5	1,55	0,84	0,26	0,007	<0,001
Peso camada nacimiento, kg	0,522	0,615	0,560	0,557	0,480	0,647	0,15	0,75	0,15	0,12	<0,001
Peso camada 20 d, kg	2,64 ^a	2,92 ^b	2,86 ^{ab}	2,69 ^a	2,59	2,97	0,39	0,94	0,50	0,007	<0,001
Peso camada destete, kg	3,32 ^a	3,68 ^b	3,61 ^{ab}	3,37 ^{ab}	3,20	3,78	0,48	0,92	0,55	0,004	<0,001
Producción de leche ¹ , kg											
0-10 d	1,56	1,66	1,64	1,53	1,42	1,78	0,26	0,60	0,92	0,052	<0,001
10-20 d	2,38	2,52	2,36	2,32	2,38	2,41	0,30	0,063	0,92	0,16	0,64
20-25 d	1,22 ^a	1,40 ^b	1,34 ^{ab}	1,23 ^a	1,33	1,26	0,29	0,70	0,55	0,030	0,20
0-25 d	5,23 ^a	5,58 ^b	5,38 ^{ab}	5,11 ^a	5,10	5,55	0,58	0,19	0,73	0,018	<0,001
Consumo gazapos 20-25 d, g/día	6,97	6,83	7,84	6,95	6,71	7,58	2,53	0,28	0,27	0,42	0,087
Consumo camada 20-25 d, g/día	65,5	71,5	74,8	68,7	62,4	77,9	23,7	0,50	0,98	0,20	<0,001
Eficacia alimenticia, kg destetados/kg consumidos coneja+camada	0,295	0,303	0,301	0,308	-	-	0,03	0,47	0,34	0,87	-
Ganancia peso camada, g/d											
0-20 d	106	116	114	107	106	116	19,7	0,85	0,74	0,025	0,002
20-25d	137	152	150	136	122	165	36,1	0,85	0,93	0,054	<0,001
0-25 d	107	123	121	113	109	123	21,0	0,71	0,36	0,006	<0,001
Mortalidad nacimiento, %	15,6	11,9	8,09	8,07	10,1	11,8	18,8	0,14	0,63	0,63	0,53
Mortalidad lactación, %	13,3 ^b	9,45 ^{ab}	6,55 ^a	13,6 ^b	12,7	8,8	55,5	0,10	0,20	0,046	0,30

¹ covariable número de gazapos: a 10 d para la producción de leche de 0 a 10d (P = 0,005), a 20 d para la producción de leche de 10 a 20d (P < 0,001), al destete (25d) para la producción de leche de 20 a 25d (P = 0,29) y la producción de leche de 0 a 25 d (P < 0,001).

Efecto de la fuente y del nivel de lignina sobre los parámetros productivos y las características de la canal de gazapos en crecimiento

Effect of the source and level of lignin on performance and carcass characteristics in growing rabbits

Crespo R.¹, Alfonso C.¹, Saiz A.¹, García-Ruiz A.I.¹, Marco M.², Nicodemus N.^{3*}

¹ Poultry and Rabbit Research Centre, Nutreco, Casarrubios del Monte, 45950, Toledo, España.

² NANTA SA, Ronda de Poniente, 9, 28760, Tres Cantos, Madrid, España.

³ Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040, Madrid, España.

*Dirección de contacto: nuria.nicodemus@upm.es

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar la inclusión de diferentes niveles de lignina ácido detergente (LAD) en el pienso utilizando dos fuentes de lignina (Arbocel® vs. granilla desengrasada de uva) sobre los rendimientos productivos y las características de la canal en conejos en crecimiento. Para ello, se formularon 5 piensos: un pienso control con un 5% de LAD/MS y otros cuatro piensos con un nivel medio (6%) y alto (7%) de LAD/MS para cada fuente, respectivamente. Se utilizaron 936 gazapos destetados a los 35 días de edad, 216 de los cuales fueron alojados en jaulas individuales, y el resto (720) en jaulas colectivas (5 gazapos/jaula). Se controló el consumo de pienso y el peso de los animales, a los 35 y 60 días de vida. Al final de la prueba, se sacrificaron 24 conejos por tratamiento y se controló el peso de la canal, del tracto digestivo, del estómago lleno y vacío y del ciego lleno. En el cebo colectivo el nivel alto de lignina empeoró ($P<0,05$) el IC (2,70), respecto a los niveles medio (2,67) y bajo (2,65), sin que variase el consumo (139 g/d), ni el crecimiento (52,2 g/d). En el cebo individual, el nivel de lignina no afectó significativamente a los parámetros productivos. Los pesos, tanto del aparato digestivo como del ciego (% PV), disminuyeron ($P<0,052$) con los niveles medio y alto de LAD (un 2,5% y un 7,7%, respectivamente) respecto al control, sin que se viese afectado el rendimiento de la canal (58,2%). La inclusión de Arbocel®, con respecto a granilla desengrasada de uva, dio lugar a un mayor IC en ambos cebos (2,56 vs. 2,52 en el cebo individual y 2,69 vs. 2,65 en el cebo colectivo, $P<0,05$).

Palabras clave: conejos, lignina, rendimientos, canal, granilla, Arbocel®.

Abstract

The aim of this work was to study the effect of including different levels of acid detergent lignin (ADL) in diets using two sources of lignin (Arbocel® vs. defatted grape meal) on performance and carcass characteristics in growing rabbits. Five different feeds were formulated: one control diet with a 5% ADL/DM, and another four diets with a medium (6%) and high (7%) ADL/DM level for each source, respectively. A total of 936 rabbits weaned at 35 days of age were used, 216 were housed in individual cages and the remaining 720 were housed in collective cages (5 animals/cage). Weight and intake were measured at the beginning and at the end of growing period (35 and 60 days of age). At the end of the trial, 24 rabbits per treatment were slaughtered and the carcass weight, the entire digestive tract, the full and the empty stomach and full caecum were measured. For rabbits housed in collective cages, the highest level of lignin impaired FCR (2.70) compared with the medium (2.67) and the lowest levels (2.65; $P<0.05$), without affecting daily feed intake (139 g/d) or daily body gain (52.2 g/d). In the individual cages, the level of lignin did not affect productive performance. The digestive tract and caecum weight (% BW) decreased ($P<0.052$) with medium and high levels of lignin, compared with the control one (2.5% and 7.7%, respectively) but carcass yield was not affected (58.2%). The inclusion of Arbocel® increased FCR in individual and collective housing (2.56 vs. 2.52 and 2.69 vs. 2.65 ($P<0.05$), respectively).

Key words: Rabbits, lignin, performance, carcass, grape seed meal.

Introducción

Una mejora del rendimiento de la canal (RC) en matadero mejora los beneficios económicos, y disminuye la cantidad de deshechos producidos. Nutricionalmente, hay distintas estrategias que se pueden seguir para lograr este objetivo. Una de ellas, sería a través de la disminución del peso relativo del contenido cecal y/o el tamaño del tracto digestivo (Marrüenda et al., 2012).

Numerosos trabajos han demostrado que el nivel y la fuente de fibra afectan al tiempo de retención de la digesta en el tracto digestivo. Así, una alimentación con un contenido alto en fibra lignificada ha demostrado reducir de forma efectiva el tiempo de tránsito (Fraga et al., 1991; Gidenne y Pérez, 1994; Gidenne et al., 2001), el peso del contenido cecal (Nicodemus et al., 1999; García et al., 1999; 2002a y b) y puede mejorar el rendimiento de la canal (Colin et al., 2007).

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de lignina ácido detergente (LAD) en piensos en los que se incluyeron dos fuentes distintas de lignina (Arbocel® vs. granilla desengrasada de uva), sobre los rendimientos productivos y el rendimiento de la canal de conejos en crecimiento.

Material y métodos

El estudio se realizó en el *Poultry and Rabbit Research Centre* de Nutreco (Toledo). Se formularon 5 piensos experimentales con tres niveles de lignina (bajo (B): 5 % LAD/MS, medio (M): 6 % LAD/MS y alto (A): 7 % LAD/MS), utilizando dos fuentes de lignina distintas (Arbocel® (A) y granilla desengrasada de uva (G)). El pienso control (B) cubría las necesidades de gazapos en crecimiento (Nicodemus et al., 1999; Gidenne et al., 2001) y los otros cuatro piensos se formularon incluyendo el nivel medio (6 %) y alto (7 %) de LAD/MS para cada fuente, respectivamente. No se adicionó ningún antibiótico en los piensos experimentales. La composición química (% MS) e ingredientes de los tratamientos se muestran en la Tabla 1. Se utilizaron 936 gazapos sin distinción de sexo destetados a los 35 de edad, de los cuales, 216 fueron alojados individualmente en jaulas de 25×44cm. Los otros 720 gazapos, se alojaron en grupos (5gazapos/jaula) en jaulas polivalentes de 38×100 cm. Durante el periodo experimental se controló la ingesta y el peso de los animales al inicio y al final del

Tabla 1. Composición química analizada e ingredientes de los piensos.

Ingredientes, %	AB y GB	GM	GA	AM	AA
Trigo	15,0	15,0	15,0	15,0	15,1
H. de Girasol	6,24	7,93	9,62	12,4	8,96
H. de Soja	4,74	2,85	0,96	1,15	5,78
Salvado de trigo	32,0	32,0	32,0	27,6	26,5
Paja de trigo	6,00	3,00	-	3,87	-
Alfalfa	30,6	31,3	32,0	32,0	28,5
Aceite de soja	2,10	2,16	2,22	2,21	2,49
Arbocel	-	-	-	2,00	8,30
Granilla de uva	-	2,01	4,02	-	-
Fosfato Monocálcico	0,17	0,24	0,30	0,06	0,60
CaCO ₃	0,44	0,62	0,80	0,70	0,80
Sal	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Sepiolita	1,68	1,84	2,00	2,00	2,00
Monoclorhidrato L-lis.	0,05	0,08	0,12	0,12	0,02
L-Treonina	0,04	0,05	0,07	0,06	0,03
Super NL-310-CL	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Composición química, %MS					
Materia Seca	89,0	89,0	89,5	89,8	89,7
Cenizas	9,99	10,2	10,4	10,4	10,2
Almidón (enzimático)	15,5	15,6	15,9	15,1	14,5
FND	36,4	36,2	35,4	37,8	37,7
FAD	21,3	21,8	22,0	23,8	23,8
LAD	4,78	6,03	6,72	5,87	6,23
Extracto Etéreo	3,4	4,05	4,05	3,85	4,05
ED (kcal/kg)	2616	2586	2603	2537	2555
PD	12,0	11,4	11,1	11,1	11,7

FND: Fibra Neutra Detergente; FAD: Fibra Ácido Detergente; LAD: Lignina Ácido Detergente. ED: energía digestible (analizada); PD: proteína digestible (analizada). AB: arbocel bajo; GB: granilla bajo; AM: arbocel medio; GM: granilla medio; AA: arbocel alto; GA: granilla alto.

cebo. Al terminar el periodo de cebo (60 d de edad), 24 gazapos por tratamiento del cebo individual, fueron seleccionados para la determinación del rendimiento de la canal (RC). Se controló el peso vivo previo al sacrificio (PVS) y el peso de la canal tras su enfriado a 4°C (PCF) que incluyó la cabeza, el hígado los riñones y los órganos localizados en tórax y cuello, y se calculó el rendimiento a la canal (PCF×100/PVS); también se pesó el tracto digestivo completo, el hígado, el estómago, tanto lleno como vacío, y el ciego lleno.

Los resultados se analizaron mediante un diseño al azar con una estructura factorial 3×2, incluyendo la camada como bloque. Todas las medias fueron corregidas por el peso al destete, que se incluyó como covariable en el modelo.

Resultados y discusión

La mortalidad durante esta prueba fue muy baja, un 0,56 % en el cebo individual y un 2 % en el colectivo, y no se observaron diferencias ($P>0,05$) entre los tratamientos.

El peso relativo del aparato digestivo tendió ($P=0,052$) a ser mayor en los gazapos alimentados con el menor nivel de lignina (17,9 %PV vs. 17,5 %PV, de media; Tabla 2), lo que pudo deberse al mayor peso relativo del ciego ($P<0,05$) observado en estos animales (6,63 %PV vs. 6,16 %PV). Esta reducción en el peso del aparato digestivo no fue suficiente como para detectar diferencias significativas sobre el rendimiento de la canal (58,2% de media), como fue observado por Colin et al., (2007), que encontraron una tendencia a mejorar en 0,8 puntos el rendimiento a la canal con el aumento del nivel de lignina de 5,5 a 6,5%. En algunos estudios se ha comprobado que niveles similares de FND pueden dar lugar a distintos resultados productivos, dependiendo del tipo de fibra que consuman los animales. Así, fibras más lignificadas, aceleran el tránsito digestivo (Pérez et al., 1994; Gidenne et al., 2001) y reducen el peso del contenido cecal, aumentando el consumo de pienso (Nicodemus et al., 1999; Gidenne et al., 2001; García et al., 2002a y b). En este trabajo, a pesar de observar un efecto significativo del nivel de LAD sobre el peso del aparato digestivo, este efecto no se observó sobre el consumo de pienso, ni sobre el crecimiento de los animales durante el cebo (Tabla 3). Sin embargo, el nivel de LAD afectó al IC, aunque dependió de la fuente de lignina utilizada, ya que tanto en el cebo individual como en el cebo colectivo, los gazapos alimentados con los niveles más elevados de lignina en los piensos que incluyeron Arbocel® empeoraron el IC con

Tabla 2. Efecto del nivel (N) y fuente de lignina (F) sobre las características de la canal.

	Arbocel®			Granilla			EEM ¹	P		
	B	M	A	B	M	A		F	N	FxN
RC, %	58,3	58,1	58,1	58,4	58,2	58,1	0,21	n.s	n.s	n.s
<i>Peso, % PV</i>										
Aparato Digestivo	17,9	17,3	17,7	17,8	17,6	17,2	0,19	n.s	0,052	n.s
Ciego lleno	6,66	6,34	6,13	6,60	5,98	6,04	0,14	n.s	<0,05	n.s

¹EEM: error estándar medio (n = 24); ns: no significativo ($P > 0,1$); RC: rendimiento canal. A, B y C: niveles de lignina bajo, medio y alto (5, 6 y 7 %LAD/MS, respectivamente).

Tabla 3. Efecto del nivel (N) y fuente de lignina (F) sobre los parámetros productivos de gazapos en cebo.

	Arbocel®			Granilla			EEM ¹	P		
	B	M	A	B	M	A		F	N	FxN
<i>Cebo individual de 35 a 60 d</i>										
GMD, g/d	57,2	57,2	57,0	57,2	56,4	57,9	0,64	n.s	n.s	n.s
CMD, g/d	144	146	148	144	142	145	1,53	n.s	n.s	n.s
IC, g/g	2,52	2,56	2,59	2,52	2,52	2,51	0,02	<0,05	n.s	0,083
<i>Cebo colectivo de 35 a 60 d</i>										
GMD, g/d	52,2	52,3	52,0	52,4	52,2	52,4	0,45	n.s	n.s	n.s
CMD, g/d	138	141	142	139	138	140	1,14	n.s	n.s	n.s
IC, g/g	2,64 ^a	2,70 ^{bc}	2,73 ^c	2,65 ^a	2,64 ^a	2,66 ^{ab}	0,01	<0,05	<0,05	<0,05

¹EEM: error estándar medio (n = 36 en cebo individual; n = 24 jaulas con 5 gazapos en cebo colectivo); ns: no significativo ($P>0,1$); CMD: consumo medio diario; GMD: ganancia media diaria; IC: índice de conversión. A, B y C: niveles de lignina bajo, medio y alto (5, 6 y 7 %LAD/MS, respectivamente).

respecto al control (2,18 % en el individual y 2,84 % en el colectivo, $P < 0,05$), sin que se observaran diferencias significativas en los piensos con granilla de uva (2,52 y 2,64 g/g de media, respectivamente, en el individual y en el colectivo). En cuanto al efecto de la fuente de lignina sobre las características de la canal, la ganancia de peso y el consumo de pienso, no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los valores observados con las distintas fuentes utilizadas. Estos resultados coinciden con los encontrados por Colin et al. (2007) que tampoco observaron efecto del Arbocel® sobre los rendimientos productivos, ni sobre el peso vivo final de gazapos en crecimiento al compararlo con piensos con lignina proveniente de materias primas "tradicionales" como la alfalfa. Por otro lado, Nicodemus et al. (2007), observaron que se podía incluir hasta un 27 % de una mezcla de cascarilla de soja y granilla desengrasada de uva (81:19) con un 7,3 % de LAD/MS, en piensos de cebo de conejos sin que empeorasen los parámetros productivos. Sin embargo, otros autores (García et al., 2002b) observaron un aumento del consumo de pienso de los animales que consumieron un pienso con un 15 % de granilla desengrasada de uva (11,7 % LAD/MS), y un empeoramiento del IC. Si bien, hay que tener en cuenta, que la falta de efecto de la inclusión de granilla desengrasada de uva detectada en esta prueba pudo deberse a que los niveles de inclusión de esta materia prima y de los de LAD/MS fueron más bajos.

Estos resultados sugieren que un incremento del nivel de lignina por encima de las necesidades no provoca ningún efecto destacado y están de acuerdo con los obtenidos en este trabajo, en los que ni la fuente, ni el nivel de LAD, afectaron de forma relevante a los rendimientos productivos ni al rendimiento de la canal de los gazapos en crecimiento, pese al ligero efecto negativo del Arbocel® sobre el índice de conversión.

Bibliografía

- Colin M., Binet E., Prigent A.Y. 2007. Influence de l'incorporation d'un concentré fibreux riche en lignine sur la mortalité, la croissance et le rendement à l'abattage du lapin. 12èmes Journ. Rech. Cunicola, Le Mans, France, pp. 113-116.
- Fraga M.J., Pérez de Ayala P., Carabaño R., de Blas J.C. 1991. Effect of type of fiber on the rate of passage and on the contribution of soft faeces to nutrient intake on the rate of fattening rabbits. *J. Anim. Sci.*, 69:1566-1574.
- 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., Gidenne T., Falcao-E-Cunha L., de Blas J.C. 2002a. Identification of the main factors that influence caecal fermentation traits in growing rabbits. *Anim. Res.*, 51:1615-173.
- García J., Nicodemus N., Carabaño R., De Blas, J.C. 2002b. Effect of inclusion of defatted grape seed meal in the diet on digestion and performance of growing rabbits. *J. Anim. Sci.*, 80:162-170.
- Gidenne T., Pérez J.M. 1994. Apports de lignines et alimentation du lapin en croissance. I. Conséquences sur la digestion et le transit. *Ann. Zootech.*, 43:313-322.
- Gidenne T., Arveux P., Madec O. 2001. The effect of the quality of dietary lignocellulose on digestion, zootechnical performance and health of the growing rabbit. *Anim. Sci.*, 73:97-104.
- Margüenda I., Nicodemus N., Vadillo S., Sevilla L., García Rebollar P., Villarreal M., Romero C., Carabaño R. 2012. Effect of dietary type and level of fibre on rabbit carcass yield and its microbiological characteristics. *Livestock Sci.*, 145:7-12.
- Nicodemus N., Carabaño R., García J., Mendez J., de Blas, J.C. 1999. Performance response of lactating and growing rabbits to dietary lignin content. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 80:43-54.
- Nicodemus N., García R., Carabaño R., De Blas C. 2007. Effect of substitution of a soybean hull and grape seed meal mixture for traditional fiber sources on digestion and performance of growing and lactating does. *J. Anim. Sci.*, 85:181-187.
- Pérez J.M., Gidenne T., Lebas F., Caudron I., Arveux P., Bourdillon A., Duperray J., Messenger B. 1994. Apports de lignines et alimentation du lapin en croissance. II. Conséquences sur les performances de croissance et la mortalité. *Ann. Zootech.*, 43:323-332.

Efecto de la fuente y del nivel de lignina sobre la digestibilidad y la retención de nutrientes de gazapos en crecimiento

Effect of the source and level of lignin on nutrient digestibility and retention in growing rabbits

Crespo R.¹, Alfonso C.¹, Saiz A.¹, García-Ruiz A.I.¹, Marco M.², Nicodemus N.^{3*}

¹ Poultry and Rabbit Research Centre, Nutreco, Casarrubios del Monte, 45950 Toledo, España.

¹ NANTA SA, Ronda de Poniente, 9, 28760 Tres Cantos, Madrid, España.

¹ Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España.

*Dirección de contacto: nuria.nicodemus@upm.es

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar la inclusión de diferentes niveles de lignina ácido detergente (LAD) en el pienso utilizando dos fuentes de lignina (Arbocel[®] vs. granilla desengrasada de uva) sobre la digestibilidad y el balance de nitrógeno y energía en conejos en crecimiento. Para ello, se formularon 5 piensos: un pienso control con un 5 % de LAD/MS y otros cuatro piensos con un nivel medio (6 %) y alto (7 %) de LAD/MS para cada fuente, respectivamente. Se utilizaron un total de 11 gazapos por tratamiento y para el cálculo de los balances se estimó in vivo la composición química (corporal y de la canal) a los 34 y a los 60 días de edad, utilizando el método de Impedancia Bioeléctrica (BIA). El pienso con el nivel más bajo de LAD tuvo una mayor digestibilidad fecal aparente de la materia seca (2,7 %), materia orgánica (2,5 %), proteína bruta (2,9 %) y energía bruta (2,4 %), con respecto a la media de los otros dos tratamientos con mayor nivel de LAD ($P < 0,05$). Sin embargo, la digestibilidad del extracto etéreo aumentó (3,8 %) al incrementarse el nivel de LAD de un 5 a un 7 % ($P < 0,05$), siendo este aumento significativo a partir del 6 % LAD/MS en los piensos que incluyeron granilla y del 7 % LAD/MS en los piensos con Arbocel[®]. La inclusión de Arbocel[®] como fuente de lignina tendió a empeorar la digestibilidad de la MS (1,4 %; $P = 0,073$) y empeoró la de la MO (1,4 %; $P < 0,05$) con respecto a la granilla. Tanto el incremento del nivel de LAD como el uso de la granilla desengrasada de uva dieron lugar a un menor consumo de N digestible y una mayor eficacia de retención del mismo, disminuyendo el N excretado en orina.

Palabras clave: Conejos, lignina, digestibilidad, retención, granilla, Arbocel[®].

Abstract

The aim of this work was to study the effect of including different levels of acid detergent lignin (ADL) and different sources of lignin (Arbocel[®] vs. defatted grape meal) on digestibility and protein and energy balance in growing rabbits. Five different feeds were formulated: one control diet with a 5 % ADL/DM, and another four diets with a medium (6 %) and high (7 %) ADL/DM level for each source, respectively. Between days 53 and 57 days of life, a digestibility trial was carried out (DM, OM, CP, EE, NDF; $n = 11$). The balance of nitrogen and energy was calculated for the same 66 animals, using in vivo body and carcass chemical composition estimated by Bioelectrical Impedance technique at 34 and 60 days of age. The lowest lignin level improved the fecal apparent digestibility of DM (2.7 %), OM (2.5 %), CP (2.9 %) and GE (2.4 %) with respect the other two treatments ($P < 0.05$). However, EE digestibility increased (3.8 %) with ADL inclusion level from 5 to 7 % ($P < 0.05$). Arbocel[®] source tended to impair DM digestibility (1.4 %; $P = 0.073$) and impaired OM digestibility (1.4 %; $P < 0.05$). The increase of ADL and the use of grape seed meal led to a lower digestible N intake and retention efficiency, reducing the urine N excretion.

Key words: Rabbits, lignin, digestibility, retention, grape seed meal, Arbocel[®].

Introducción

Se ha comprobado que para un mismo nivel de fibra, la inclusión en los piensos de conejos de fuentes de fibra poco fermentables, con un alto grado de lignificación, aumenta la velocidad de tránsito digestivo y repercute negativamente sobre la digestibilidad de los nutrientes (Fraga et al., 1991; De Blas et al., 1999; Nicodemus et al., 1999; García et al., 1999 y 2002a; Gidenne et al., 2001). Esta menor digestibilidad podría afectar a la eficacia de retención de la energía (ERED: energía retenida/energía digestible ingerida: ED_r/ED_i) y del nitrógeno (ERND: nitrógeno retenido/nitrógeno digestible ingerido: ND_r/ND_i). En este sentido, De Blas et al. (1985) observaron que un aumento del contenido en fibra bruta en los piensos de un 7 a un 15 % disminuyó de un 19,5 a 18,5 % la ERED y de un 52,3 a 48,4 % la ERND. Del mismo modo, García et al. (1993) también encontraron al sustituir cebada por pulpa de remolacha, que un aumento del contenido en FND de los piensos de un 33,7 a un 53,6 % sobre MS, manteniendo constante el nivel de lignina (4,2 % sobre MS) también disminuyó de 26,7 a 21,6 % la ERED (y la ERND un 15 %). Por otra parte, Carabaño et al. (1997) no detectaron efecto sobre la ERED (22,4 % de media) en piensos en los que se sustituyó alfalfa por pulpa de remolacha y en los que la FND aumentó de un 23,1 a 33,8 %, pero en los que la LAD fue disminuyendo de un 4,9 a 3,1 %. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar la inclusión de diferentes niveles de lignina ácido detergente (LAD) en el pienso utilizando dos fuentes de lignina (Arbocel® vs. granilla desengrasada de uva) sobre la digestibilidad y el balance de nitrógeno y de energía en conejos en crecimiento.

Material y métodos

El estudio se realizó en el *Poultry and Rabbit Research Centre* de Nutreco (Toledo). Se utilizaron los mismos cinco piensos experimentales que se han presentado en el trabajo de Crespo et al. (2014) de este XXXIX Simposio de ASES-CU. Se utilizaron 66 gazapos sin distinción de sexo, destetados a 34 días de edad, y alojados individualmente en jaulas de 25×44cm. Se determinó la digestibilidad fecal aparente de la MS, MO, EB, PB, FND y EE, entre los días 53 y 57 días de vida, según las indicaciones del método propuesto por Pérez et al. (1995). El balance de nitrógeno y energía se estimó a partir de la composición química *in vivo* (corporal y de la canal) a los 34 y 60 días de edad, mediante el método de Impedancia Bioeléctrica (Saiz et al., 2011a y b y 2013a y b) y de la digestibilidad de los piensos, siguiendo la metodología utilizada por Crespo et al. (2013). Los resultados se analizaron mediante un diseño al azar con una estructura factorial 3×2.

Resultados y discusión

En el presente trabajo el nivel de LAD afectó a la digestibilidad de la mayoría de los nutrientes, como ha sido observado previamente por varios autores (De Blas et al., 1999; Nicodemus et al., 1999; Gidenne, 2000). Así, el pienso con el nivel más bajo de LAD tuvo una mayor digestibilidad fecal aparente de la materia seca (2,7 %; MS), de la materia orgánica (2,5 %; MO), de la proteína bruta (2,9 %; PB) y de la energía bruta (2,4 %; EB), con respecto a la media de los otros dos niveles de LAD ($P < 0,05$) (Tabla 1). Este efecto está asociado a que mayores niveles de LAD provocan una reducción del tiempo de retención del alimento en el aparato digestivo (Fraga et al., 1991; Gidenne et al., 2001) y al propio efecto negativo de la lignina sobre la digestión/fermentación de los alimentos (Gidenne y Pérez, 1994; García et al., 2002a). Sin embargo, la digestibilidad del extracto etéreo (EE) aumentó un 3,8 % al incrementarse el nivel de LAD de un 5 a un 7 % ($P < 0,05$), siendo este aumento significativo a partir del 6 % LAD/MS en los piensos que incluyeron granilla y del 7 % LAD/MS en los piensos con Arbocel®. Este efecto podría deberse al mayor nivel de EE obtenido en las dietas con mayor nivel de lignina (3,4 vs 4,1 %). En este sentido, Fernández et al. (1994) observaron que el incremento de EE de un 5 a un 8 % en piensos con un 3 % de grasa añadida y un 4,4 % de LAD mejoraba la digestibilidad del EE un 12 %.

La composición química y la estructura física de la pared vegetal varían entre las distintas fuentes de fibra. Ambas, tienen efectos importantes sobre la digestibilidad (De Blas et al., 1999; García et al., 1999) y sobre la actividad enzimática del intestino (Gidenne, 2000; García et al., 2002b). Así, en este trabajo, la fuente de lignina utilizada afectó a la digestibilidad de la MS y MO, obteniendo el Arbocel® unos valores 1,4 % inferiores en ambos casos a la granilla desengrasada de uva ($P = 0,07$ y $P < 0,05$, respectivamente; Tabla 1).

El empeoramiento de la digestibilidad de la PB con el incremento del nivel de LAD en el pienso, provocó que el consumo de nitrógeno digestible (ND_i) se redujera de 80,7 g a 70,3 g respecto al nivel más bajo de LAD ($P < 0,05$). Sin embargo, no se observaron diferencias entre tratamientos en la retención de ND en el animal (0,667 g/Kg PV0,75; ND_r), ya que en estos animales mejoró la eficacia de retención del ND (33 vs. 35 %; $P < 0,05$; ERND), disminuyendo así la excreción de N en orina (26,8 vs 24,5 g/Kg PV0,75). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Maertens et al. (1997), que observaron una mejora en la eficacia de retención de nitrógeno en conejos al reducirse en contenido proteico de

los piensos. Se observó una tendencia (P=0,077) en la interacción entre la fuente y el nivel de LAD sobre la ERND, ya que con Arbocel® los valores fueron similares en los tres niveles de LAD (0,33 % de media), mientras que con granilla de uva, la eficacia fue mayor para el nivel medio y alto que para el bajo (0,36 vs 0,33 %). En el estudio del balance de energía, el nivel de lignina únicamente afectó a la cantidad de EB excretada en las heces, siendo un 2,88 % de media mayor en los niveles medio y alto respecto al bajo, como consecuencia de la peor digestibilidad de la EB observada al incrementar el nivel de LAD.

La fuente de lignina no afectó a los parámetros analizados en el estudio del balance de energía. Sin embargo, en cuanto al balance de nitrógeno, el NDi con Arbocel® fue mayor que con granilla desengrasada de uva (77,8 vs. 73,8 g ND; P<0,05). Además, la ERND se comportó de forma inversa (33 vs. 35 %; P<0,05), por lo que ND excretado en orina fue mayor en el caso del Arbocel® (157 vs. 145 g ND/ Kg PV_{0,75}), siendo el NDr similar para ambas fuentes de lignina (4,17 g ND/kg PV_{0,75}). Este resultado podría deberse a pequeñas variaciones en el perfil de aminoácidos digestibles entre ambos piensos (no medido en este trabajo).

Tabla 1. Efecto del nivel y de la fuente de lignina sobre el y la digestibilidad de los nutrientes.

	Arbocel®			Granilla			EEM ¹	P		
	B	M	A	B	M	A		F	N	FxN
CMS, g/d	163	164	165	167	163	162	4,38	NS	NS	NS
DMS, %	58,5	56,2	56,1	58,3	57,2	57,5	0,49	0,073	<0,05	NS
DMO, %	60,3	58,0	58,0	60,1	59,0	59,7	0,48	<0,05	<0,05	NS
DPB, %	73,2	69,9	72,4	73,1	71,7	70,7	0,94	NS	<0,05	NS
DEB, %	60,3	58,3	58,5	60,3	59,1	59,7	0,50	NS	<0,05	NS
DFND, %	21,8	20,2	19,3	21,2	19,7	19,4	1,02	NS	NS	NS
DEE, %	85,1 ^d	85,4 ^{cd}	89,4 ^a	84,9 ^d	86,9 ^{bc}	87,1 ^b	0,56	NS	<0,001	<0,05

¹EEM: Error estándar medio (n = 11); NS: no significativo (P > 0,1). CMS: Consumo Materia Seca. DMS: Digestibilidad Materia seca; DMO: Digestibilidad Materia Orgánica; DPB: Digestibilidad Proteína Bruta; DEB: Digestibilidad Energía Bruta; DFND: Digestibilidad Fibra Neutro detergente; DEE: Digestibilidad Extracto Etéreo. A, B y C: niveles de lignina bajo, medio y alto (5, 6 y 7 %LAD/MS, respectivamente).

Tabla 2. Efecto del nivel y fuente de lignina sobre el balance de nitrógeno y el balance de energía.

	Arbocel®			Granilla			EEM ¹	P-valor		
	B	M	A	B	M	A		F	N	FxN
Balance de Nitrógeno:										
NDi,	80,7	76,0	76,5	80,3	72,7	68,8	1,53	<0,05	<0,05	NS
ERND	33	33	34	33	36	36	0,005	<0,05	<0,05	0,077
NDr	4,19	4,13	4,19	4,25	4,25	4,00	0,010	NS	NS	NS
Nitrógeno excretado										
PyV ²	57,6	64,4	59,9	59,1	54,4	57,7	0,40	NS	NS	NS
Heces ³	126	130	127	126	131	132	0,70	NS	NS	NS
Orina ⁴	168	151	154	164	139	132	0,47	<0,05	<0,05	NS
Balance de Energía:										
EDi	42,5	40,7	40,4	42,2	39,8	39,1	1,16	NS	NS	NS
ERED	23 ^{abc}	22 ^c	22 ^{abc}	23 ^{ab}	23 ^a	22 ^{bc}	0,004	NS	NS	<0,05
EDr	242	229	236	246	239	227	6,48	NS	NS	NS
Energía excretada										
PyV ⁵	0,0025	0,0027	0,0026	0,0025	0,0024	0,0025	0,0001	NS	NS	NS
Heces ⁶	18,3	19,8	19,0	18,3	18,9	18,2	0,36	0,069	<0,05	NS
Orina ⁷	17,9	17,2	16,9	17,5	16,9	16,9	0,50	NS	NS	NS

¹EEM: Error estándar medio (n=11); NS: no significativo (P > 0,1). NDi: nitrógeno digestible ingerido (g NDi); ERND (%): eficacia de retención del nitrógeno digestible. NDr (g/Kg PV^{0,75}/d): g ND retenido en la canal entre los 34 y los 60 d. ²PyV: piel y vísceras (g N/KgPV^{0,75}): (g N retenido corporal - g N retenido canal)/Kg PV^{0,75}. ³Heces (g/KgPV^{0,75}): (N total ingerido - NDi)/Kg PV^{0,75}; ⁴Orina (g/KgPV^{0,75}): (NDr - N retenido canal - N excretado en piel y vísceras)/Kg PV^{0,75}. EDi (MJ): Energía digestible ingerida; ERED (%): eficacia de retención de energía digestible. EDr (kJ/kgPV^{0,75}/d): energía digestible retenida en la canal entre los 34 y 60 d; ⁵PyV: piel y vísceras (MJ/KgPV^{0,75}): (EB retenida corporal - EB retenida canal)/Kg PV^{0,75}; ⁶Heces (MJ/KgPV^{0,75}): (EBi - EDi)/Kg PV^{0,75}; ⁷Orina (MJ/KgPV^{0,75}): (EDr - EB retenida canal - EB excretada en piel y vísceras)/Kg PV^{0,75}. A, B y C: niveles de lignina bajo, medio y alto (5, 6 y 7 %LAD/MS, respectivamente).

Bibliografía

- 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.
- Crespo R., Alfonso C., Saiz A., Marco M., García-Ruiz A.I., Nicodemus N. 2013. Efecto de la suplementación de enzimas sobre la composición de la canal y la excreción de nitrógeno en conejos en crecimiento. En *actas del XXXVIII Symposium de Cunicultura de ASESCU*. Zamora, España, pp. 131-135.
- Crespo R., Alfonso C., Marco M., Nicodemus N. 2014. Efecto de la fuente y del nivel de lignina sobre los parámetros productivos y las características de la canal de gazapos en crecimiento. En *actas del XXXIX Symposium ASESCU*, Tudela, 2014.
- De Blas J.C., Fraga M.J., Rodríguez J.M. 1985. Units for feed evaluation and requirements for commercially grown rabbits. *J. Anim. Sci.*, 60:1021-1028.
- De Blas J.C., García J., Carabaño R. 1999. Role of fibre in rabbit diets. A review. *Ann. Zootech.*, 48:3-13.
- Fernández C., Cobos A., Fraga M.J. 1994. The effect of fat inclusion on diet digestibility in growing rabbits. *J. Anim. Sci.*, 72:1508-1515.
- Fraga M.J., Pérez de Ayala P., Carabaño R., de Blas J.C. 1991. Effect of type of fiber on the rate of passage and on the contribution of soft faeces to nutrient intake on the rate of fattening rabbits. *J. Anim. Sci.*, 69:1566-1574.
- García G., Gálvez J.F., de Blas J.C. 1993. Effect of substitution of sugar beet pulp for barley in diets for finishing rabbits on growth performance and on energy and nitrogen efficiency. *J. Anim. Sci.*, 71:1823-1830.
- 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., Gidenne T., Falcao-E-Cunha L., de Blas, J.C. 2002a. Identification of the main factors that influence caecal fermentation traits in growing rabbits. *Anim. Res.*, 51:1615-173.
- García J., Nicodemus N., Carabaño R., De Blas J.C. 2002b. Effect of inclusion of defatted grape seed meal in the diet on digestion and performance of growing rabbits. *J. Anim. Sci.*, 80:162-170.
- Gidenne T., Pérez J.M. 1994. Apports de lignines et alimentation du lapin en croissance. I. Conséquences sur la digestion et le transit. *Ann. Zootech.*, 43:313-322.
- Gidenne T. 2000. Recent advances and perspectives in rabbit nutrition: Emphasis on fibre requirements. *World Rabbit Sci.*, 8:23-32.
- Gidenne T., Arveux P., Madec O. 2001. The effect of the quality of dietary lignocellulose on digestion, zootechnical performance and health of the growing rabbit. *Anim. Sci.*, 73:97-104.
- Maertens L., Luzi F., De Groote G. 1997. Effect of dietary protein and amino acids on the performance, carcass composition and N-excretion of growing rabbits. *Ann. Zootech.*, 46:225-268.
- Nicodemus N., Carabaño R., García J., Mendez J., de Blas J.C. 1999. Performance response of lactating and growing rabbits to dietary lignin content. *Anim. Feed Science Technol.*, 80:43-54.
- Pérez J.M., Gidenne T., Lebas F., Caudron I., Arveux P., Bourdillon A., Duperray J., Messenger B. 1994. Apports de lignines et alimentation du lapin en croissance. II. Conséquences sur les performances de croissance et al mortalité. *Ann. Zootech.*, 43:323-332.
- Pérez J.M., Lebas F., Gidenne T. 1995. European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Sci.*, 3:41-43.

Saiz A., Nicodemus N., Abelleira D., Fernández A., García-Ruiz A.I. 2011a. Estudio de la composición corporal en conejos de 25 a 77 días de edad y aplicación de la técnica de impedancia bioeléctrica (BIA). En actas del XXXVI Symposium de Cunicultura de ASESCU. Peñíscola, España, pp. 89-91.

Saiz, A., Nicodemus N., Abelleira D., Fernández A., García-Ruiz A.I. 2011b. Estima de la composición corporal en conejos de 25 a 77 días de edad mediante la técnica de impedancia bioeléctrica (BIA). En actas del XXXVI Symposium de Cunicultura de ASESCU. Peñíscola, España, pp. 92-95.

Saiz A., García-Ruiz A.I., Martin E., Fernández A., Nicodemus N. 2013a. Aplicación de la técnica de Impedancia Bioeléctrica al estudio de la composición química de la canal de conejos de 35 a 63 días de edad. En actas del XXXVIII Symposium de Cunicultura de ASESCU. Zamora, España, pp. 162-165.

Saiz A., García-Ruiz A.I., Martin E., Fernández A., Nicodemus N. 2013b. Evaluación de la técnica de Impedancia Bioeléctrica (BIA) para estimar la composición química de la canal de conejos de 35 a 63 días de edad. En actas del Symposium de Cunicultura de ASESCU. Zamora, España, pp. 166-169.

Efecto de la suplementación en la dieta con levadura, vitamina E, orégano y sus combinaciones sobre la barrera intestinal y la microbiota cecal, resultados preliminares

*Effect of dietary supplementation with yeast (*S. cerevisiae*), vit E, oregano extract and their combination on GALT, villus height and caecal swabs in fattening rabbits; preliminary results*

Cardinali R.¹, Delgado R.², Magistrali C.³, Dal Bosco A.⁴, Castellini C.⁴, Carabaño R.²

¹ Mignini&Petrini SpA, Viale dei Pini, 5, 06081 Petignano di Assisi (PG), Italy

² Dep of Animal Production, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Spain

³ Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Umbria e delle Marche, Via Salvemini, Perugia, Italy

⁴ Department of Agricultural, Food and Environmental Sciences, Borgo XX Giugno, 74, 06121 Perugia, Italy

Dirección de contacto: rosa.carabano@upm.es

Resumen

El objetivo fue estudiar el efecto de la suplementación de la dieta con *Saccaromyces cerevisiae*, orégano y vitamina E sobre la barrera intestinal y algunas bacterias cecales. Se destetaron 48 conejos a los 30 d de edad y se asignaron al azar a 6 tratamientos experimentales (8 animales/tratamiento) consistentes en una dieta control (S) sin suplementación y otras 5 dietas experimentales suplementadas con 150 ppm de Vit E como control positivo (E); 0,2% de extracto de orégano (*Origanum vulgare* L.) (O); 0,15% Thepax (T); 0,15% Thepax + 0,1% extracto de orégano (TO) y 0,15% Thepax + 150 ppm Vit E (TE). En el Experimento 1 se testaron las dietas S, E y O y en el segundo las dietas T, TO y TE. A los 80 d de edad, se sacrificaron 8 conejos por tratamiento y se tomó una muestra de yeyuno, con una placa de Peyer (PP) y una muestra de contenido cecal. En el Experimento 1, la dieta tuvo un efecto sobre el desarrollo del área folicular de las PP y del perímetro de la corona. La dieta E mostró un mayor tamaño del área y el perímetro de la región folicular (45%; $P < 0,05$) respecto a la media de las dietas S y O. En el Experimento 2 no se observaron diferencias ($P > 0,05$) entre tratamientos. Los suplementos estudiados afectaron ($P < 0,05$) a la microbiota del ciego en el Experimento 2. El pienso T mostró una reducción de la presencia de *Escherichia coli* O103 respecto a los otros tratamientos (12,5 vs 60%, respectivamente). En conclusión, los resultados preliminares de este trabajo indican que la suplementación de la dieta con vitamina E, orégano y *S. cerevisiae* afecta a la arquitectura del intestino y a la población microbiana del ciego en animales en cebo. Sin embargo la existencia de interacciones entre aditivos y entre estos y los mecanismos de barrera intestinal hace necesarios más estudios para entender mejor sus acciones.

Palabras clave: Prebióticos, barrera intestinal, microbiota cecal.

Abstract

The aim of this study was been to analyse the effect of *Saccaromyces cerevisiae*, oregano and vitamin E dietary supplementation on caecal bacteria and Galt evaluation. For this study 48 weaned rabbits at 30 days of age were randomly allocated to 6 dietary groups (8 rabbits/group) that consisted in a Standard diet (S) without supplementation and other 5 experimental diets supplemented with: 150 ppm Vit E as a positive control (E); 0.2% oregano extract (*Origanum vulgare* L.) (O); 0.15% Thepax (T); 0.15% Thepax + 0.1% oregano extract (TO); 0.15% Thepax + 150ppm Vit E (TE). In the Experiment 1 it were been tested S, E and O treatments, and in the Experiment 2 T, TO and TE. At 80 days of age, 8 rabbits per diet were slaughtered. Six centimetre sample was excised from the jejunum to determine mucosal histology and Peyer patch (PP) and a sample from caecal content were cultured aerobically and anaerobically. In the first trial, the average fo-

llicles area of PP was affected by diet ($P < 0.05$). Animals fed E diet showed a hypertrophy with respect to the animals fed with S and O diets (45 % higher). In the second trial, PP average follicles were not affected ($P > 0.05$) by treatments. In the second experiment, animals fed T diet showed a lower presence ($P < 0.05$) of *Escherichia coli* O103 with respect to the other diets (12.5 vs 60 %) respectively. In conclusion, the preliminary results of the present work bring out the inclusion of vitamin E, oregano extract and *S. cerevisiae* inclusion in growing rabbit diets have an effect on gut architecture and caecal microbiota. Further study with artificial infections should be performed.

Key words: Prebiotics, GALT, caecal microbiota.

Introducción

En las granjas comerciales de conejos la existencia de enteropatías es recurrente. El tratamiento preventivo con antibióticos ha sido la forma de control más utilizada en las últimas décadas. Sin embargo, la prohibición de su utilización como promotor de crecimiento y la necesidad de demostrar su eficacia, justifica el estudio de la adición en la dieta de sustancias alternativas viables. Los gazapos comienzan a ingerir pienso sólido a los 16-18 d de edad (Szendro, 2000) y esto lleva asociado un cambio de la microbiota y el desarrollo del sistema inmunitario, aunque al destete el desarrollo parece incompleto (Carabaño et al., 2008). El tipo de bacterias intestinales regulan las características de la respuesta inmune (Kelly-Quagliana et al., 2003). Los mecanismos de barrera intestinal, en un primer paso, se ejercen por la capa que protege la mucosa y después de traspasar esta capa, bacterias o toxinas contactan con la mucosa iniciándose una respuesta inmune asociada a la mucosa donde las placas de Peyer juegan un papel fundamental. La información sobre el uso de prebióticos en conejos es escasa (Falcao e Cunha et al., 2007). En la mayor parte de los trabajos el uso de *Saccaromyces cerevisiae* o extractos de la pared de esta levadura reduce la enteritis y la mortalidad (Falcao e Cunha et al., 2007). Más recientemente algunos autores muestran que compuestos de la pared de esta levadura añadidos al pienso son capaces de modular la respuesta inmune y la microbiota tanto a nivel ileal como cecal (El Abed et al., 2012). Sin embargo, algunas veces presenta datos adversos en crecimiento y digestibilidad (Chaudhary et al., 1995; Falcão-e-Cunha et al., 2012; Rotolo et al., 2014). *Origanum vulgare* L. presenta una actividad antioxidante y una intensa actividad antimicrobiana *in vitro* (Dorman and Deans, 2000). Recientemente, Beghelli et al. (2012) observaron un efecto positivo de la respuesta inmune de gazapos destetados alimentados con dietas suplementadas con orégano. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la suplementación en la dieta de *S. cerevisiae*, orégano y vitamina E sobre algunas bacterias cecales y su efecto sobre la barrera intestinal.

Material y métodos

Los experimentos se realizaron en la granja experimental del Departamento de Biología Aplicada de la Universidad de Perugia. Se destetaron 48 conejos a los 30 d de edad, que se alojaron en jaulas individuales (600 × 250 × 330 mm) y se asignaron al azar a los 6 tratamientos experimentales (8 animales/tratamiento) consistentes en una dieta control (S) sin suplementación (Tabla 1) y otras 5 dietas experimentales suplementadas con 150 ppm Vit E como control positivo (E); 0,2 % de extracto de orégano (*Origanum vulgare* L.) (O); 0,15 % Thepax (T); 0,15 % Thepax + 0,1 % extracto de orégano (TO) y 0,15 % Thepax + 150 ppm Vit E (TE). En el Experimento 1 se testaron las dietas S, E y O y en el segundo las dietas T, TO y TE. Cada dieta contenía además 50 ppm de vitamina E, 0,5 % de ácido linoléico conjugado (CLA-L, LodeStar™) procedente de aceite de soja, 3 % de Omegalin® (Mignini&Petrini) y 0,5 % de un corrector vitamínico mineral. El extracto de orégano se obtuvo con la ayuda de enzimas de hojas de orégano utilizando agua como solvente. (Phenbio®). El Thepax® (Doxa-al) está compuesto por cepas seleccionadas de *S. cerevisiae* en medio de crecimiento (10×10^9 células de levadura/g) y fue desvitalizado mediante un tratamiento osmótico patentado, sin romper las células de levadura, ni la pared exterior, llegando a un producto final con un máximo de 1000 ufc/g. A los 80 d de edad, después de 12 h de ayuno, se pesaron 8 conejos por tratamiento, se aturdieron eléctricamente y se sacrificaron. Se tomó una muestra de 6 cm de la sección media del yeyuno, conteniendo una placa de Peyer (PP), que se conservó en una solución de formaldehído al 10 % (pH 7,2) y se procesó de acuerdo con Gómez-Conde et al. (2007). De cada animal, se recogió una muestra de contenido cecal, que se cultivó aeróbica y anaeróbicamente siguiendo el procedimiento estándar para *E. coli* y *Clostridium spp.* Las colonias sospechosas se identificaron por criterios morfológicos a partir de las placas de cultivo (Giammarioli et al., 2003; Baums et al., 2004). Los datos de morfología intestinal se analizaron mediante un análisis de varianza (procedimiento GLM) con la dieta como efecto principal, utilizando un test t para la comparación de medias. El conteo de microorganismos se analizó por el procedimiento GENMOD con la dieta como efecto principal.

Resultados y discusión

El estudio de la morfología de la mucosa y de las PP se muestra en la Tabla 2. En el experimento 1, la dieta tuvo un efecto sobre el desarrollo del área folicular de las PP y del perímetro de la corona. La dieta E mostró un mayor tamaño del área

y el perímetro de la región folicular (45%; $P < 0,05$) respecto a la media de las dietas S y O. Sin embargo, en el segundo ensayo no se observaron diferencias ($P > 0,05$) entre tratamientos. En estudios previos (Romero et al., 2012), con infección controlada de *E. coli* y *Clostridium perfringens*, los resultados sugieren que la hipertrofia en el tejido linfoide (PP en íleon y apéndice) estuvo más ligada al estímulo de la presencia de antígenos por la infección que al desarrollo por la edad. En la Tabla 3 se muestra la presencia de dos poblaciones bacterianas más relacionadas con las disbiosis más frecuentes en conejos. Sin embargo, no se observa una relación clara entre estas poblaciones y los efectos observados en el tejido linfoide. La interacción entre la presencia de potenciales patógenos y los prebióticos utilizados en este ensayo puede dar lugar a una respuesta más tolerante o resistente a los animales. La presencia de *E. coli* O103 en todos los animales del tratamiento (E) parece que puede ser responsable de la hipertrofia de las placas de Peyer y que la mucosa estuviese dañada, hasta el punto de no resistir el tratamiento de tinción y no poder medir en ningún animal la longitud de villi y criptas. Sin embargo, la misma presencia de *E. coli* permite, con la adición de orégano (O), reducir la hipertrofia de las PP. En el segundo experimento no se observaron efectos sobre el tejido linfoide, sin embargo la adición de Thepax (T) redujo la presencia de *E. coli* O103 respecto a los tratamientos TE y TO. Esta reducción también ha sido observada en cerdos al destete (Le Bon et al., 2010). Concluyendo, los resultados preliminares de este trabajo indican que la suplementación de la dieta con vitamina E, orégano y *S. cerevisiae* afecta a la arquitectura del intestino y a la población microbiana del ciego en animales en ce-

Tabla 1. Composición en ingredientes y química de la dieta control (S).

Ingredientes	(%)	Análisis químico:	(g/kg de materia fresca)
Alfalfa	31,5	Humedad	88,6
Salvado	21,0	Proteína bruta	163
Cebada	4,0	FB	190
Harina de soja 48%	3,0	Extracto etéreo	41,2
Harina de girasol	27	Cenizas	81,2
Pulpa de remolacha	4,0	FND	403
Cáscara de coco	5,0	FAD	209
Sal	0,5	LAD	47,5
Melaza	2,5		
Arcilla	1,2		
NaCl	0,3		

¹Premix por kg de dieta: vitamina A, 11.000 IU; vitamina D₃, 2.000 IU; vitamina B₁, 2,5 mg; vitamina B₂, 4 mg; vitamina B₆, 1,25 mg; vitamina B₁₂, 0,01 mg; vitamina E, 25 mg; biotina, 0,06 mg; vitamina K, 2,5 mg; niacina, 15mg; ácido fólico, 0,30 mg; ácidoD-pantoténico, 10 mg; colina, 600 mg; Mn, 60 mg; Cu, 3 mg; Fe, 50 mg; Zn, 15 mg; I, 0,5 mg; Co, 0,5 mg; lisina, 0,5 mg y metionina, 0,5 mg.

Tabla 2. Efecto de la dieta sobre la histología de la mucosa y el desarrollo de la región folicular de las placas de Peyer (PP) en yeyuno.

	1º Experimento					2º Experimento				
	S	E	O	rsd	P	T	TE	TO	rsd	P
PP área, μm^2	305.957 ^a	457.453 ^b	324.790 ^a	98.454	0,039	530.613	503.844	491.821	87.416	0,67
PP perímetro, μm	2.250 ^a	2.820 ^b	2.310 ^a	318	0,014	2.853	2.832	2.749	239	0,66
Longitud Villi, μm	706	-	674	154	0,78	683 ^a	823 ^b	706 ^a	104	0,033
Profundidad criptas, μm	90,5	-	91,6	10,8	0,89	85,7	86,6	86,9	3,07	0,77

N= 8/dieta. ^{a,b} Letras diferentes en la misma fila significan valores diferentes con $P < 0,05$. S: dieta control; E dieta S +150 ppm Vit E); O: dieta S+ 0,2% de extracto de orégano); T: dieta S + 0,15% Thepax; TE: dieta S +150 ppm Vit E; TO: dieta S +0,15% Thepax + 0,1% extracto de orégano

Tabla 3. Presencia de bacterias entérica en ciego.

	1º Experimento				2º Experimento			
	S	E	O	P	T	TE	TO	P
<i>Clostridium p.</i> , %	12,5	0	62,5	0,16	75,0	37,5	50,0	0,33
<i>Clostridium s.</i> , %	25,0	0	37,5	0,85	75,0	67,5	50,0	0,33
<i>E. coli</i> O-103, %	87,5	100	100	1,0	12,5 ^a	62,5 ^b	57,5 ^b	0,032

N= 8/dieta. ^{a,b} Letras diferentes en la misma fila significan valores diferentes con $P < 0,05$.

S: dieta control; E dieta S +150 ppm Vit E); O: dieta S+ 0,2% de extracto de orégano); T: dieta S + 0,15% Thepax; TE: dieta S +150 ppm Vit E; TO: dieta S +0,15% Thepax + 0,1% extracto de orégano

bo. Sin embargo la existencia de interacciones entre aditivos y entre estos y los mecanismos de barrera intestinal hace necesarios más estudios para entender mejor sus acciones.

Bibliografía

- Baums C.G., Schotte U., Amtsberg G., Goethe R. 2004. Diagnostic multiplex PCR for toxin genotyping of *Clostridium perfringens* isolates. *Veterinary Microbiology* 100:11-16.
- Beghelli D., Cardinali R., Caterbi S., Bistoni O., Alunno A., Gerli R., Castellini C. 2012. Phytoderivates in rabbit diet and immune responses. In: *Proc 10th World Rabbit Congress, Sharm El-Sheikh, 1019-1023.*
- Carabaño R., Badiola I., Chamorro S., García J., García-Ruiz A.I., García-Rebollar, P., Gómez-Conde M.S., Gutiérrez I., Nicodemus, N., Villamide, M.J., De Blas, J.C., 2008. Review. New trends in rabbit feeding: influence of nutrition on intestinal health. *Span. J. Agric. Res.* 6:15-25.
- Chaudhary L.C., Singh R., Kamra D.N., Pathak N.N. 1995. Effect of oral administration of yeast (*S. cerevisiae*) on digestibility and growth performance of rabbits fed diets of different fibre content. *World Rabbit Sci.* 3:15-18.
- Dorman H.J.D., Deans S.G. 2000. Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.* 8:308-316.
- El Abed N., Menoyo D., García J., Carabaño R., Pérez de Rozas A., Badiola I., Eras M.A., Tazzoli M., Trocino A., Majolini D., Xiccato G. 2012. Dietary supplementation with mannanoligosaccharides and glucans in growing rabbits. 2 Gut barrier and intestinal microbiota after weaning. In *Proc 10th World Rabbit Congress, Sharm El-Sheikh, 673-677.*
- Falcão e Cunha L., Castro-Solla L., Maertens L., Marounek M., Pinheiro V., Freire J., Mourao J.L. 2007. Alternatives to antibiotic growth promoters in rabbit feeding: a review. *World Rabbit Sci.* 15:127-140.
- Falcão e Cunha L., Pinheiro V., Freire J. 2012. Efecto del uso de un prebiótico, un probiótico o un simbiótico en dietas de conejos después del destete. In: *Proc. XXXVII Symposium de Cunicultura, Barbastro, Spain.*
- Giammarioli M., Marini C., Severi G., Micci E., Rutili D., Cagiola M. 2003. Tipizzazione molecolare di *Clostridium perfringens* mediante una PCR multiplex. *Proc. 5th Congresso Nazionale S.I.Di.L.V., Pisa, pp. 20-21*
- Gómez-Conde M.S., García J., Chamorro S., Eiras P., Rebollar P.G., Pérez de Rozas A., Badiola I., de Blas C., Carabaño R. 2007. Neutral detergent-soluble fiber improves gut barrier function in twenty-five-day-old weaned rabbits. *J. Anim. Sci.* 85:3313-3321.
- Kelly-Quagliana K.A., Nelson P.D., Buddington R.K. 2003. Dietary oligofructose and inulin modulate immune functions in mice. *Nutr. Res.* 23:257-267.
- Le Bon M., Davies H.E., Glynn C., Thompson C., Madden M., Wiseman J., Dodd C.E.R., Hurdidge L., Payne G., Le Treut Y., Craigon J., Totemeyer S., Mellits K.H. 2010. Influence of probiotics on gut health in the weaned pig. *Livest. Sci.* 133:179-181.
- Romero C., Rebollar P.G., Moscati L., Dal Bosco A., Castellini C., Cardinali R. 2012. Effect of substitution of medium-chain organic acids for zinc bacitracin in a diet containing colistin on performance and development of intestinal lymphoid tissues in growing rabbits experimentally infected with *Escherichia coli* O103 and *Clostridium perfringens* toxinotype A. *Anim. Feed Sci. Tech.* 174:174-181.
- Rotolo L., Gai F., Peiretti P.G., Ortoffi M., Zoccarato I., Gasco L. 2014. Live yeast (*S. cerevisiae* var. *boulardii*) supplementation in fattening rabbit diet: effect on productive performance and meat quality. *Livest. Sci.* 162:178-184.
- Szendr Z. 2000. The nutritional status of foetus and suckling rabbits and its effect on their subsequent productivity. In: *Proceeding of the 7th World Rabbit Congress, Valencia, 375-393.*

Respuesta reproductiva de conejas alimentadas con dietas enriquecidas con aceite de salmón

Reproductive response of rabbit does fed with salmon oil enriched diets

Rodríguez M.1, Valiente V.2, Formoso-Rafferty N.1, Masdeu M.1, García-García R.M.1, Arias-Álvarez M.3, Lorenzo P.L.1, Rebollar P.G.2*

¹Departamento de Fisiología (Fisiología Animal), Facultad de Veterinaria, UCM.

²Departamento de Producción Animal, E.T.S.I. Agrónomos, UPM.

³Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, UCM. Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid.

*Dirección de contacto: pilar.greballar@upm.es

Resumen

Un total de 136 conejas nulíparas se alimentaron *ad libitum* desde las 10 semanas de edad con dos piensos isofibrosos, isoenergéticos e isoproteicos formulados con dos fuentes de grasa diferentes: manteca (grupo C; n=68) y un suplemento a base de aceite de salmón rico en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) n-3 (grupo P, n=68) con un nivel de inclusión de 1,5 % (7,5 g/kg) hasta el primer parto y de 3 % (15g/kg) hasta el 2º destete. El peso y la composición corporal de las conejas a lo largo del estudio fueron similares entre grupos a pesar de que las conejas del grupo P redujeron el consumo al incrementar el nivel de inclusión de PUFA n-3. La prolificidad, el peso de los gazapos al nacimiento y el número de destetados fue similar en los dos grupos pero en los gazapos del grupo C la ganancia media diaria tendió a ser mayor, así como su peso al destete. No obstante, la fertilidad media fue más de un 12 % superior en las conejas del grupo P, por lo que, el número estimado de gazapos destetados por coneja y año resultó mayor en ellas. En conclusión, el incremento en los niveles de inclusión de ácidos grasos poliinsaturados n-3 de 7,5 a 15 g/kg después del primer parto disminuyó el consumo de las madres reduciendo el crecimiento de sus camadas pero incidiendo positivamente sobre su fertilidad.

Palabras clave: Ácidos grasos poliinsaturados n-3, aceite de salmón, productividad, fertilidad, conejas.

Abstract

A total of 136 nulliparous rabbit does were fed *ad libitum* since 10 weeks of age with two isofibrous, isoenergetic and isoproteic diets supplemented with two different fat sources: lard for control diet (C group; n=68) and a salmon oil supplement rich in polyunsaturated fatty acids n-3 (P group; n=68) with an inclusion level of 1.5 % (7.5 g/kg) until the first parturition and 3 % (15g/kg) until the second weaning. Body weight and composition were similar between groups throughout the experiment in spite of supplemented does reduced feed intake when supplementation was increased. Prolificacy, kits body weight at birth and number of weaned kits were similar between groups, nevertheless, in the control ones, the daily gain and body weight average at weaning tended to be higher. Nonetheless, P does showed higher fertility, thus the estimate number weaned kits per doe and year was higher in this group. In conclusion, the increase of polyunsaturated fatty acids n-3 inclusion from 7.5 to 15 g/kg after first parturition, decreased feed intake of does, reducing litters growth but having a positive effect on fertility.

Key words: Polyunsaturated fatty acids n-3, salmon oil, productivity, fertility, rabbit does.

Introducción

En trabajos recientes (Rebollar et al., 2014), se ha demostrado que el enriquecimiento de los piensos de las conejas desde la recría con ácidos grasos poliinsaturados (PUFA n-3) procedentes de aceite de salmón (7,5 g/kg), altera la composición de la grasa periovárica e incrementa las concentraciones de progesterona los días 5 y 7 post-ovulación. Esto se traduce

jo en un número inferior de nacidos muertos a segundo parto y en un peso y una longitud mayor de los fetos que en definitiva, sugiere un efecto acumulativo a largo plazo de este suplemento.

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar si estos resultados se pueden mejorar duplicando la dosis de suplementación desde la primera lactación y ver su incidencia en la productividad.

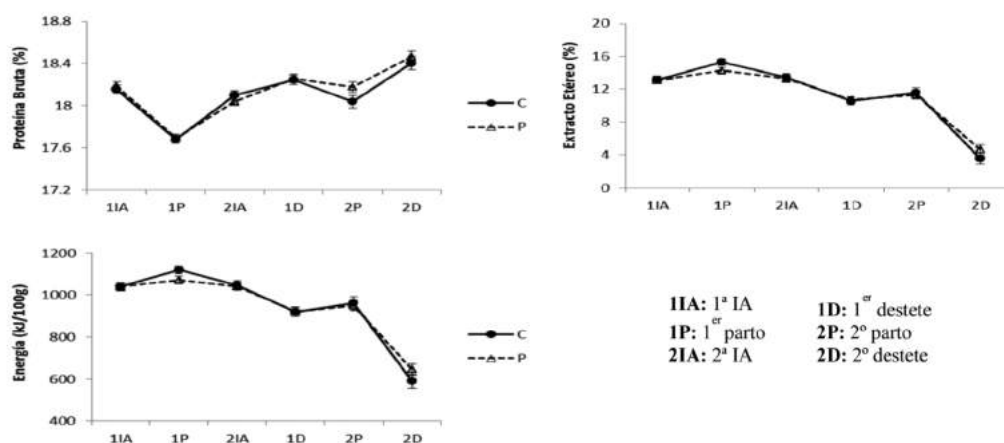
Material y métodos

Un total de 136 conejas (*Oryctolagus cuniculus*) híbridas (Neozelandés blanco × Californiano), se distribuyeron al azar en dos grupos desde las 10 semanas de edad. Hasta el primer parto se les suministró *ad libitum* dos piensos con igual composición en ingredientes y valor nutritivo (2400 kcal ED/kg, 36% FND y 16% PB), pero formulados con diferentes fuentes de grasa. En el grupo P (PUFA, polyunsaturated fatty acids n-3, n=68) se incluyó un 1,5% (7,5 g/kg) de un suplemento con un 50% de extracto etéreo, concentrado en AG n-3 [13% DHA, ácido docosahexaenoico (C22:6 n-3), 3% DAPA, ácido docosapentaenoico (C22:5 n-3), 7% EPA, ácido eicosapentaenoico (C20:5 n-3), 7% de ácido octadecatetraenoico (C18:4 n-3) y 2% de ácido linolénico (C18:3 n-3)] a partir de aceite refinado de salmón (Optomega 50, Optivite, International Ltd., España) que a partir de la primera lactación se duplicó a un 3% (15 g/kg) hasta el segundo destete. En el grupo C (control, n=68) se utilizó 0,75% de manteca como fuente de grasa durante toda la prueba.

A las 16 semanas de edad, con un peso medio de $4062 \pm 30,5$ g, se inseminaron por primera vez. Cada dosis seminal contenía 20×10^6 espermatozoides en 0,5 ml de diluyente (Magapor S.L., Zaragoza, Spain). La ovulación se indujo con 20 µg i.m. de Gonadorelina (Inducel-GnRH, Lab. Ovejero, León, Spain). La segunda IA se llevó a cabo bajo los mismos parámetros 11 días post-parto. Se determinó la fertilidad [(número de partos/número de inseminaciones) $\times 100$] y el número y peso de los gazapos nacidos vivos (NV) y muertos (NM). Los gazapos se pesaron a los 21 y 32 días de lactación (destete), se calculó la ganancia media diaria (GMD) y la mortalidad en lactación. La producción de leche se estimó mediante el peso de la camada a los 21 días de edad utilizando la ecuación de regresión: Producción de leche (kg) = $0,75 + 1,5 PC_{21}$, donde PC_{21} es el peso de la camada a los 21 días de lactación (De Blas et al., 1995). Asimismo, se determinó el consumo de las conejas en gestación y lactación y la composición corporal de las madres el día de la inseminación artificial, del parto y del destete en ambos ciclos productivos mediante un análisis de impedancia bioeléctrica (Model Quantum II, RJL Systems, Detroit, MI, USA). Para estimar el contenido en proteína bruta, grasa, y energía de las conejas se utilizaron las ecuaciones de Pereda et al. (2010). Para estimar la productividad se calcularon índices productivos anuales (gazapos destetados/coneja y año y kg destetados/coneja y año), considerando la fertilidad media de cada grupo experimental así como el hipotético intervalo entre partos (42 días), teniendo en cuenta un manejo reproductivo semi-intensivo (inseminaciones a 11 días post-parto).

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc., 2001) estudiándose el efecto de las dietas, el ciclo y su interacción sobre la fertilidad, prolificidad, consumo, producción de leche, mortalidad, GMD y peso de las camadas con un modelo de medidas repetidas (proc mixed).

Figura 1. Evolución de la composición corporal estimada en conejas alimentadas con un pienso comercial (C) y un pienso enriquecido con ácidos grasos poliinsaturados n-3 (P).



Resultados y discusión

Los resultados obtenidos en relación a la composición corporal de las conejas durante el experimento se muestran en la Figura 1. El tipo de pienso no afectó a dichos parámetros dado que las dietas estaban formuladas para ser isoproteicas e isoenergéticas y el perfil de ácidos grasos no tiene por qué alterar la composición corporal en cuanto a porcentajes de grasa o proteína del animal (Rebollar et al., 2014). No obstante, se observaron variaciones ($P < 0,0001$) en las distintas fases productivas.

Figura 2.A. Fertilidad de conejas reproductoras alimentadas con dietas C y P.

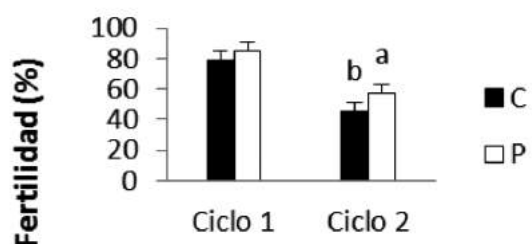
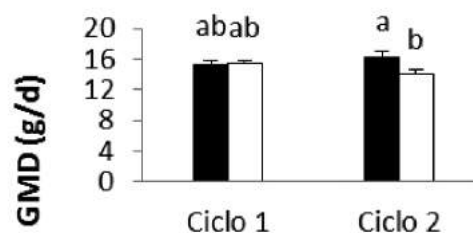


Figura 2.B. GMD de gazapos cuyas madres son alimentadas con dietas C y P.



Durante la gestación, las necesidades energéticas aumentaron progresivamente a medida que se acercó el momento del parto debido al desarrollo de los fetos, que es exponencial en la última semana de la misma. Además, al final de la gestación la coneja reduce la ingesta de alimento (Lebas, 1972), por lo que el déficit energético y la reducción de la proteína corporal provocaron la movilización de las reservas adiposas. Estos cambios afectan tanto a la receptividad sexual como a la fertilidad de la coneja en el momento de la segunda IA (Parigi-Bini et al., 1992; Xiccato et al., 2005; Fortun-Lamothe, 2006; Rebollar et al., 2009), lo que explicaría la disminución que se observa en los resultados productivos del segundo ciclo en ambos grupos (Figura 2A). El estado energético de la coneja durante la gestación se ve agravado en las primíparas durante su primera lactación (Parigi-Bini et al., 1990), ya que además, tienen que hacer frente a su propio desarrollo, por lo que no son capaces de recuperar la condición corporal y al segundo destete muestran una composición corporal todavía más baja.

Aunque no se encontraron diferencias entre dietas en la fertilidad del primer ciclo (Figura 2A), en la prolificidad ($9,3 \pm 0,44$ NV y $0,6 \pm 0,23$ NM), en el peso de las camadas al nacimiento ($486 \pm 17,0$ g), ni en la mortalidad en la lactación (Tabla 1), la fertilidad del grupo P fue un 12,24% superior al grupo C en el segundo ciclo.

El consumo durante la primera gestación fue igual en ambos grupos ($139 \pm 3,3$ g/día), sin embargo, en la primera lactación, tras el incremento de inclusión del suplemento en la dieta del 1,5 al 3%, las conejas del grupo P redujeron el consumo ($360 \pm 7,4$ vs. $324 \pm 6,8$ g/día; $P < 0,01$). Estos resultados podrían indicar que un mayor porcentaje de aceite de pescado

Tabla 1. Parámetros productivos en conejas alimentadas con un pienso comercial (C) y un pienso enriquecido con ácidos grasos poliinsaturados n-3 (P).

	Dieta		Ciclo		RSM	P _D	P < f	
	Control	PUFA	1	2			P _C	P _{Dx}
n	69	80	102	47				
PL (g)	5564	5216	6469	4311	114,6	*	**	n.s.
Destetados	8,8	8,5	9,5	7,8	0,32	n.s.	**	n.s.
Peso camada destete 32d (g)	4299	3972	5095	3175	129,5	†	**	n.s.
GMD (g/d)	15,7	14,7	15,3	15,1	0,51	†	n.s.	†
Mortalidad (%)	8,4	9,4	12,4	5,3	1,71	n.s.	**	n.s.
GD ¹	47,6	52,5	54,8	45,3	1,81	*	**	n.s.
kg D ¹	23,2	24,6	29,4	18,3	0,72	n.s.	**	n.s.

PL: Producción de leche. GMD: Ganancia Media Diaria. GD¹: Gazapos destetados por coneja y año. kg D²: kg destetados por coneja y año. RSM: Cuadrado medio del error. P_D: significación de la dieta. P_C: significación del ciclo. P_{Dx}: significación de la interacción. n.s.: no significativo. †: $p < 0,1$. *: $p < 0,05$. **: $p < 0,01$.

en el pienso puede afectar a la palatabilidad (Verschuren et al., 1990) y las conejas necesitan un tiempo de adaptación a la nueva dieta, ya que más tarde, tal y como se observó en la segunda lactación, el consumo se igualó entre grupos ($321 \pm 7,6$ g/día).

La reducción del consumo y una mayor proporción de conejas gestantes en el grupo suplementado con PUFA n-3 afectó a la GMD de sus camadas que disminuyó en el segundo ciclo (Figura 2.B). Esto a su vez se tradujo en una tendencia a un menor peso de la camada al destete para los gazapos de este grupo ($P < 0,1$) y a una menor producción de leche ($P < 0,05$; Tabla 1). Estos resultados podrían explicarse debido a que en conejas gestantes la persistencia de la curva de producción de leche es menor, afectando de este modo al peso de los gazapos en el momento del destete (Lebas, 1972). Teniendo en cuenta la fertilidad de cada grupo, se estimó un total de 6,19 y 5,39 partos por coneja y año en las conejas alimentadas con la dieta P y C, respectivamente. De este modo, se observan diferencias entre dietas cuando se estiman los gazapos destetados por coneja y año, que se pierden al hablar de kilogramos de carne destetada por coneja y año. Por tanto, el incremento en los niveles de inclusión de ácidos grasos poliinsaturados n-3 de 7,5 a 15 g/kg de pienso después del primer parto, disminuyó el consumo de las madres reduciendo el crecimiento de sus camadas pero incidiendo positivamente sobre su fertilidad.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con el proyecto de investigación AGL-2011-23822.

Bibliografía

- De Blas J.C., Taboada E., Mateos G.G., Nicodemus N., Mendez J. 1995. Effect of substitution of starch for fiber and fat in isoenergetic diets on nutrient digestibility and reproductive performance of rabbits. *J. Anim. Sci.*, 73:1131-1137.
- Fortun-Lamothe L. 2006. Energy balance and reproductive performance in rabbit does. *Anim. Reprod. Sci.*, 93:1-15.
- Lebas F. 1972. Effet de la simultanéité de la lactation et de la gestation sur les performances leitières chez la lapine. *Ann. Zootech.*, 21:129-131.
- Parigi-Bini R., Xiccato G., Cinetto M. 1990. Energy and protein retention and partition in rabbit does during first pregnancy. *Cuni-Sci.*, 6:19-29
- Parigini-Bini R., Xiccato G., Cinetto M., Dalle Zotte A. 1992. Energy and protein utilization and partition in rabbit does concurrently pregnant and lactating. *Animal Production*, 55:153-162.
- Pereda N. 2010. Evaluación de la técnica del Análisis de Impedancia Bioeléctrica (BIA) para predecir la composición corporal: aplicación en conejas sometidas a diferentes sistemas de alimentación durante la recría. Tesis Doctoral., UPM. Madrid, España.
- Rebollar P.G., Pérez-Cabal M.A., Pereda N., Lorenzo P.L., Arias-Álvarez M., García-Rebollar P. 2009. Effects of parity order and reproductive management on the efficiency of rabbit productive systems. *Livestock Sci.*, 121:227-233.
- 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. *Anim. Reprod. Sci.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.02.021>.
- Verschuren P.M., Houts Muller U.M.T., Zevenbergen J.L. 1990. Evaluation of vitamin E requirement and food palatability in rabbits fed a purified diet with a high fish oil content. *Laboratory Animals*, 24:164-171.
- 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.

Parámetros productivos y digestivos de gazapos de engorde alimentados con dietas enriquecidas con aceite de salmón

Productive and digestive parameters in fattening rabbits fed with n-3 PUFA enriched diets

Valiente V., Carro M.D., Rodríguez M., Formoso-Rafferty N., Velasco B., Astillero J.R., Rebollar P.G.*

Departamento Producción Animal, ETSI Agrónomos, UPM.

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

Resumen

El objetivo del presente trabajo ha sido determinar el efecto de la suplementación con ácidos grasos poliinsaturados n-3 sobre los parámetros productivos y digestivos en gazapos durante el periodo de cebo (30-60 días). Para ello se formularon dos piensos que únicamente diferían en la fuente de grasa: manteca (grupo CON) o un producto comercial a base de aceite de salmón rico en ácidos grasos poliinsaturados n-3 (PUFA). En ambos casos, el nivel de inclusión de grasa fue de 7,5 g/kg de pienso. Cada uno de los piensos se administró a 12 camadas de gazapos de 8 animales cada una. En la mitad de las camadas de cada tratamiento se determinó semanalmente el consumo de pienso (CMD) y la ganancia de peso vivo (GMD) de los animales y al final de la prueba se sacrificaron 4 animales de cada camada. En la otra mitad de las camadas, se sacrificaron 2 gazapos de cada una a los 30 (destete), 45 y 60 días de vida para analizar los parámetros de fermentación cecal y la morfología ileal. No se encontraron diferencias ($P > 0,05$) entre tratamientos en el CMD, GMD, índice de conversión del alimento, peso al sacrificio, peso de la canal, pH y concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ en el contenido cecal, ni en la morfología ileal (longitud de vellosidades y profundidad de criptas). Los gazapos suplementados con PUFA presentaron mayores ($P < 0,001$) concentraciones de ácidos grasos volátiles en el ciego a los 30 y 45 días de edad que los gazapos control y se observó una tendencia ($P = 0,062$) a este efecto a los 60 días de edad. En conclusión, la sustitución de manteca por PUFA en la dieta no afectó al rendimiento productivo de los gazapos, pero incrementó la fermentación de la digesta en el ciego.

Palabras clave: Gazapos de engorde, ácidos grasos poliinsaturados, fermentación cecal.

Abstract

The aim of this study was to determine the effect of supplementation with n-3 polyunsaturated fatty acids on growth and digestive parameters in rabbits during the fattening period (30–60 days of age). Two diets differing in fat source were formulated: the control diet (CON) containing lard and the PUFA diet containing an n-3 poly-unsaturated fatty acids supplement from salmon oil. In both diets, fat was included at 7.5 g/kg diet. Each diet was administered to 12 litters with 8 kits each. Daily feed intake (DFI) and average daily gain (ADG) were determined in half of the litters from each treatment, and at the end of the trial 4 rabbits from each litter were slaughtered. In the rest of the litters, 2 rabbits were slaughtered at 30 (weaning), 45 and 60 days of age to analyse caecal fermentation and ileum morphology. There were no differences ($P > 0.05$) between diets in DFI, ADG, feed conversion rate, slaughter weight, carcass weight, pH and $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration in the cecum or ileum morphology (villus length and crypt depth). Rabbits fed with the PUFA diet had greater ($P < 0.001$) concentrations of volatile fatty acids in the cecum at 30 and 45 days of age compared with control rabbits, and a trend ($P = 0.062$) to the same effect was observed at 60 days of age. In conclusion, the replacement of lard with PUFA in the diet did not affect the productive response of rabbits, but stimulated digesta fermentation in the cecum.

Key words: Fattening rabbits, polyunsaturated fatty acids, caecal fermentation.

Introducción

Son muchos los trabajos que actualmente señalan la gran importancia de consumir en nuestra dieta una cantidad mínima de ácidos grasos poliinsaturados n-3 (PUFA) para evitar enfermedades de naturaleza coronaria y cáncer de distintos tipos, así como para ayudar al correcto funcionamiento del sistema inmune (Calder, 2006; Trebble et al., 2003). Sin embargo, no se han realizado suficientes estudios para determinar si la suplementación con n-3 PUFA de origen marino en especies animales de interés agroalimentario como el conejo, afectaría al rendimiento productivo durante la etapa de engorde. El objetivo de este trabajo fue determinar si la suplementación de la dieta con un producto comercial basado en aceite de salmón (rico n-3 PUFA), podría influir en distintos parámetros productivos y digestivos en conejos de engorde.

Material y métodos

Se utilizaron 24 camadas, de 8 gazapos cada una, procedentes de conejas (*Oryctolagus cuniculus*) híbridas (Neozelands blanco × Californiano) que fueron alimentadas *ad libitum* con dos piensos de igual composición en ingredientes y valor nutritivo (2400 kcal ED/kg, 36 % FND y 16 % PB), pero formulados con dos fuentes de grasa diferentes durante toda su vida productiva. El pienso PUFA incluía un 1,5 % de un suplemento (50 % de extracto etéreo) a base de aceite refinado de salmón (Optomega-50, Optivite, International Ltd., España). Este suplemento consistió en una premezcla concentrada de ácidos grasos poliinsaturados n-3 y n-6, protegida con antioxidantes naturales a base de astaxantina, en un excipiente adecuado para la incorporación en piensos de conejos, que aporta 13 % de ácido docosahexaenoico (DHA; C22:6 n-3), 3 % de ácido docosapentaenoico (DAPA; C22:5 n-3), 7 % de ácido eicosapentaenoico (EPA; C20:5 n-3), 7 % de ácido octadecatetraenoico (C18:4 n-3) y 2 % de ácido linoléico (C18:2 n-3). Este suplemento se obtiene a partir de aceites refinados de salmón atlántico (100 %) y contiene 200 mg de vitamina E por kg. En el pienso control (CON) se utilizó un 0,75 % de manteca como fuente de grasa y un 0,75 % de sepiolita para igualar el contenido en extracto etéreo de los dos piensos. Los dos piensos se presentaron en forma granulada y se suministraron *ad libitum* a las conejas madres y a los gazapos durante toda la prueba experimental. Durante el ensayo se controló automáticamente el fotoperiodo (16 h luz: 8 h oscuridad), la temperatura (19-22°C) y la humedad.

Al inicio de la prueba, se seleccionaron 24 camadas (12 procedentes de conejas que recibían el pienso CON y 12 de conejas alimentadas con el pienso PUFA) y se distribuyeron en 3 bloques en función del peso vivo medio inicial: alto (784 g), medio (694 g) y bajo (619 g). Los gazapos se destetaron a los 30 días de edad y los animales de cada camada se alojaron en una jaula de dimensiones 600 × 500 × 335 mm. A continuación, 4 camadas de cada bloque fueron adjudicadas al azar a cada una de las 2 dietas (12 camadas/dieta). En la mitad de las camadas de cada grupo experimental se determinó semanalmente el peso vivo de los animales y el consumo de pienso para calcular la ganancia media diaria (GMD) y el consumo medio diario (CMD) y el índice de conversión del alimento (IC). A los 60 días de vida, 4 gazapos de cada camada se sacrificaron por dislocación cervical, se sangraron, se visceraron y se pesó la canal caliente y fría (24 h de oreo). En la otra mitad de las camadas se sacrificaron 2 animales de cada una al destete (30 días), a la mitad (45 días) y al final del cebo (60 días) en cámara hermética de CO₂ (5 minutos), para analizar la fermentación cecal. Inmediatamente tras el sacrificio se extrajo el ciego del animal, se registró su peso y se vació su contenido. El contenido del ciego se pesó, se homogeneizó, se determinó inmediatamente su pH (Crison pH Meter Basic 20) y se tomó una muestra (2 g) para determinar su contenido en materia seca (MS) mediante su secado en estufa a 60°C hasta peso constante. Asimismo, se mezclaron 2 g de contenido cecal con 2 mL de HCl 0,5 N y la mezcla se congeló (-20°C) hasta el análisis de su contenido en ácidos grasos volátiles (AGV) y NH₃-N siguiendo los procedimientos descritos por Carro y Miller (1999). En los sacrificios realizados a los 45 y 60 días de edad, se cortó una pequeña porción de íleon (4 cm) próxima al ciego que se conservó en formaldehído (10 %). Posteriormente, se deshidrató, se tiñó con hematoxilina-eosina y se determinó la longitud de las vellosidades (Hampson, 1986) y la profundidad de las criptas al microscopio óptico, con la ayuda de un sistema de análisis de imágenes (ImageJ v 1.26 Wayne Rasband, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland 20892, USA).

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando el PROC MIXED del paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc., 2001). El efecto de la inclusión de PUFA en el pienso sobre los parámetros cecales e ileales y el peso y características de la canal se analizó mediante un análisis de varianza de una vía, considerando la camada como unidad experimental, el efecto de la inclusión del suplemento PUFA como efecto fijo y el bloque como efecto aleatorio. El efecto del tratamiento experimental sobre el consumo y ganancia de peso de los gazapos se realizó con el mismo modelo, pero con medidas repetidas en el tiempo.

Resultados y discusión

No existió mortalidad en ninguna de las camadas experimentales. Como puede observarse en la Tabla 1, no se encontraron diferencias significativas entre dietas en el CMD, la GMD ni el IC. Los valores de CMD, GMD e IC durante las prime-

Tabla 1. Resultados productivos medios de gazapos alimentados con un pienso comercial (CON; n=6 camadas) y un pienso enriquecido con ácidos grasos poliinsaturados n-3 (PUFA; n=6 camadas)

	Semana				EEM ¹	P		
	1	2	3	4		Dieta	Tiempo	Dieta x Tiempo
CMD (g/d)								
CON	84,5	130,6	145,6	146,8	2,23	0,688	<0,001	0,093
PUFA	86,0	138,1	142,6	141,2				
GMD (g/d)								
CON	48,6	52,2	46,3	32,6	3,29	0,144	<0,001	0,433
PUFA	49,0	52,0	43,6	30,9				
IC (g/g)								
CON	1,75	2,50	3,15	4,44	0,065	0,127	<0,001	0,437
PUFA	1,76	2,66	3,29	4,44				

¹ EEM: error estándar de la media.

CMD: consumo medio diario. GMD: ganancia media diaria. IC: Índice de conversión.

Tabla 2. Parámetros fermentativos en el contenido cecal de conejos sacrificados a los 30, 45 y 60 días de edad alimentados con un pienso comercial (CON; n=12 gazapos) y un pienso enriquecido con ácidos grasos poliinsaturados n-3 (PUFA; n=12 gazapos)

	pH	NH ₃ -N (mg/L)	Total AGV (mmol/g)	Proporciones molares (mol/100 mol)			
				Acético	Propiónico	Butírico	Otros ²
30 d							
CON	5,78	100,9	43,8	85,4	3,59	10,1	0,95
PUFA	5,93	89,8	62,4	86,1	4,22	9,1	0,65
EEM	0,092	16,41	4,23	0,62	0,361	0,42	0,206
P =	0,224	0,505	<0,001	0,277	0,094	0,025	0,154
45 d							
CON	5,92	122,6	54,2	78,3	4,44	15,4	1,88
PUFA	5,94	121,8	86,8	78,4	4,79	15,2	1,58
EEM	0,148	14,60	3,19	0,73	0,293	0,64	0,140
P =	0,843	0,970	<0,001	0,903	0,420	0,849	0,155
60 d							
CON	5,72	91,6	72,8	73,9	5,01	19,1	2,00
PUFA	5,59	106,7	80,4	75,1	4,35	19,0	1,58
EEM	0,032	11,22	2,69	0,88	0,229	0,74	0,132
P =	0,012	0,356	0,062	0,358	0,055	0,929	0,037

¹ EEM: error estándar de la media.² calculados como la suma de isobutírico, isovalérico y valérico.

ras 3 semanas fueron similares a los encontrados por otros autores en condiciones productivas similares (Casado et al., 2013). Sin embargo, en la semana 4 se observó un estancamiento del consumo que se atribuyó a la elevada densidad de gazapos en la jaula al final del cebo, tal y como ha sido descrito por Muguerza et al. (2008). La inclusión de PUFA en la dieta no afectó ($P>0,05$) al peso al sacrificio ni al peso de la canal caliente y fría (datos no mostrados).

No hubo diferencias ($P>0,05$) entre los dos grupos de gazapos en el peso del ciego, expresado de forma absoluta (g) ni como porcentaje del peso vivo (datos no mostrados). Tampoco se observaron diferencias ($P>0,05$) entre dietas en el pH cecal y en la concentración de NH₃-N, con la excepción del pH cecal a los 60 días, que fue menor ($P=0,012$) en los gazapos que recibieron la dieta PUFA que en los que consumieron la dieta CON (Tabla 2).

La concentración de AGV totales fue mayor ($P<0,001$) en el grupo PUFA que en el control a los 30 y 45 días de edad, y se observó una tendencia ($P=0,062$) a este mismo efecto a los 60 días edad. Las razones para estas diferencias no están claras, pero los resultados de algunos estudios sugieren que los PUFA pueden modificar la flora intestinal en pollos (Knarre-

borg et al., 2002) y en humanos (Thompson y Spiller, 1995) que alterarían la producción de AGV. En general, se observaron pocas diferencias en el perfil de AGV, aunque las proporciones molares de butírico y otros AGV fueron mayores ($P=0,025$ y $0,037$, respectivamente) en el grupo PUFA que en el control. De acuerdo con resultados de otros autores (Gidenne y Bellier, 2000), al avanzar la edad de los gazapos se observó una disminución de la proporción de acético y un aumento de la proporción de butírico.

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en la longitud de las vellosidades intestinales del íleon ($501 \pm 17,8 \mu\text{m}$ y $450 \pm 26,3 \mu\text{m}$; $P=0,989$) y ($471 \pm 28,9 \mu\text{m}$ y $480 \pm 19,1 \mu\text{m}$; $P=0,788$) para CON y PUFA a los 47 y 62 días, respectivamente. Tampoco en la profundidad de sus correspondientes criptas ($131 \pm 2,9 \mu\text{m}$ y $131 \pm 5,1 \mu\text{m}$; $P=0,105$) y ($138 \pm 3,3 \mu\text{m}$ y $146 \pm 5,3 \mu\text{m}$; $P=0,201$) que fueron similares a las descritas por otros autores (Carabaño et al., 2010).

En resumen, la inclusión de ácidos grasos poliinsaturados n-3 en el pienso de gazapos de engorde no produjo mejoras en los parámetros productivos, pero aumentó la concentración de AGV en el ciego de los gazapos, lo que podría indicar que provocó cambios en la población microbiana cecal. Las ventajas de la utilización de este tipo de suplementos pueden venir dadas por el enriquecimiento en ácidos grasos de alta calidad nutricional en la canal del animal y por su consiguiente revalorización en el mercado como alimento funcional.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con el proyecto de investigación AGL2011-23822.

Bibliografía

- Calder P.C. 2006. *n-3 Polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases. American Journal of Clinical Nutrition*, 83(suppl): 1505S-1519S.
- Carabano R., Piquer J., Menoyo D., Badiola I. 2010. *The Digestive System of the Rabbit. En Nutrition of the Rabbit, 2nd Edition. DeBlas, C and Wiseman, J eds. CABI Publishing-C A B Int, CABI Publishing, Wallingford OX10 8DE, Oxon, UK.*
- Carro D.M., Miller E.L. 1999. *Effect of supplementing a fibre basal diet with different nitrogen forms on ruminal fermentation and microbial growth in an in vitro semi-continuous culture system (RUSITEC). British Journal of Nutrition*, 82:149-157.
- Casado C., Moya V.J., Pascual J.J., Blas E., Cervera C. 2013. *Dietary fatty acid profile: effects on caecal fermentation and performance of young and fattening rabbits. World Rabbit Science*, 21:235-242.
- Gidenne T., Bellier R. 2000. *Use of digestible fibre in replacement to available carbohydrates. Effect on digestion, rate of passage and caecal fermentation pattern during the growth of the rabbit. Livestock Production Science*, 63:141-152.
- Hampson D.J. 1986. *Alteration in piglet small intestinal structure at weaning. Research in Veterinary Science*, 40:32-40.
- Knarreborg A., Simon M.A., Engberg R.M., Jensen B.B., Tannock G.W. 2002. *Effects of dietary fat source and subtherapeutic levels of antibiotic on the bacterial community in the ileum of broiler chickens at various ages. Applied and Environmental Microbiology*, 68:5918-5924.
- Muguerza M.A., García I., Eguinoa P. 2008. *Efecto de la densidad de conejos sobre los resultados técnicoeconómicos. Navarra Agraria, Nov-Dic*: 33-38.
- Thompson L., Spiller R.C. 1995. *Impact of polyunsaturated fatty acids on human colonic bacterial metabolism: An in vitro and in vivo study. British Journal of Nutrition*, 74:733-741.
- Treble T.M., Wootton S.A., Miles E.A., Mullee M., Arden N.K., Ballinger A.B., Stroud M.A., Burdge G.C., Calder P.C. 2003. *Prostaglandin E2 production and T-cell function after fish-oil supplementation: response to antioxidant co-supplementation. American Journal of Clinical Nutrition*, 78:376-82.

Impacto de Probisan en el rendimiento y la salud de los conejos de engorde

Impact of Probisan on performance and health of fattening rabbits

Ondráček J.^{1*}, Mach K.¹, Majzlík I.Sc.²

¹ VFU (Universidad Veterinaria y Farmacéutica). Brno. República Checa.

² ČZU (Universidad Checa de Agricultura). Praga. República Checa.

*Dirección de contacto: info@probisan.es

Resumen

En las dos pruebas monitorizamos el efecto de la adición del pienso probiótico PROBISAN de 0,2 % en el rendimiento y la salud de los conejos de engorde. Basándose en los resultados, podemos concluir que el enriquecimiento de piensos compuestos con PROBISAN en la concentración mencionada influyó positivamente el crecimiento, consumo pienso y la mayoría de los indicadores de la canal de conejos de engorde. PROBISAN tuvo efecto significativamente positivo en el estado de salud, donde en ambas pruebas redujo las pérdidas de conejos por mortalidad casi a la mitad.

Palabras clave: Probisan, conejo, nutrición, patología, probiótico.

Abstract

In both trials, we monitored an effect of 0.2 % probiotic PROBISAN in the feed on performance and health of fattening rabbits. Based on the results we can conclude that the enrichment of feed with PROBISAN positively influenced the growth, feed consumption and most indicators of carcass of fattening rabbits. PROBISAN had significant positive effect on the health condition, where in both tests the mortality of rabbits was reduced almost by half.

Key words: Probisan, rabbit, nutrition, pathology, probiotic.

Introducción y revisión de la literatura

Las duras condiciones económicas que actualmente prevalecen en el mercado de carne de conejo obligan a los agricultores a optimizar la cría de conejos a través de la intensificación de la producción y al mismo tiempo reducir los costos. Uno de los factores decisivos en este proceso es la área de la nutrición, debido al hecho de que los costos de alimentación representan más de la mitad del costo total y significativamente afectan también otros indicadores económicos de la cría como la intensidad de crecimiento, reflejada en el aumento de peso y en la conversión de pienso, la morbilidad y la mortalidad de los animales y por último la calidad de la carne como el producto final.

La premisa básica de la correcta nutrición de los conejos es la mezcla de pienso completa de buena calidad asegurando el curso fisiológico de la digestión y cumpliendo con todos los requerimientos nutricionales, dietéticos y estructurales de la categoría de conejos pertinente. Además de la composición de la mezcla de pienso es importante para la fisiología de la digestión, eficiencia de la alimentación, el crecimiento y la salud de los animales también es importante la función microbiana gastrointestinal (GIT). Por estas razones ya desde hace muchos años se están realizando esfuerzos a influir la representación de los diferentes géneros y especies de bacterias en el tracto GIT, que básicamente se pueden dividir en los métodos destinados ya sea para beneficiar o para inhibir ciertos grupos de microorganismos.

En el pasado, los métodos preferidos se centraron principalmente en la inhibición de la microflora no deseada, basada en el uso de estimuladores antibióticos del crecimiento, cuyo efecto está basado en el efecto antimicrobiano directo so-

bre las células bacterianas. Estos productos, sin embargo, están en declive debido a la diseminación de la resistencia a los antibióticos en la población microbiana. En el principio similar funcionan también algunos minerales, como p.e. el óxido de zinc o sulfato de cobre, que cuando se administran en concentraciones relativamente altas inhiben la flora intestinal no deseada. Su uso más amplio, sin embargo, limita la realidad que permanecen en los contenidos GIT y se excretan en las heces contaminando el medio ambiente. Otro grupo con acción selectivamente inhibidora sobre la microflora GIT consiste en los acidificantes representados por ácidos inorgánicos y orgánicos. El principio del efecto de los cambios en la composición de la población microbiana es para reducir el pH de los contenidos GIT, cuando el ambiente de este tipo se convierte para el crecimiento y multiplicación de muchas bacterias inapropiado. En algunos ácidos orgánicos con cadena corta se describe, además, como un efecto antimicrobiano directo. Otras sustancias que son capaces de reducir la cantidad de bacterias en el tracto GIT también incluyen aceites esenciales y varios extractos de plantas con propiedades antibacterianas e inmunoestimulantes. Un grupo especial representan los preparados enzimáticos que reducen la fermentación bacteriana en el tracto GIT y así aumenta el rendimiento de nutrientes para el macroorganismo.

En la actualidad son más preferidos los métodos dirigidos a los números crecientes directos o indirectos de las células bacterianas de ciertos grupos de microorganismos, actuando positivamente sobre la digestión y la condición general de los animales. Influencia indirecta microbiana GIT consiste en el suministro de sustratos llamados prebióticos, no son digeridos por el macroorganismo, pero pueden ser aprovechados por los microorganismos. Los prebióticos son definidos por Gibson y Roberfroid (1995) como componentes de la alimentación no digeribles que afectan positivamente al huésped estimulando selectivamente el crecimiento o la actividad de ciertos grupos de bacterias. Mayormente se trata de diferentes oligosacáridos que contienen fructosa (FOS - fructooligosacáridos) o lactosa (TOS - translactooligosacáridos). P.e. se demostró que el suministro de FOS conduce a un aumento de la cantidad de bifidobacterias en los contenidos GIT. Entre los prebióticos pertenecen también los oligosacáridos de manosa (MOS), que no son utilizados por las bacterias como el sustrato, pero las bacterias que se unen con ellos con sus receptores de manosa y por lo tanto se les impide en la unión a residuos de manosa en la superficie de los enterocitos del intestino.

El efecto directo en el número de microorganismos deseables consiste en la administración de probióticos, que define Fuller (1989) como una alimentación microbiana viva o suplemento alimenticio, influyendo favorablemente en el huésped mejorando su equilibrio microbiano intestinal. Los probióticos más comúnmente utilizados incluyen bacterias de los géneros *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Enterococcus* y levaduras del género *Saccharomyces*. Si el prebiótico se administra conjuntamente con una combinación de probióticos llamamos esta combinación como simbiótico.

Sobre la mejora de la digestibilidad de los nutrientes de los piensos en la cría de conejos en la aplicación de las bacterias y levaduras informa Samarasinghe y col. (2004). También Trocino y col. (2004) en sus experimentos con *Bacillus cereus* var. *toyoi* experimentaron un aumento estadísticamente significativo en la intensidad del crecimiento, lo que resultó en un mayor peso final, un mayor crecimiento diario, mejoró la conversión alimenticia y la reducción de la mortalidad en los animales de los grupos tratados. El uso de probióticos clásicos en mezclas de piensos para conejos, sin embargo, se enfrenta a un problema tecnológico asociado con alimentación de granulación, durante el cual los cultivos probióticos son expuestos a alta temperatura y presión, y estos factores causan una disminución significativa en la cantidad de células vivas. Sin embargo, es posible que el número de unidades formadoras de colonias (ufc) por unidad de peso de alimentación probióticos puede no ser limitante para el uso exitoso de estos preparados. Este hecho también se demostró por experimentos de Trocino y col. (2005), en el que no hubo diferencia estadísticamente significativa en el efecto de la alimentación con diferentes números de UFC de *Bacillus cereus* var. *toyoi*. Ese efecto positivo de los probióticos no está vinculado exclusivamente a la presencia de células vivas de cultivos probióticos se demuestra por los experimentos con fluido ruminal de autoclave llevados a cabo en terneros por Muscat y col. (2002). A pesar de que en el fluido ruminal de autoclave se suprimió completamente la posibilidad de la influencia de bacterias vivas, los autores observaron en los terneros después de la administración como una biomasa concentrada y también como supernatante el aumento de peso diario y la reducción de la diarrea. De esto se puede concluir que el efecto positivo de los probióticos participan no solamente las células vivas sino también las sustancias corpusculares y solubles que las acompañan. En este principio se ha desarrollado y probado producto de alimentación PROBISAN, que se puede definir como un pienso fermentado por levaduras y lactobacilos de carácter probiótico, enriquecido con oligoelementos seleccionados, apoyando el desarrollo de la microflora deseable en el tracto digestivo de los animales.

Material y métodos

Verificación de PROBISAN, fabricado por BIOKRON s.r.o. Blucina, se llevó a cabo en dos pruebas consecutivas de engorde. En ambas pruebas siempre se utilizaron dos grupos, experimental y control, cada uno con 25 piezas de la final de conejo de engorde híbrido HY PLUS combinación x PS 59 PS 19, adquiridos a la edad de 35 días de la cría corriente. La prueba personalizada se inició después de una semana de aclimatación a los 42 días de edad de conejos y terminó sacri-

ficando cada uno de los animales engordados después de alcanzar 2600 g de peso vivo. El grupo experimental y el de control estuvieron separados en jaulas de dos pisos en los establos experimentales de la Facultad de Agrobiología, Alimentos y Recursos Naturales de la Universidad Checa de Agricultura en Praga. Todos los conejos fueron alimentados con una mezcla de pienso completo para conejos de engorde BIOSTAN KV. Los conejos del grupo experimental tuvieron esta mezcla enriquecida mediante la adición de PROBISAN de 2 kg (es decir, 0,2 %) por tonelada de la mezcla. La mezcla se administró a todos los animales como una única alimentación en la cantidad de *ad libitum* y con la adición del coccidiostático Robenidin después de alcanzar el peso vivo de 2000 g, lo que corresponde aproximadamente de 10 a 14 días antes de sacrificarlos cuando los conejos se alimentaron con las respectivas mezclas sin coccidiostáticos. A la edad de 48 días eran todos los conejos vacunados contra la plaga de conejos.

En ambos experimentos, todos los conejos de prueba y de control desde el día 42 de edad fueron individualmente pesados semanalmente y se midió el consumo de pienso. De estos datos se calcularon a continuación, para cada grupo los valores medios de peso vivo al principio y al final del engorde, edad al sacrificarlos, peso vivo total y diario, consumo de alimento, conversión de la alimentación y en general. Durante el experimento, se registraron muertes de conejos en los grupos experimentales y de control y con el examen anatomopatológico se investigaron las causas. Después de sacrificar a los conejos se ajustan de forma individual los siguientes indicadores de la canal de los cuales se calcularon los promedios para cada grupo:

- Peso vivo antes de se sacrificio después de 10-12 horas de ayuno
- Peso de la canal : canal más los riñones, la grasa de riñonada + cabeza + hígado
- Rendimiento de la canal = $\frac{\text{peso de canal}}{\text{peso vivo antes de sacrificio}} \times 100$
- El peso del lomo
- Peso de los muslos
- Peso de la piel

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos se resumen en las tablas 1 y 2. La tabla 1 resume los valores medios de rendimiento de engorde y el estado de salud en la prueba 1 y 2, caracterizados por los parámetros de crecimiento, consumo de alimento y el nú-

Tabla 1. Valores promedios de los indicadores del rendimiento.

Grupo	Prueba 1		Prueba 2		Resumen	
	Experim.	Control	Experim.	Control	Experim.	Control
Piezas (en total/valoradas)	24/21	25/19	25/21	25/18	49/42	50/37
Peso vivo al principio (g) (42. den)	1269,52 ± 87,32	1270,52 ± 135,75	1057,14 ± 123,86	1067,78 ± 136,62	1163,33 ± 150,85	1171,89 ± 169,05
Edad media en el sacrificio (días)	69,71 ± 4,00	71,05 ± 4,81	75,28 ± 5,04	77,05 ± 3,51	72,50 ± 5,31	73,97 ± 5,16
Consumo total de pienso (g)	4362,38 ± 341,01	4415,79 ± 439,45	4764,28 ± 467,32	4933,88 ± 308,01	4563,33 ± 452,36	4667,84 ± 458,56
Consumo medio diario de pienso (g)	159,41 ± 17,11	154,03 ± 14,70	144,84 ± 14,89	141,53 ± 10,42	152,13 ± 17,48	147,95 ± 14,12
Crecimiento total (g)	1358,57 ± 92,86	1343,68 ± 119,45	1560,47 ± 122,16	1542,78 ± 161,49	1459,52 ± 172,13	1440,54 ± 172,13
Crecimiento medio diario (g)	49,88 ± 6,95	47,22 ± 6,99	47,74 ± 6,85	44,43 ± 6,35	* 49,00 ± 6,88	45,86 ± 6,74
Conversión de pienso	3,22 ± 0,23	3,29 ± 0,30	3,06 ± 0,29	3,23 ± 0,34	3,14 ± 0,27	3,26 ± 0,32
Mortalidad (piezas/%)	3/12,5	6/24	4/16	7/28	7/14	13/26

* p<0,05

Tabla 2. Valores promedios de los indicadores de carcasa.

Grupo	Prueba 1		Prueba 2		Resumen		
	Experim.	Control	Experim.	Control	Experim.	Control	
Piezas (en total/valoradas)	24/21	25/19	25/21	25/18	49/42	50/37	
Peso vivo antes del sacrificio (g)	2628,10 ± 44,57	2614,21 ± 66,35	2617,62 ± 21,43	2610,56 ± 78,48	2627,75 ± 27,13	2612,43 ± 71,51	
Peso de la canal (g)	1530,00 ± 26,69	1522,00 ± 38,07	1549,52 ± 52,58	1560,00 ± 111,00	1540,38 ± 42,91	1542,58 ± 85,51	
Rendimiento de la canal (%)	57,98 ± 0,76	57,67 ± 1,14	59,19 ± 1,67	59,74 ± 3,51	58,62 ± 1,44	58,80 ± 2,78	
Peso del lomo	(g)	294,20 ± 15,39	285,30 ± 22,00	297,14 ± 15,86	309,44 ± 27,54	295,75 ± 15,51	298,48 ± 27,63
	(%) ¹	11,15 ± 0,56	10,81 ± 0,83	*11,35 ± 0,57	11,84 ± 0,89	11,25 ± 0,57	11,38 ± 1,00
	(%) ²	3,18 ± 1,08	22,77 ± 1,53	*23,09 ± 1,19	23,98 ± 0,98	23,13 ± 1,13	23,43 ± 1,39
Peso de los muslos	(g)	**462,63 ± 11,47	446,67 ± 12,34	470,00 ± 22,36	461,67 ± 23,83	*466,50 ± 18,19	454,85 ± 20,63
	(%) ¹	**17,53 ± 0,46	16,93 ± 0,52	17,53 ± 0,46	16,93 ± 0,52	* 17,75 ± 0,71	17,34 ± 0,71
	(%) ²	*36,46 ± 0,81	35,66 ± 0,76	36,46 ± 0,81	29,30 ± 0,81	** 36,48 ± 0,93	35,77 ± 0,95
Peso de la piel	(g)	*452,00 ± 22,00	427,00 ± 26,30	397,00 ± 30,60	404,00 ± 28,50	423,00 ± 38,58	414,85 ± 29,49
	(%) ¹	*16,20 ± 1,09	17,13 ± 0,84	15,15 ± 1,14	15,49 ± 0,87	16,09 ± 1,41	15,81 ± 1,02

* p<0,05
** p<0,01

1 del peso vivo antes del sacrificio
2 del peso de la canal

mero de conejos muertos en cada grupo. La diferencia esencial entre la primera y segunda prueba fue la calidad de los animales sometidos a ensayo, de acuerdo con los promedios de peso vivo de los conejos en el comienzo de la prueba. Mientras que el peso vivo promedio inicial de conejos en la primera prueba fue en el grupo de control y experimental de 1.270,5 g y 1.269,5 g respectivamente, en los conejos de la segunda prueba fue sólo 1.067,8 g y 1.057,1 g respectivamente. Esta posición inicial menos favorable en la segunda prueba se manifiesta en la duración de engorde para llegar al peso vivo del sacrificio de 2600 g, y en el número de animales muertos. A pesar de esta diferencia en las dos pruebas se alcanzaron en los parámetros monitorizados muy buenos resultados, en todos los casos fueron mejores en los grupos experimentales con PROBISAN. Su inclusión fue, en animales de experimentación, probablemente mediante la modificación de la microflora intestinal y digestiva logrando un mejor consumo de alimento y mayores crecimientos diarios, lo que influyó positivamente tanto en la conversión de pienso, así como el período de engorde, el cual era más que un día más corto. Aunque los resultados muestran un alto valor nutritivo de pienso, la inclusión de PROBISAN tuvo el efecto positivo incluso en el pienso de alta calidad. Un hallazgo interesante es que esta diferencia positiva a favor del grupo experimental fue más pronunciada en la segunda prueba con animales de peor calidad. El efecto beneficioso de PROBISAN para la salud se evidencia por las pérdidas por mortalidad que se encontraban en los grupos experimentales casi la mitad que en el control y por los resultados de examen de piezas muertas. Mientras que en los conejos de los grupos experimentales se diagnosticaron como causa de la mortalidad coccidiosis leve y deficiencias agudas en la dieta, en los conejos del grupo de control fueron identificados como la causa de la muerte coliinfecciones de intestinos, aspergilosis hepática, coccidiosis severa e infección bacteriana mezclada. A base de estos diferentes hallazgos podemos sugerir un efecto positivo de PROBISAN sobre la microflora intestinal. En la valoración global no fue incluido en la primera prueba un conejo del grupo experimental debido al bajo peso corporal (sólo 1.680 g en 77 días de edad) y sin ningún síntoma aparente de enfermedad. La causa de este estado podría ser enanismo genéticamente determinado.

La tabla 2 muestra los promedios de los indicadores que caracterizan el valor de la carcasa de los grupos de control y experimentales de conejos de ambas pruebas. Los resultados que se presentan del peso de la canal, rendimiento de la canal, el peso del lomo, los muslos y la piel es evidente que las diferencias en las características observadas no han sido demasiado importantes, y si lo hubiera, eran en su mayoría a favor de los conejos de experimentación.

Bibliografía

La literatura la tienen disponible los autores.

PARTE 5

COMPORTAMIENTO DE CONSUMIDORES

- Preferencias de consumidores jóvenes por las piezas del despiece
tecnológico de la canal de conejo evaluadas mediante patrones
fotográficos

González-Redondo P., Sánchez-Bonilla A.

Preferencias de consumidores jóvenes por las piezas del despiece tecnológico de la canal de conejo evaluadas mediante patrones fotográficos

Preferences of young consumers for joints obtained from the technological division of the rabbit carcass evaluated by photographic images

González-Redondo P.*, Sánchez-Bonilla A.

Departamento de Ciencias Agroforestales. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica. Universidad de Sevilla. 41013 Sevilla. España.

*Dirección de contacto: pedro@us.es

Resumen

Una muestra de 405 jóvenes de Andalucía, con edades comprendidas entre 18 y 32 años y con un 54,3% de mujeres, se sometió a dos pruebas de valoración de fotografías con la finalidad de conocer, por una parte, su preferencia entre las piezas pata trasera, pata delantera, pieza lomo y caja torácica procedentes del despiece tecnológico de la canal de conejo y, por otra parte, su preferencia entre la pieza lomo y las chuletas de lomo obtenidas de esta pieza por sección transversal al raquis. En la primera prueba el orden de preferencia, de mayor a menor atractivo, fue la pata trasera, la pieza lomo, la pata delantera y la caja torácica ($P < 0,001$) tanto en hombres como en mujeres y si eran o no consumidores de carne de conejo. En la segunda prueba la pieza lomo fue mejor valorada que las chuletas de lomo ($P < 0,001$) por el conjunto de los sujetos de la muestra, por ambos sexos y por los jóvenes que consumían carne de conejo, mientras que los no consumidores de carne de conejo no mostraron diferencias de valoración entre ambas presentaciones ($P > 0,05$). Los resultados ilustran la mayor aceptación que pueden tener para los consumidores las piezas de la canal con mayor cantidad de carne, sugiriéndose que estas diferencias de preferencia entre piezas de la canal podrían influir en eventuales decisiones de compra de despieces de carne de conejo.

Palabras clave: Canal, despiece tecnológico, carne, preferencia, consumidor.

Abstract

A sample of 405 young people from Andalusia (Spain), aged between 18 and 32 years and 54.3% of women was subjected to two tests consisting in scoring of photographic images in order to study i) their preference among hind leg, fore leg, loin and thoracic cage joints obtained from the technological division of the rabbit carcass, and ii) their preference between the loin joint and loin chops obtained by transverse cutting of the raquis. In the first test the decreasing degree of preference was the hind leg, the loin joint, the fore leg and the thoracic cage ($P < 0.001$) in both men and women and whether they were rabbit meat consumer or not. In the second test loin joint reached higher score than loin chops ($P < 0.001$) for all the individuals in the sample, for both sexes and for young people who consume rabbit meat, while non rabbit meat consumers showed no difference in preference between the two presentations ($P > 0.05$). The results illustrate the higher acceptance that young consumers may show for joints of the carcass with higher meat content, this suggesting that differences in preference among carcass joints could influence any decisions to purchase cuts of rabbit meat.

Key words: Carcass, technological joints, meat, preference, consumer.

Introducción

Las diversas formas de presentación comercial de la canal entera de conejo son preferidas en distinta medida porque las diferencias en el embalaje y en el aspecto que ven los consumidores condicionan su percepción subjetiva como producto cárnico (González-Redondo y Sánchez-Bonilla, 2013). Por otra parte, en España, el 90 % de la carne de conejo se comercializa en forma de canal entera refrigerada, representando el despiece en trozos un 8,7 % de la carne producida (MARM, 2009). Los despieces obtenidos mediante la división tecnológica de la canal (Blasco y Ouhayoun, 1996) ofrecen alternativas a los consumidores frente a la forma tradicional de canal entera (Petracci y Cavani, 2013), que aportan ventajas tales como poder adquirir una cantidad de carne menor a la de una canal entera, poder comprar selectivamente partes por las que tenga mayor preferencia o poder adquirir piezas ya cortadas que le proporcionen mayor comodidad de cocinado. Las distintas piezas obtenidas en el despiece tecnológico de la canal de conejo difieren en sus características de apariencia y contenido de hueso, principalmente, lo que puede comportar diferencias en el grado de aceptación o preferencia por parte de los consumidores y, por ende, pudiera condicionar la decisión de consumir o de comprar dichos productos. En un intento de proporcionar presentaciones diferenciadas, se han desarrollado incluso productos evolucionados a partir del despiece tecnológico estándar, como son las chuletas o medallones de lomo (Camps, 1990). Por otra parte, por su específica percepción de la carne de conejo (González-Redondo et al., 2010) y por su estilo de vida, de consumo y de hábitos de cocina, los jóvenes pudieran ser un segmento de mercado potencialmente más idóneo o proclive al consumo de despieces de carne de conejo en detrimento de la canal entera, en comparación con los consumidores tradicionales de mayor edad. En este contexto, los objetivos de este trabajo fueron estudiar las preferencias de consumidores jóvenes: i) entre las diferentes piezas obtenidas mediante el despiece tecnológico de la canal de conejo, y ii) entre la pieza de lomo de la canal y las chuletas de lomo.

Material y métodos

Se llevó a cabo una investigación mediante entrevistas personales individuales realizadas en el año 2009, con consentimiento informado, a estudiantes que se escogieron aleatoriamente en la Universidad de Sevilla y en la Universidad Pablo de Olavide (Sevilla), procedentes de toda Andalucía. La muestra incluyó 405 jóvenes de edades comprendidas entre 18 y 32 años, siendo el 54,3 % mujeres. Todas las entrevistas se realizaron por la misma persona encuestadora.

A los sujetos se les mostraron separadamente dos juegos de fotografías, cada una de las cuales se preparó con una dimensión de 10 × 15 cm, con un fondo de color y aspecto neutros y manteniendo la proporcionalidad de las dimensiones del motivo representado. En ambos juegos de fotografías se pidió a los jóvenes que puntuaran cada una según su grado de preferencia o apetencia por la imagen representada como producto cárnico, en una escala de Likert con puntuaciones

Figura 1. Fotografías utilizadas para evaluar las preferencias entre las piezas de la canal por consumidores jóvenes; de arriba abajo y de izquierda a derecha: pata trasera, pata delantera, pieza lomo y caja torácica.

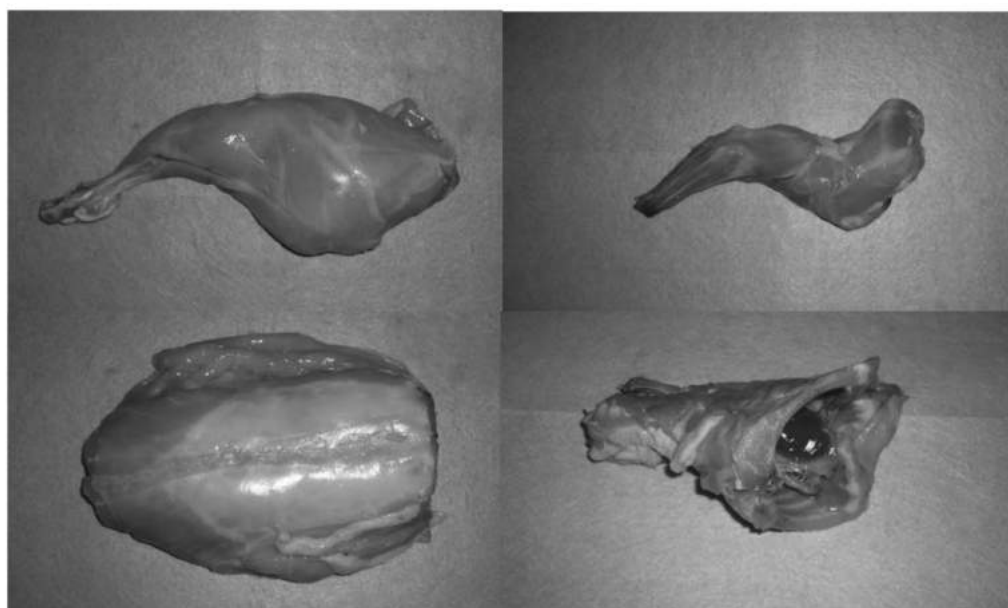
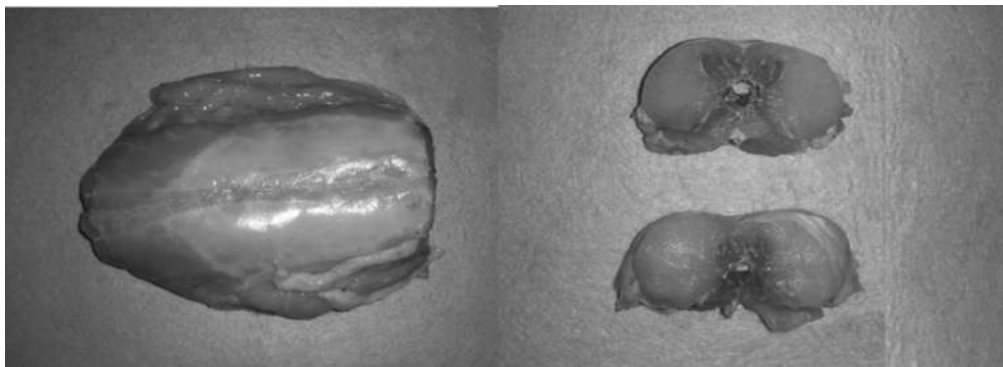


Figura 2. Fotografías utilizadas para comparar la preferencia entre la pieza lomo (izquierda) y las chuletas de lomo (derecha) por consumidores jóvenes.



de 1 a 5 según la percibieran como nada atractiva, poco atractiva, indiferente, atractiva o muy atractiva, respectivamente. Cada juego de fotografías se barajaba antes de mostrarlo al sujeto para evitar la influencia del orden de presentación de las imágenes a juzgar.

El primer juego se componía de cuatro fotografías (Figura 1), cada una de las cuales incluía una imagen de las piezas del despiece tecnológico de la canal realizado según los criterios armonizados propuestos por Blasco y Ouhayoun (1996): pata trasera, pata delantera, pieza lomo y caja torácica.

El segundo juego constaba de dos fotografías (Figura 2), una de las cuales incluía una imagen de la pieza lomo procedente del despiece tecnológico de la canal (Blasco y Ouhayoun, 1996) y la otra incluía una fotografía de dos chuletas o medallones de lomo obtenidos por sección transversal al raquis de la pieza lomo (Camps, 1990).

Además, a los encuestados se les preguntó si en la actualidad consumían carne de conejo.

Los análisis estadísticos de los resultados se realizaron con el programa SPSS 15.0 (SPSS Inc., 2006) y consistieron, para el primer juego de fotografías, en pruebas de Kruskal-Wallis para analizar las diferencias entre las puntuaciones otorgadas por los sujetos a las cuatro piezas del despiece tecnológico, seguidas de pruebas *post hoc* de comparaciones múltiples C de Dunnett. Para el segundo juego de fotografías, las diferencias de puntuaciones entre la pieza lomo y los medallones de lomo se analizaron mediante pruebas *t* para muestras relacionadas.

Resultados y discusión

La Tabla 1 muestra las valoraciones atribuidas por los jóvenes a las piezas obtenidas mediante el despiece tecnológico de la canal de conejo. En todos los casos, tanto para ambos sexos como si los encuestados eran o no consumidores de carne de conejo, hubo diferencias significativas ($P < 0,001$) en la preferencia por las piezas, de manera que de mayor a menor grado de atractivo se situaron la pata trasera, la pieza lomo, la pata delantera y la caja torácica. Esta situación se corresponde con la mayor aceptación que, usualmente, tienen las piezas con mayor cantidad de carne y, por tanto, con menor

Tabla 1. Preferencias de los jóvenes entre las piezas obtenidas en el despiece tecnológico de la canal de conejo (media±error típico).

	n	Pata trasera	Pata delantera	Pieza lomo	Caja torácica	P
Sexo						
Hombre	185	4,19±0,07d	3,32±0,08b	3,72±0,07c	2,42±0,08a	***
Mujer	220	3,45±0,08d	2,59±0,07b	3,08±0,08c	1,53±0,05a	***
Consume conejo						
Sí	170	4,35±0,06d	3,42±0,09b	3,84±0,07c	2,49±0,09a	***
No	235	3,38±0,07	2,56±0,07	3,04±0,07	1,54±0,05	***
Total	405	3,79±0,05d	2,92±0,06b	3,38±0,06c	1,94±0,05a	***

***: $P < 0,001$. ^{a-d}Medias en una misma fila con letras distintas difieren significativamente ($P < 0,05$). Puntuaciones de 1 a 5 según la valoración de la pieza como nada atractiva, poco atractiva, indiferente, atractiva o muy atractiva, respectivamente.

Tabla 2. Preferencias de los jóvenes entre la pieza lomo y las chuletas de lomo de conejo (media±error típico).

	n	Pieza lomo	Chuletas de lomo	P
Sexo				
Hombre	185	3,62±0,07	3,21±0,09	***
Mujer	220	3,08±0,08	2,77±0,08	***
Consumo conejo				
Sí	170	3,82±0,07	3,15±0,09	***
No	235	2,97±0,07	2,84±0,08	n.s.
Total	405	3,33±0,06	2,97±0,06	***

***: P<0,001. n.s.: P>0,05. Puntuaciones de 1 a 5 según la valoración de la pieza como nada atractiva, poco atractiva, indiferente, atractiva o muy atractiva, respectivamente.

contenido de hueso, circunstancia especialmente notable en la pata trasera (valorada en promedio como atractiva), al contrario que en la caja torácica que se caracteriza por su elevado contenido de hueso (González-Redondo, 2010) y que se percibió como poco atractiva. La pieza lomo y la pata delantera recibieron puntuaciones medias dentro del rango neutro, si bien difirieron entre sí.

No obstante, para cada pieza considerada independientemente se atribuyeron unas mayores puntuaciones (diferencias no analizadas estadísticamente) por los hombres que por las mujeres y, también, según que los jóvenes fuesen consumidores de carne de conejo o no. Ambas situaciones se corresponden con la mayor aceptación de la carne de conejo por el sexo masculino y por los consumidores habituados al producto (González-Redondo, 2010; González-Redondo et al., 2010).

La Tabla 2 muestra las puntuaciones otorgadas por los sujetos a las fotografías de la pieza lomo y de las chuletas de lomo obtenidas del mismo tipo de pieza mediante secciones transversales al raquis. Se observó que la pieza lomo fue preferida frente a las chuletas de lomo (P<0,001) por el conjunto de los sujetos de la muestra, por ambos sexos y por los jóvenes que consumían carne de conejo, mientras que los sujetos que no eran consumidores de carne de conejo no mostraron diferencias de valoración entre ambas presentaciones (P>0,05).

Análogamente al primer experimento de valoración de las piezas procedentes del despiece tecnológico, en el segundo experimento la mayor preferencia de los jóvenes por la pieza lomo en comparación con las chuletas de lomo pudo deberse a que percibieran en la primera una mayor porción de carne en comparación con las chuletas, en que las fotografías permiten ver su contenido de hueso. Sin embargo, este resultado se contradice parcialmente con las innegables ventajas que, en la práctica, aportarían las chuletas de lomo cuando deban ser cocinadas (Camps, 1990), como son el hecho de estar ya cortadas y poder graduar cómodamente con ellas la cantidad de carne a incorporar en una ración. Para dirimir esta cuestión sería interesante realizar estudios en los que se enfrente al público con el uso, cocinado y consumo de las piezas y chuletas en cuestión.

En conclusión, los consumidores jóvenes muestran preferencias diferenciales por la presentación de las distintas piezas obtenidas en el despiece tecnológico de la canal de conejo, siendo mejor percibidas aquellas piezas caracterizadas por el mayor tamaño de su masa de carne, como es el muslo, y estando peor consideradas aquellas piezas en las que se percibe mayor contenido de hueso, como es la caja torácica. Esto pudiera condicionar las decisiones de compra de despieces de carne de conejo por parte de este tipo de consumidores.

Bibliografía

- Blasco A., Ouhayoun J. 1996. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Revised proposal. *World Rabbit Science*, 4:93-99.
- Camps J. 1990. Nueva presentación de la carne de conejo chuletas de lomo. *Boletín de Cunicultura*, 50:41-44.
- González Redondo P. 2010. La producción de carne de conejo en Andalucía. En: *La producción de carne en Andalucía. Horcada I (Coord.)*. Ed. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla, pp. 375-395.
- González-Redondo P., Mena Y., Fernández-Cabanás V.M. 2010. Factors affecting rabbit meat consumption among Spanish university students. *Ecology of Food and Nutrition*, 49:298-315.

González-Redondo P., Sánchez-Bonilla A. 2013. *Preferências na forma de apresentação da carcaa comercial de coelho doméstico e bravo em jovens consumidores de Sevilha (Espanha). V Jornadas da Associação Portuguesa de Cunicultura (ASPOC). Escola Superior Agrária de Ponte de Lima (ESAV-IPCV). Refóios do Lima (Portugal). 24-25 de octubre de 2013, pp. 55-56.*

MARM. 2009. *Encuesta Nacional de Cunicultura 2008. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid. <http://www.magrama.gob.es/estadisticas/estadisticas-agrarias/2008/Cunicultura/Memoria/cm7-14332.pdf> [Consultado: 28/04/2014]*

Petracci M., Cavani C. 2013. *Rabbit meat processing: historical perspective to future directions. World Rabbit Sci., 21:217-226.*

SPSS Inc. 2006. *Manual del Usuario de SPSS Base 15.0. SPSS Inc. Chicago.*

NOTAS

NOTAS

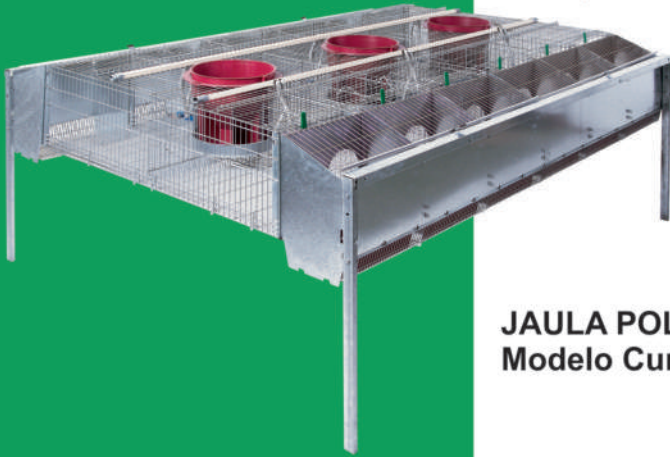
A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page below the 'NOTAS' header. It is intended for the user to write their notes.

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page. It is intended for the user to write their notes.

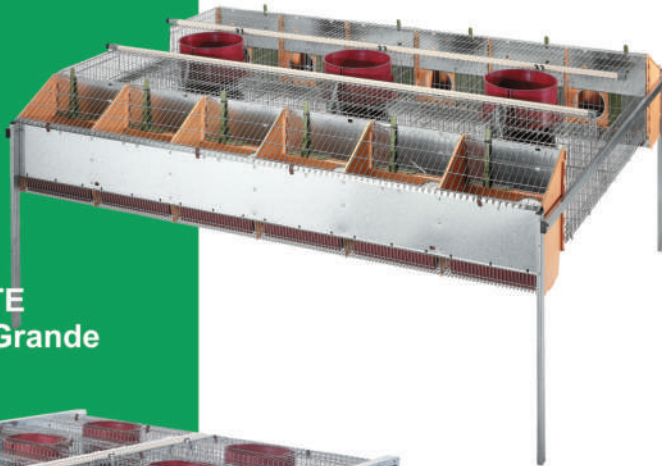
NOTAS



JAULA POLIVALENTE
Modelo Cuni-Galaxy H-G/Grande



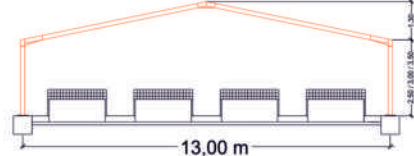
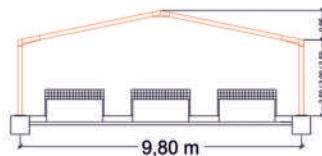
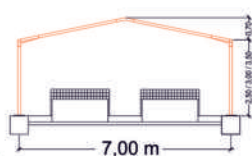
JAULA POLIVALENTE
Modelo Cuni-12 H-G/Grande



JAULA POLIVALENTE
Modelo Euro-7 H-G/Grande



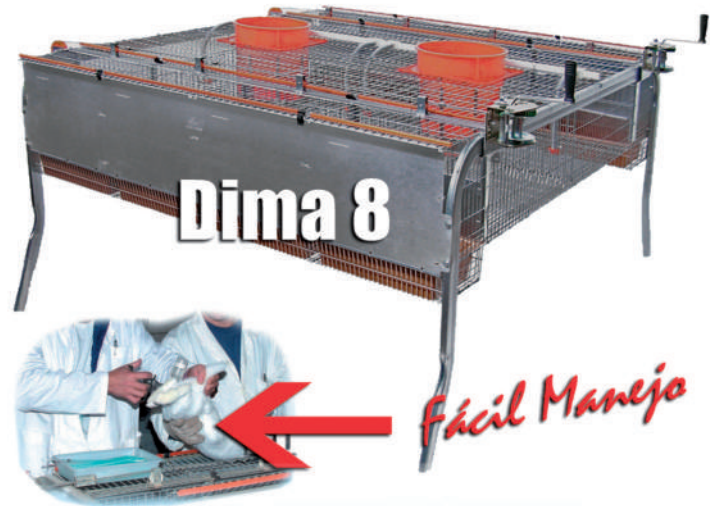
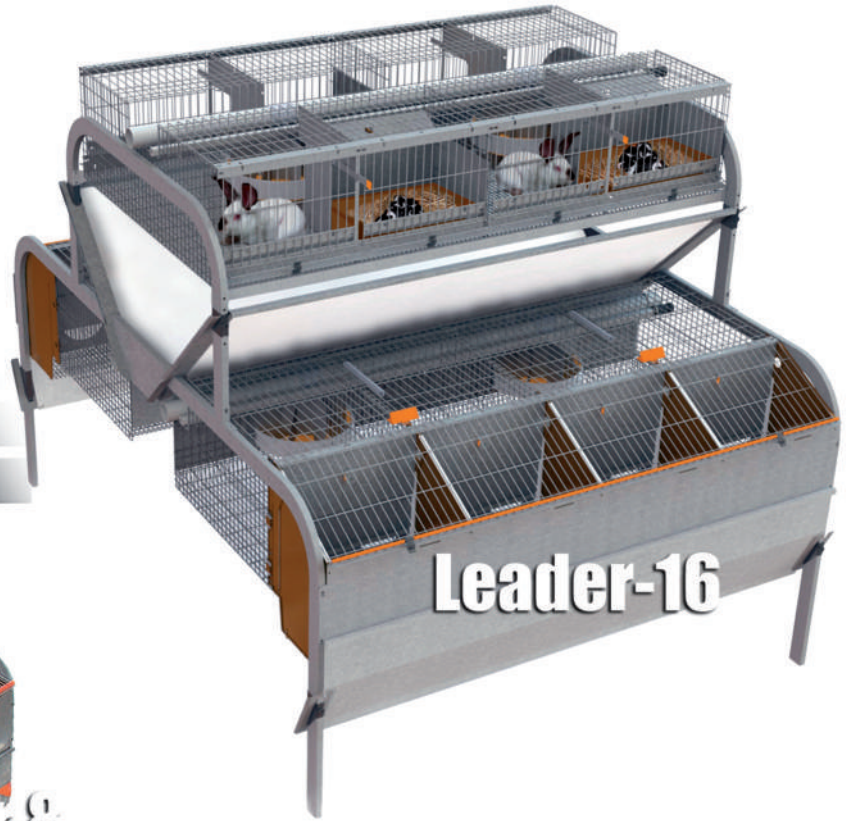
JAULA REPOSICIÓN
Modelo Cuni-32 R-30



GOMEZ Y CRESPO

www.gomezycrespo.com

- Polivalencia
- Maternidad
- Engorde
- Gestación
- Reposición
- Inseminación
- Alimentación Sin Fin
- Accesorios, limpieza, etc..



Detalle del control lactancia



NAVES
Consulte
nuestros precios
TUNELES