

Libro de actas

XXXVIII Symposium de Cunicultura de ASESCU

Zamora, 30 y 31 de mayo de 2013

Coordinadores:

Javier García Alonso

Ceferino Torres Lozano

Tomás M. Rodríguez Serrano

Pedro González Redondo

Organizan:



Patrocinan:



El XXXVIII Symposium de Cunicultura de ADESCU se celebró en el Palacio de la Alhóndiga de Zamora los días 30 y 31 de mayo de 2013.

El simposio fue organizado por:

Asociación Española de Cunicultura (ADESCU)
Asociación Zamorana de Cunicultores (CUNIZA)
Departamento de Producción Animal de la Universidad de Salamanca

Contó con el patrocinio de las siguientes instituciones:

Excma. Diputación de Zamora
Excmo. Ayuntamiento de Zamora
INTERCUN

Contó con el patrocinio de las siguientes empresas:

Gómez y Crespo
Hermi, Carne de Conejo

Contó con la colaboración de:

D. Alberto de Castro, Presidente de Asociación Zamorana de Cunicultores
D. José Emilio Yáñez García, área de Producción Animal de la Universidad de Salamanca

Los coordinadores de este libro de actas fueron:

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

Edita:

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

Datos de la imprenta

ISBN:

Depósito Legal:

PARTE 1. PONENCIAS

| | |
|---|----|
| Estimación de pesos económicos en un sistema de producción de conejos de carne , Cartuche L., Pascual M., Gómez E.A., Blasco A. | 8 |
| Nuevas tendencias en el procesado de la carne de conejo , Petracci M., Verardo V., Cavani C. | 12 |
| Costes de producción en función de la productividad , Sevilla Fernández L., Cuadriello Viego R. | 22 |
| La nueva enfermedad hemorrágica del conejo , Parra F., Dalton K.P. | 31 |
| Restricción alimentaria y “desmedicalización”. Justificación y pruebas de campo , Cuadriello Viego R., Domínguez Baro O., Miguel Casado C., Sevilla Fernández L. | |
| ¿Qué hemos aprendido y cambiado en los últimos 15 años con la enteropatía? , Pérez de Rozas A., Aloy N., González J., Carabaño R., García J., Rosell J., Díaz J.V., Badiola I. | |

PARTE 2. PATOLOGÍA

| |
|--|
| Cómo vacunan los cunicultores contra mixomatosis y enfermedad hemorrágica vírica , Rosell J. |
| Evaluación experimental de una nueva autovacuna frente a Staphylococcus aureus en conejos , Fernández A., Borobia M., Chacón G., Sanz C., Albizu M., Baselga J.M., Pueyo R., Baselga R. |
| Efecto del origen genético, fuente de energía en lactación y uso de antibióticos en conejo de engorde , Arnau A., Cervera C., Martínez-Paredes E., Ródenas L., Pascual J.J. |
| Estudio de las poblaciones linfocitarias sanguíneas en gazapos de diferentes líneas genéticas cunícolas , García-Quirós A., Penadés M., Arnau A., Blas E., Corpa J.M., Viana D., Selva L. |
| Caracterización inmunopatológica de mastitis inducidas experimentalmente por Staphylococcus aureus , Penadés M., García-Quirós A., Corpa J.M., Selva L., Viana D. |
| Ocurrencia de infecciones endoparasitarias en conejos de granjas en Portugal , Calhoa I., Pinheiro V., Monteiro J.M., Coelho AC. |

PARTE 3. GESTIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

| | |
|---|----|
| Estrategias productivas en el sector cunícola ante una situación de crisis. Capacidad de reacción frente a mercados inestables, Rafel O., Ramon J. Piles M. | 8 |
| Seguimiento de la Estrategia de FOCCON a favor del encaje del sector en la Política Agrícola Común. Una carrera de obstáculos, Valls Pursals R., Rafel Guarro O. | 12 |
| Análisis de la evolución de resultados de gestión técnica y precios de mercado, Pascual M., Serrano P., Cartuche L., Gómez E.A. | 22 |
| Evaluación de la eficiencia de la explotación mediante un índice de productividad de las conejas, González-Redondo P., Crosta M., Finzi A. | 31 |
| Caracterización del marketing en Internet de las granjas cinegéticas comerciales españolas de conejo de monte, González-Redondo P., Finzi A. | |
| Características de las explotaciones de conejo de monte en el norte de Portugal, Pinheiro V., Outor-Monteiro D., Mourão J.L., Oliveira J. | |

PARTE 4. NUTRICIÓN

| |
|--|
| Efecto del enriquecimiento en omega 3 del pienso sobre los resultados zootécnicos de conejos en crecimiento, Colin M., Camino Callarisa A., Varella E., Chesneau G., Guillevic M., Prigent A.Y., Teillet B. |
| Variaciones del comportamiento alimentario de conejas y gazapos lactantes según el alojamiento, Faraldo L., Ródenas L., Martínez-Paredes E., Cervera C. |
| Efecto de la suplementación de enzimas sobre la composición de la canal y la excreción de nitrógeno en conejos en crecimiento, Crespo R., Alfonso C., Sáiz A., Marco M., García-Ruiz A.I., Nicodemus N. |
| Efecto del nivel de fibra soluble y treonina sobre los rendimientos productivos y digestión de gazapos tras el destete, Castillo C., Saiz A., García A.I., Delgado R., Abad R., Menoyo D., García J., Carabaño R. |
| Efecto de la suplementación de la dieta con arginina y glutamina sobre el rendimiento de las conejas y sus camadas durante las cinco primeras lactaciones, Delgado R., Abad R., Menoyo D., Carabaño R., García J. |

| | |
|---|----------|
| Efecto de las fracciones soluble e insoluble de la pulpa de remolacha sobre la microbiota ileal y cecal de gazapos tras el destete , El Abed N., Badiola I., Pérez de Rozas A., González J., Menoyo D., Carabaño R., García J. | 8 |
| Evaluación de la suplementación con SANACORE EN en el periodo de cebo de gazapo , Mora F.X., Gifra, J. | 12 |
| Uso de diferentes tipos de orujo de aceituna en dietas para conejos en engorde. Efecto sobre el crecimiento y el desarrollo visceral , Pinheiro V., Pinto A.; Outor-Monteiro D., Portela I., Mourão J.L. | 22 31 |

PARTE 5. CALIDAD DE CANAL Y CARNE

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, Saiz A., García-Ruiz A.I., Martín E., Fernández A., Nicodemus N.

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, Saiz A., García-Ruiz A.I., Martín E., Fernández A., Nicodemus N.

PARTE 6. REPRODUCCIÓN

Evaluación de diferentes diluyentes para incrementar el tiempo de conservación del semen de conejo, Guillén L., Peña A.I., Quintela L.A., Barrio M., Becerra J.J., Herradón P.G., Alonso D., Sánchez del Cueto M., Prieto C., García N., Gullón J.

Estudio a los 12 días de gestación de los caracteres uterinos y fetales en la coneja, Damico J., Torres C., Argente, M.J., García M.L.

PONENCIAS

- **Estimación de pesos económicos en un sistema de producción de conejos de carne**

Cartuche L., Pascual M., Gómez E.A., Blasco A.

- **Nuevas tendencias en el procesado de la carne de conejo**

Petracci M., Verardo V., Cavani C.

- **Costes de producción en función de la productividad**

Sevilla Fernández L., Cuadriello Viego R.

- **La nueva enfermedad hemorrágica del conejo**

Parra F., Dalton K.P.

- **Restricción alimentaria y “desmedicalización”. Justificación y pruebas de campo**

Cuadriello Viego R., Domínguez Baro O., Miguel Casado C., Sevilla Fernández L.

- **¿Qué hemos aprendido y cambiado en los últimos 15 años con la enteropatía?**

Pérez de Rozas A., Aloy N., González J., Carabaño R., García J., Rosell J., Díaz J.V., Badiola I.

Estimación de pesos económicos en un sistema de producción de conejos de carne

Economic weights in rabbit meat production

Cartuche L.^{1*}, Pascual M.², Gómez E.A.², Blasco A.¹

¹Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universitat Politècnica de València, 46022 Valencia, España.

²Centro de Investigación y Tecnología Animal, IVIA, Apartado 187, 12400 Segorbe, España.

* Dirección de contacto: luicarm2@upv.es

Resumen

Se utilizó una función de beneficio para la estimación de los pesos económicos, beneficio, ingresos y costes en función de un conjunto de caracteres productivos en una explotación de 750 reproductoras, con una persona encargada del manejo, banda única, inseminación artificial a los 11 días posparto, destete a los 35 días, y sacrificio a los 63 días entre otras características. Se estimó el peso económico absoluto y relativo de varios caracteres con datos del 2012. El coste de producción estimado fue de 1.79 €/kg de peso vivo, el beneficio por reproductora y año fue 1.69 € y el beneficio de la explotación fue de 1267 € excluyendo los costes de mano de obra y coste de oportunidad de capital. Los costes más importantes fueron la alimentación en engorde y la mano de obra (25.9% y 18.1% respectivamente con respecto al coste total). Los caracteres económicamente más importantes, calculados a partir de los pesos económicos relativos fueron el número de gazapos nacidos vivos, índice de conversión, supervivencia en engorde, fertilidad y supervivencia en lactancia. Los caracteres ganancia diaria de peso en engorde, consumo diario de pienso en engorde tuvieron poca importancia. La tasa de reposición fue el carácter con menor peso económico relativo.

Palabras clave: beneficio, peso económico, coste de producción, índice de selección

Abstract

We used a profit function based on a set of productive traits to estimate the profit, incomes and costs in a rabbitry with the most typical management techniques in Spain. The absolute and relative economic weights of several traits were also estimated. The estimated cost of production was 1.79 €/kg rabbit alive, the profit per doe and year was 1.69 € and the total profit of the rabbitry was 1267 €. Major costs were feeding fattening and labor (25.9% and 18.1% respectively over total cost). Once estimated the relative economic weights the more important traits were number of kits born alive, feed conversion rate, fattening survival, fertility and weaning survival. The daily feed intake, daily gain in fattening had little importance. The replacement rate had the lowest relative economic weight.

Key words: profit, economic weights, cost of production, index selection

Introducción

Los pesos económicos son utilizados para maximizar el beneficio en los programas de selección. Para obtenerlos es necesario describir el sistema de producción y comercialización, identificar los ingresos y costes para conocer los caracteres que más influyen en el beneficio (Blasco, 1995; Goddard, 1998; Ramón *et al.*, 2005). Armero y Blasco (1992) mostraron hace 20 años una función de beneficio para índices de selección y estimaron los pesos económicos de conejos de carne. Sin embargo, el sistema de producción de conejo de carne ha sufrido cambios importantes en las últimas décadas como la implantación de la inseminación artificial y el manejo en bandas. El objetivo de este trabajo fue estimar los pesos económicos nuevamente además del beneficio, costes e ingresos a partir de una función de beneficio, que puede tener otras utilidades.

Material y métodos

Sistema de producción

Se consideró como explotación tipo una explotación con 750 hembras reproductoras, con una persona encargada del manejo, banda única, inseminación artificial a los 11 días postparto, destete a los 35 días y sacrificio a los 63 días. Estas características se fijaron en base a la información recogida en la Encuesta Nacional de Cunicultura (MAGRAMA, 2008). La explotación contaba con dos naves idénticas con 750 jaulas polivalentes cada una para hembras reproductoras y engorde y con 105 jaulas de reposición cada una para hembras de reposición, recogida automática de estiércol y distribución mecánica del pienso mediante tornillo sinfín. La tasa de reposición media se fijó en 120% y la primera inseminación a las 18 semanas de edad. Las hembras de reposición cruzadas se adquirirían de una multiplicadora a los 63 días de edad. Las variables productivas y precios utilizados fueron descritos en Cartuche *et al.* (2013).

Como ingreso único se consideró la venta de gazapos de engorde. La venta de animales adultos no se consideró debido a que deberían consumir pienso de retirada antes de su sacrificio y esto no compensaría con el ingreso obtenido en matadero. La piel no se consideró de forma separada a la venta del gazapo de engorde.

Los costes considerados se pueden observar en la Tabla 1. El coste de mano de obra del cunicultor se estableció como el doble del salario agrario mínimo nacional (MEYSS, 2012), y se añadió un 40% más como coste de mano de obra extra. Los costes de la electricidad, agua, luz, teléfono, el mantenimiento de la explotación, material de nidos, gestoría y asociaciones fueron estimados a partir de datos proporcionados por cunicultores a bdcuni (2012). El coste total de la inversión se estimó como el coste de construcción de la instalación más los intereses nominales a dinero constante creados por un préstamo financiero al 6% (a partir de datos bancarios reales) a devolver en 10 años con una inflación media de 3%. La amortización de este capital se estimó asumiendo 30 años de vida útil y 15 años para las jaulas. Como costes administrativos se consideraron el seguro de retirada de cadáveres, el seguro agrario (ENESA, 2012) y la aportación de extensión de norma (BOE, 2011) y el coste de oportunidad se calculó como la rentabilidad que se obtendría al invertir el dinero en un plazo fijo al 2.5% (a partir de datos bancarios reales).

La función de beneficio fue expresada como ingresos menos costes. Se estimaron los costes, ingresos y beneficio por reproductora y año y por kg de peso vivo, así como el beneficio total en la explotación tipo.

Los pesos económicos de los caracteres incluidos en la función de beneficio fueron estimados mediante la derivada parcial del beneficio con respecto a cada carácter, asumiendo que el resto de caracteres se mantienen constantes (Blasco, 1995). Los pesos económicos absolutos se expresaron en forma relativa al valor del número de gazapos nacidos vivos.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se detallan los ingresos, costes y beneficio por reproductora y año y por kg de peso vivo y el porcentaje que representa cada coste con respecto al total, obtenidos a partir de la función de beneficio. Los costes variables (alimentación, inseminación artificial, compra de reposición y sanitarios) fueron de 62.1% y los costes fijos (mano de obra, amortización, suministros, amortización y administrativos) de 37.9%, similares a los obtenidos por Serrano *et al.* (2012) para el año 2010. Los costes de alimentación del engorde y mano de obra fueron los más importantes (25.9% y 18.1% del coste total, respectivamente). La persona responsable de la explotación debe tener una formación y experiencia previa, por lo que se fijó el salario del cunicultor en el doble del salario agrario mínimo. Esta decisión es subjetiva y puede ser motivo de debate por lo que se realizará un análisis de sensibilidad para la mano de obra y adicionalmente para el precio de kg de peso vivo y precio del kg de pienso en un estudio posterior. El coste total por kg de peso vivo fue de 1.79 €/kg y se encuentra dentro del rango obtenido en otras publicaciones (de 1.23 a 2.05 €/kg en los años 2006 a 2010; INTERCUN, 2006; UPA, 2007; Pascual *et al.*, 2008; Rosell y Fluvià, 2008; ITG, 2010; Serrano *et al.*, 2012). Sin embargo, se debe tener mucha precaución al comparar estos resultados debido a que han sido estimados en diferentes años, zonas productivas y situaciones concretas. El beneficio por reproductora y año, kg de peso vivo y de la explotación fue de 1.69 €, 0.01 € y 1267 € respectivamente. Estos beneficios son poco atractivos, pero en una época actual de crisis económica y laboral (tasa de paro 26%; INE, 2012) el cunicultor puede autoemplearse en la explotación con un salario anual bruto de 24040 € (incluidos en la función de bene-

TABLA 1. Distribución de ingresos, costes y beneficio por reproductora año (♀/año) y por kg de peso vivo (kg PV) y porcentaje que representa del coste total.

| | € ♀/año | €/ kg PV | % total |
|--------------------------------------|---------------|--------------|-------------|
| Ingresos (gazapos de engorde) | 207.71 | 1.808 | |
| Costes | 206.02 | 1.793 | |
| Alimentación | 93.17 | 0.81 | 45.2 |
| <i>Reproductora</i> | 29.23 | 0.25 | 14.2 |
| Gestación | 2.82 | 0.02 | 1.4 |
| Lactancia-gestación | 16.50 | 0.14 | 8.0 |
| Lactancia | 6.29 | 0.05 | 3.1 |
| Vacía | 3.61 | 0.03 | 1.8 |
| <i>Reposición</i> | 3.45 | 0.03 | 1.7 |
| <i>Descendencia</i> | 60.49 | 0.53 | 29.4 |
| Gazapos en lactancia | 7.21 | 0.06 | 3.5 |
| Gazapos en engorde | 53.28 | 0.46 | 25.9 |
| Inseminación artificial | 8.69 | 0.08 | 4.2 |
| Compra de Reposición | 11.79 | 0.10 | 5.7 |
| Sanitarios | 14.25 | 0.12 | 6.9 |
| <i>Reproductora</i> | 13.59 | 0.12 | 6.6 |
| <i>Reposición</i> | 0.66 | 0.01 | 0.3 |
| Mano de obra | 37.25 | 0.32 | 18.1 |
| <i>Reproductoras</i> | 26.07 | 0.23 | 12.7 |
| <i>Reposición</i> | 1.86 | 0.02 | 0.9 |
| <i>Engorde</i> | 9.31 | 0.08 | 4.5 |
| Suministros | 14.40 | 0.13 | 7.0 |
| <i>Agua, luz y teléfono</i> | 6.23 | 0.05 | 3.0 |
| <i>Material de nidos</i> | 1.93 | 0.02 | 0.9 |
| <i>Mantenimiento</i> | 6.23 | 0.05 | 3.0 |
| Amortización | 20.15 | 0.18 | 9.8 |
| <i>Reproductoras</i> | 7.42 | 0.06 | 3.6 |
| <i>Reposición</i> | 5.30 | 0.05 | 2.6 |
| <i>Engorde</i> | 7.42 | 0.06 | 3.6 |
| Administrativos | 6.33 | 0.06 | 3.1 |
| <i>Seguros</i> | 0.65 | 0.01 | 0.3 |
| <i>Gestoría, asociaciones</i> | 0.73 | 0.01 | 0.4 |
| <i>Aportación extensión de norma</i> | 1.15 | 0.01 | 0.6 |
| <i>Coste de oportunidad</i> | 3.79 | 0.03 | 1.8 |
| Beneficio | 1.69 | 0.015 | |

TABLA 2. Pesos económicos absolutos, estandarizados y relativos.

| Carácter | PEA | media | CVx100 | σ _p | PER |
|-------------------------------|-------|--------|--------|----------------|------|
| Fe ^a más 1% | 1.72 | 78.2 | 10 | 7.68 | 0.11 |
| NV ^a más 1 | 15.66 | 9.40 | 36 | 3.36 | 1.00 |
| SL ^a más 1% | 1.71 | 88.16 | 4 | 3.37 | 0.11 |
| SE ^a más 1% | 1.96 | 92.86 | 5 | 4.54 | 0.13 |
| TRe ^a menos 1% | 0.29 | 120 | 24 | 29.15 | 0.02 |
| CoDE ^b menos 1 g/d | 0.50 | 105.80 | 19 | 20.5 | 0.03 |
| GDE ^b más 1 g/d | 1.33 | 40.10 | 17 | 6.8 | 0.08 |
| ICE ^b menos 0.1 | 2.20 | 2.64 | 8 | 0.22 | 0.13 |

Fe=fertilidad; NV= número de gazapos nacidos vivos; SL= Supervivencia lactancia; SE=Supervivencia engorde; TRe= Tasa de reposición; CoDE= consumo diario de pienso en engorde; GDE= ganancia diaria de engorde; ICE= Índice de conversión engorde (ÍCE= g consumo de pienso/g de ganancia de peso); PEA= Peso económico absoluto (€/hembra y año); CV=coeficiente de variación; σ_p = Desviación típica del carácter; PEE=Peso económico estandarizado; PER=Peso económico relativo; ^{a,b}Valores de desviación típica obtenidos de *bd*cuni (2012) y Orengo *et al.* (2009), respectivamente.

ficio) y un beneficio empresarial bruto de 1267 €/año. Estos beneficios pudieron ser reducidos por el incremento del precio del pienso (aproximadamente un 33%; COAVRE, 2012) frente a un menor aumento del precio pagado por los mataderos (5.8% desde 2009 hasta 2012; ASESCU, 2013).

En la Tabla 2 se muestran los pesos económicos estimados de algunos caracteres de la función de beneficio. Los pesos económicos absolutos muestran la variación del beneficio de la explotación por hembra y año al variar en una unidad del carácter. Como ejemplo, una reducción de 0.1 en índice de conversión en el engorde incrementaría el beneficio en 2.20 €/hembra y año. Los pesos económicos difieren moderadamente de los reportados por Armero y Blasco (1992) hace 20 años. Los pesos económicos relativos obteni-

dos mostraron que los caracteres con mayor importancia fueron el número de gazapos nacidos vivos, índice de conversión, supervivencia en engorde, fertilidad y supervivencia en lactancia. Los caracteres ganancia diaria de peso en engorde y consumo diario de pienso en engorde tuvieron poca importancia. La tasa de reposición fue el carácter con menor peso económico relativo.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Oriol Rafel, Josep Ramon y Miriam Piles, de la Unidad de Cunicultura del IRTA, y a Ceferino Torres y Rafael Torres, del Departamento de Ciencia Animal de la UPV por sus aportaciones y comentarios. El trabajo ha estado financiado por la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación de Ecuador (SENESCYT) y por la Secretaría de Estado de I+D+i del Ministerio de Economía y Competitividad de España (PTA2011-5888-T).

Bibliografía

- Armero Q., Blasco A. 1992. Economic weights for rabbit selection indices. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15:637-642.
- ASESCU. Asociación Española de Cunicultura. 2013. Histórico de precios de lonja.
- bdcuni. Base de datos cunícolas español. 2012. Disponible en: <http://www.ivia.es>
- Blasco, A. 1995. Los pesos económicos en mejora genética animal. *ITEA*, 91A:59-79.
- BOE. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. 2011. Boletín 868.
- Cartuche L., Pascual M., Gómez E.A., Blasco A. 2013. Modelización del Beneficio de producción en cunicultura. XV Jornadas de Producción Animal. Zaragoza.
- COAVRE, Cooperativa de Avicultores y Ganaderos Valenciana. 2012.
- ENESA. Entidad Estatal de Seguros Agrarios. 2012.
- Goddard M. 1998. Consensus and debate in the definition of breeding objectives. *J. Dairy Sci.*, 81:6-18.
- INE. Instituto Nacional de Estadística de España. 2012.
- INTERCUN. 2006. *Boletín de Cunicultura*, 144:6-10.
- ITG. 2010. Boletín Informativo. Monogástricos. Boletín III, pp. 157: 4-5.
- MAGRAMA. Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente. 2008. Memoria de la Encuesta Nacional de Cunicultura. Madrid, España.
- MEYSS. Ministerio de Empleo y Seguridad Social de España. 2012. <http://www.empleo.gob.es/index.htm>
- Pascual M., Gómez E.A., Serrano P. 2008. Costes de producción en la cunicultura española en el 2008, "al límite de la resistencia económica". *XXXVIII Symposium de Cunicultura de la ASESCU*, pp. 56-59.
- Ramón M., Legarra A., Pérez-Guzmán M.D., Ugarte E. 2005. Obtención de los pesos económicos para la selección por rentabilidad. XI Jornadas sobre Producción Animal ITEA, pp. 2:131.
- Rosell J., Fluvià M. 2008. Análisis técnico económico de explotaciones cunícolas *Cunicultura*, 192:9-13
- Serrano P., Pascual M., Gómez, E.A. 2012. Estimación de costes de producción de la carne de conejo. *Boletín de Cunicultura*, 168:44-53.
- UPA. Unión de Pequeños Agricultores y Ganaderos. 2007. <http://www.upa.es>.

Nuevas tendencias en el procesado de la carne de conejo

New trends in rabbit meat processing

Petracci M., Verardo V., Cavani C.*

Dept. of Food Science, Alma Mater Studiorum - University of Bologna, Piazza Goidanich 60, 47521 Cesena (FC), Italy

**Dirección de contacto: m.petracci@unibo.it*

Resumen

Hoy en día, la demanda de productos procesados es cada vez mayor debido a su conveniencia, la seguridad de los alimentos y su calidad. Sin embargo, a pesar de que la industria del procesado alimentario está ganando cada vez más terreno y ofreciendo productos muy atractivos a los consumidores con poco tiempo para cocinar, en el mercado del conejo, éstos se siguen vendiendo casi exclusivamente por piezas enteras o troceados. Por ello, este trabajo analiza la evolución histórica del consumo de la carne de conejo y los puntos de fuerza y debilidades que presenta este tipo de carne para la fabricación de productos más elaborados. Se describen las tecnologías más prometedoras para el procesado de la materia prima mediante la explotación de las características intrínsecas de la carne de conejo con el fin de obtener productos de alto valor añadido. Además, se discuten las principales tendencias acerca de la formulación de productos cárnicos, poniendo de relieve las estrategias para proporcionar los productos cárnicos más saludables que cumplan las actuales necesidades nutricionales. Finalmente, se proponen soluciones para el procesado de la carne de conejo y su envasado.

Palabras clave: carne de conejo, procesado, tecnologías, ingredientes, envasado

Abstract

Further processed products are currently demanded due to their convenience, high food safety and quality standards. However, even if processing industry is pushing more and more towards the introduction of more attractive products for consumers having few time for meal preparation, worldwide most rabbit meat is still sold as whole carcass or cut-up parts. This review will analyse the historical evolution of rabbit meat consumption and main force and weakness factors in relation to the use of rabbit meat to manufacture further processed products. Bearing in mind these considerations, it then describes the more promising technologies to process raw meat materials in order to obtain added-value products by exploiting rabbit meat intrinsic characteristics. Major trends in meat product formulation are also discussed by highlighting strategies to provide healthier meat products meeting current nutritional needs. Finally, main solutions in rabbit meat and meat products packaging are discussed.

Key words: rabbit meat, further processing, technologies, ingredients, packaging

Introducción

En los últimos 10 años se le ha prestado mucha atención al estudio de las propiedades nutricionales y tecnológicas de la carne de conejo, así como a su relación con los factores ante-mortem y post-mortem, y prueba de ello son los numerosos trabajos de investigación realizados (Dalle Zotte, 2002; Cavani & Petracci, 2004; Hernández, 2008; Dalle Zotte & Szendro, 2011). Actualmente la carne de conejo todavía se vende por piezas enteras o troceada, y en muy poca cantidad se comercializa como producto procesado (listo para cocinar o comer, etc.). Por ello, esta área ha sido escasamente investigada y se encuentran muy pocos estudios acerca de este tema.

Sin embargo, en la actual sociedad en la que la gente tiende a vivir y trabajar en zonas urbanas, comer fuera de casa y pasar menos tiempo en la cocina (Swatland, 2010), el consumo de la carne de conejo sólo se podría fomentar si esta se introduce como ingrediente en productos elaborados (comidas preparadas y listas para comer, etc.). De otra manera, el consumo de esta carne será cada vez menor, incluso en los principales países consumidores de carne de conejo.

Este trabajo de revisión pretende recoger las soluciones más prometedoras en el ámbito tecnológico, de formulación de alimentos y envasado para explotar las características de la carne de conejo.

Evolución del consumo de la carne de conejo

Desde que se domesticó al conejo por primera vez en el sur de la península ibérica a mediados del pleistoceno, se han preparado y consumido numerosas comidas basadas en carne de conejo (Lebas *et al.*, 1997; Queney *et al.*, 2002). Los conejos que se sacrificaban, se consumían de forma inmediata, debido al pequeño tamaño de los conejos. Por ello, al contrario de lo que sucedía con animales más grandes como la vaca o el cerdo, o con grandes cantidades de pescado, en el caso del conejo se han realizado pocos esfuerzos en desarrollar productos de larga conservación como el secado o salado de la carne, la elaboración de salchichas, etc. (Fletcher, 2004).

En las sociedades rurales, muchas familias poseían algunos conejos para la producción de carne que se utilizaba en días señalados. Todavía hoy en día, la carne de conejo se asocia a determinadas festividades en muchos países del Mediterráneo. Los granjeros llevaban los conejos directamente a los mercados de abastos o los vendían a intermediarios que los sacrificaban y los preparaban para la venta a los consumidores. En el momento en el que las ciudades empezaron a crecer, la producción de alimentos de concentró con el propósito de suministrar los centros altamente habitados. El paso de una sociedad principalmente agrícola a una sociedad industrializada se dio debido a esta intensificación de la producción, los granjeros comenzaron a interesarse por la producción de un determinado alimento a mayor escala y no por la producción de pocas unidades de diferentes alimentos. A principios de los 70, la cría de conejos se convirtió en una práctica intensiva en los principales países productores de Europa como Italia, España y Francia. Para ello empleaban programas de cría intensiva, una mejor nutrición, control de enfermedades, mejora de la gestión e integración vertical. Una de las principales consecuencias de esta intensificación de la cría ha sido el aumento del tamaño de las empresas dedicadas a la cría de conejo y la disminución de los pequeños productores (Lebas *et al.*, 1997). El inicio de la venta a mayor escala para poder suministrar a los grandes centros urbanos, hizo que la carne de conejo se comenzara a vender preenvasada estando disponible la pieza entera o troceada (lomo y patas traseras). Sin embargo, incluso hoy en día la carne de conejo sigue vendiéndose en este formato, al contrario de lo que ha ocurrido con el mercado de productos procesados fabricados con otro tipo de carnes de ave, que ha aumentado significativamente en las últimas décadas (Cavani *et al.*, 2009).

Los consumidores no estaban acostumbrados a comprar carne de ave en forma de productos procesados (salchichas, embutidos, jamón, etc.) por lo que pasaron años para que estos productos se ganaran la confianza de los consumidores. No ha sido hasta que la “carne blanca” (ave y conejo), al contrario que la “carne roja” (ternera, cerdo y cordero), se comenzó a ver como saludable (altamente proteica/bajo contenido en grasa, buena relación n-6/n-3 PUFA, baja en colesterol y contenido en hierro) cuando se desarrolló el mercado de los productos procesados a base de carne de ave (Fletcher, 2004).

El enorme éxito de los productos avícolas procesados se debe, además de a sus propiedades dietéticas y nutricionales, a sus competitivos y relativamente bajos precios comparados con las carnes rojas, a la ausencia de obstáculos culturales y religiosos, y a su predisposición para el desarrollo de productos procesados debido a su sabor y textura suave que permite a los productores obtener el sabor final deseado (picante vs. suave) teniendo en cuenta las necesidades del mercado y los consumidores a los que va dirigido (adultos vs. niños) (Petracci & Bianchi, 2012). En los últimos años, la industria cunícola ha puesto muchos esfuerzos en la introducción de nuevos productos para los consumidores con poco tiempo para cocinar (Cavani *et al.*, 2009). Actualmente se demandan cada vez más los productos procesados debido a su conveniencia, aunque se requieren estándares de seguridad y calidad que puedan ser garantizados mediante sistemas de trazabilidad en las cadenas de producción integradas verticalmente (Cavani & Petracci, 2006). Este cambio en el mercado implicaría además la demanda de un aumento de la vida media y una diversificación de los productos para permitir tiempos razonables de dis-

tribución y comercialización de estos, al contrario de lo que ocurre con las grandes cantidades de alimentos básicos. A pesar de que no hay verdaderas limitaciones técnicas para la fabricación de productos elaborados con carne de conejo, la capacidad técnica siempre ha ocupado un segundo lugar con respecto a las realidades de la viabilidad económica y la comercialización. Hoy en día, muy pocos comercializan productos cárnicos elaborados con carne de conejo entre los que se encuentran hamburguesas, flamenquines y algunos alimentos infantiles. Esto es así ya que aunque la carne de conejo presenta un perfil nutricional parecido a la carne de ave, hay algunas limitaciones que impiden la difusión de productos procesados a base de conejo (Tabla 1). En primer lugar, el precio de la carne de conejo no es competitivo con respecto a la carne de ave debido a sus altos costes de producción. En el procesado de la carne de ave está muy extendido el uso de maquinaria para el deshuesado mecánico de la carne, pero este proceso no es fácilmente incorporable al procesado del conejo ya que las canales de conejo tienden a romperse con mucha facilidad dando lugar a fragmentos de huesos. Además, en muchos países el consumo humano de conejo está limitado debido a que son considerados animales de compañía.

A pesar de estos factores limitantes, la única forma de incrementar o al menos mantener los niveles actuales de consumo de carne de conejo es el desarrollo de alimentos procesados a base de carne conejo adaptándolos a las distintas necesidades de los clientes (comercio minorista, restauración, consumidor final, etc.). Esto permitirá explotar aspectos nutricionales positivos de la carne de conejo ya que esta se ajusta a la demanda del consumidor actual de carnes bajas en grasa y con un alto grado de ácidos grasos insaturados, baja en sodio, colesterol y rica en hierro (Dalle Zotte y Szendro, 2011), contribuyendo de este modo a tener una dieta equilibrada con posibles efectos preventivos sobre ciertas enfermedades crónicas (obesidad, diabetes tipo 2, cáncer y/o enfermedades cardiovasculares) (Demeyer, 2010; Corpet, 2011). Por otra parte el consumo de carne de conejo en forma de alimentos procesados también podría limitar las implicaciones éticas que suponen el consumo de carne de animales considerados domésticos en muchos países. Además, el procesado de la carne permite añadir determinados aromas comúnmente usados en la industria de la carne para cubrir el sabor típico de la carne de conejo silvestre que puede influir negativamente a los consumidores no habituales de este tipo de carne.

TABLA 1. Puntos fuertes y puntos débiles que presenta la carne de conejo en relación a su introducción como producto procesado.

| Puntos fuertes | Puntos débiles |
|---|--|
| Perfil nutricional | Mayor precio con respecto a la carne de cerdo y de ave |
| Beneficios para la salud | Difícil integración vertical en la cadena de producción |
| Tradición culinaria en la Cuenca mediterránea | Dificultad para ser procesada (p.ej. falta de sistemas de automatización para el troceado, deshuesado, etc.) |
| | Carne de sabor fuerte, muy fibrosa y no muy jugosa. |

Principales procesos tecnológicos para la formulación de productos a base de carne de conejo

Las primeras etapas en el procesado moderno son la matanza, el destripamiento y refrigeración de las canales (Cavani & Petracci, 2004). A continuación se pueden realizar el troceado de las canales, el envasado de la carne para el consumo fresco, deshuesado y sucesivo fraccionamiento para la formulación de productos específicos (marinado, empanado....), cocción y envasado. De todas formas hay que decir que estas definiciones son arbitrarias y pueden cambiar a lo largo del tiempo y pueden ser usadas de manera diferente por parte de diferentes empresas y/o países.

Es importante tener en cuenta que el procesado se refiere a una aproximación industrial para la producción de productos “pre-preparados” en lugar de productos preparados para el consumo inmediato (Fletcher, 2004).

A continuación se describen las tecnologías más prometedoras para el procesado de la carne de conejo.

Corte, deshuesado y fraccionamiento

La mayoría de la carne de conejo procesada es vendida para el consumo directo o para su uso en restaurantes o mercados institucionales. Cada uno de estos mercados necesita una gran uniformidad en cuanto al tamaño de las piezas de conejo y cortes especiales para el control del fraccionamiento. La uniformidad de los trozos es crítica para los protocolos de cocción, controles de inventario y para satisfacer las expectativas del consumidor. Debido a la especificidad y dificultad de los cortes, en la mayoría de los casos se opta por un corte manual.

Los consumidores normalmente prefieren comprar solo la canal entera o un corte específico (p. ej. lomo, pata). Este tipo de demanda no es tan específica como la de clientes de mayor consumo, por ello los cortes genéricos son aceptables y más apropiados para su adaptación a sistemas mecánicos de corte. Aunque estos sistemas están disponibles desde hace años, están siempre sujetos a estudios de investigación y desarrollo. Debido al relativamente pequeño volumen de carne de conejo que se vende en trozos, hay pocas líneas dedicadas a cortes específicos y lo más frecuente es que los cortes se realicen en un único paso a partir de la canal (p. ej. pata, lomo, parte delantera y cabeza).

Si los trozos que se obtienen se deshuesan a mano, las partes comestibles pueden ser divididas de los huesos mediante deshuesadores a tambor o a correa y la carne se clasifica como “carne deshuesada mecánicamente” (McNitt *et al.*, 2003; Negatu *et al.*, 2006). Este tipo de carne, cuando es obtenida del pollo, se usa para la producción de embutidos (bologna, salami y salchicha) y nuggets; es una carne que tiene una textura muy fina y un alto contenido en grasa y pigmentos hemáticos de la médula ósea que confieren al producto un color rosa/rojo. Se ha comprobado que la carne deshuesada mecánicamente cumple con las normas acerca de los residuo óseos, contenido de calcio, proteínas y grasas (Froning & McKee, 2010).

En el caso de la carne de conejo, algunos estudios hechos en Estados Unidos han puesto de manifiesto que al deshuesar la carne mecánicamente esta puede llegar a satisfacer los requisitos de calcio, proteínas y grasas, pero presenta muchos fragmentos óseos (McNitt *et al.*, 2003; Negatu *et al.*, 2006). Esto se debe a que el hueso de conejo produce fragmentos óseos más pequeños que los del cerdo, ternera, e incluso el pollo, lo que impide la producción de carne deshuesada mecánicamente en la industria cunícola.

El marinado

El marinado, técnica mediante la cual se sumerge la carne en un líquido aromático antes de la cocción, es un proceso muy antiguo usado para preparar la carne para su consumo inmediato o como etapa preliminar de conservación. El uso de vinagre, aceites, o ambos, junto a especias mejoran el aroma de la carne y aumentan la vida media (u ocultan los malos olores). Recientemente, se ha demostrado que el marinado permite obtener otras ventajas, incluida la funcionalidad de uso del producto y aumenta el rendimiento para el procesador del producto (Smith & Acton, 2010).

El marinado era en un principio mezclas de sal, ácidos orgánicos, nitratos y especias en disolución en la cual se sumergía la carne, o con la que se inyectaba la carne antes de su ahumado y/o curado. También es posible que las canales o algunas partes de ella se inyecten con sal aromatizada o con una disolución de fosfato antes proceder al asado del producto. Este procedimiento da lugar a productos más tiernos, con más aroma, menores pérdidas durante la cocción y un aumento de la jugosidad.

La carne deshuesada puede ser marinada en unos tambores giratorios de manera estática, a vacío o a altas presiones para aumentar la absorción y uniformidad del marinado. Estos productos pueden ser vendidos directamente a los consumidores como pre-marinados, carne lista para cocinar, o pueden ser congelados para sus posterior distribución en comedores o restaurantes (Fletcher, 2004).

La carne de conejo es generalmente baja en grasa y por eso tiene poca jugosidad y resulta muy fibrosa, lo cual representa uno de los defectos principales de este tipo de carne (Dalle Zotte, 2002). Por ello muchas recetas tradicionales incluyen un pre-tratamiento de la carne de conejo con vinagre, vino o zumo de limón, sal y especias antes de cocinarla de manera que aumenta su jugosidad y ternura.

Como en el caso del cerdo y el pollo, la carne de conejo también puede ser marinada mediante nuevas técnicas (inyección o con tambores giratorios). La inyección puede ser utilizada para diferentes tamaños y formas de carne dejando intacto el hueso. Es un método ideal para canales enteras, medias canales y trozos grandes o pequeños. Estos productos pueden ser usados para cocinar el conejo al horno, ahumarlo y asarlo. Por otro lado, el tratamiento con tambores giratorios, o masaje mecánico, se utiliza para la carne como el lomo deshuesado o las patas. Recientemente, Petracci *et al.* (2012) han demostrado que la carne de conejo es capaz de retener el agua durante los procesos tecnológicos y su ternura puede ser aumentada mediante el marinado. Además, los mismos autores han propuesto el uso de carbonato de sodio en lugar de fosfato para un etiquetado más natural.

Productos emulsionados y elaborados

En el caso del conejo, los productos elaborados incluyen básicamente hamburguesas preparadas con carne picada obtenida de las patas delanteras y traseras. Para reducir el coste de las materias primas se puede usar también la carne de conejo que se desecha para otros fines. Hasta ahora la carne picada de conejo no ha despertado el interés en el mercado. De todas formas, para producir los modernos productos emulsionados, como las salchichas de los perritos calientes, la carne se tritura finamente hasta que su estructura fibrosa desaparece. De todas formas, incluso con las carnes de cerdo y pollo, debido al hecho de que los consumidores prefieren la carne en su forma natural y fibrosa, estos productos elaborados aunque sean populares, son vistos como productos de calidad inferior (Fletcher, 2004). La mayoría de los productos emulsionados del pollo son producidos usando carne deshuesada mecánicamente, y eso permite reducir enormemente el coste de formulación (Froning & McKee, 2004). Pero, como se ha explicado anteriormente, la carne de conejo es difícil de deshuesar mecánicamente y este problema limita enormemente la producción de productos emulsionados a base de conejo porque tendrían un coste no competitivo con los productos que se encuentran en el mercado.

Recubrimiento

El recubrimiento de productos de carne de conejo puede variar desde formulaciones más simples como el aliño con sal y pimienta, a formas más complejas como la formulación de salchichas, e incluso la formulación de productos rebozados con pan (empanados).

Muchas veces el recubrimiento se usa en preparaciones básicas como técnica para adicionar aromas, para que el producto mantenga la humedad y la jugosidad durante la cocción, y para mejorar la apariencia del producto.

Potencialmente los productos de carne de conejo serán aquellos donde varios trozos, hamburguesas o productos pre-formados son pre-rebozados con pan (u otras combinaciones) y fritos rápidamente, simplemente para hacer una cocción parcial o formar un recubrimiento. Sucesivamente estos productos pueden ser cocidos en otro tipo de hornos como el horno a convección a aire o a vapor, sin secar el producto o comprometer la calidad del recubrimiento. Los productos pueden estar congelados y listos para calentarlos y comer. Actualmente a la industria se le requieren alimentos bajos en grasa tanto a gran escala como consumo directo. A eso se debe el gran desarrollo de los recubrimientos, que permiten producir productos que se puedan calentar en hornos convencionales sin añadir grasas (Fletcher, 2004).

Hoy en día, los productos de carne de conejo recubiertos no se venden con facilidad por las razones anteriormente descritas (p. ej. costes no competitivos, escasa costumbre del consumidor). Sin embargo, no hay que olvidar que los productos recubiertos son muy populares entre los jóvenes y los niños, por eso el recubrimiento de la carne de conejo puede ser una alternativa para expandir el mercado.

Tendencias en la incorporación de ingredientes a los productos cárnicos

Durante la producción de productos cárnicos se pueden emplear infinidad de ingredientes y aditivos para aumentar, recuperar o exaltar algunos atributos como su textura, color, olor, dureza y vida media. A continuación se describen las mayores tendencias en el ámbito de la carne de conejo.

Modulación de la composición y el contenido lipídico en productos cárnicos

La carne de conejo es menos grasa con respecto a otro tipo de carnes (Dalle Zotte & Szendro, 2011), por ello cuando se quieren producir productos cárnicos de conejo es usual mezclar esta carne con otros tipos de carnes (cerdo, pollo) o grasas (p. ej. manteca de cerdo) para alcanzar un contenido lipídico superior al 30 %.

Estos métodos deberían ser evitados para mantener la imagen saludable de la carne de conejo. Por eso, como alternativa, se pueden utilizar grasas vegetales u otros ingredientes para modular el contenido y composición de grasa (p. ej. contenido de colesterol, altos niveles de ácidos grasos poli-insaturados).

La producción de productos como salchichas es complicada en términos de apariencia, aroma, capacidad de retener el agua durante la cocción, y en términos de textura (Weiss *et al.*, 2010). Por esta razón, la posibilidad de utilizar hidrocoloides que tengan la capacidad de retener el agua para formar un gel ha sido examinada para obviar a la falta de grasa. Los productos que se pueden utilizar en este sentido son los alginatos, carrageninas, goma xantana, derivados de la celulosa, almidones y pectinas. Además, se puede evaluar también la posibilidad de añadir fibras vegetales para enriquecer los productos cárnicos. De hecho, en base a sus características nutricionales y tecnológicas, las fibras pueden ser utilizadas solas o mezcladas con otros ingredientes, para enriquecer los productos finales en fibras, como fuente de fibra prebiótica, para reducir la cantidad de grasa, sal o fosfatos, y para permitir el uso de aceites vegetales ricos en ácidos grasos omega-3 (Arihara, 2006; Decker & Park, 2010; Weiss *et al.*, 2010; Zhang *et al.*, 2010). Por otra parte, como demuestran diferentes estudios, la composición de grasa también puede modificarse manipulando la dieta del animal (Hernández & Gondret, 2006). Se han hecho considerables esfuerzos para aumentar la cantidad de ácidos grasos omega-3 en la carne de conejo suministrando en la dieta del animal productos que contuvieran estos ácidos grasos (Cavani *et al.*, 2009; Dalle Zotte & Szendro, 2011).

Disminución de la oxidación mediante uso de nuevos antioxidantes

La oxidación de los lípidos en productos cárnicos es un problema clave ya que reduce la vida media de los productos congelados, fermentados y pre-cocidos. La oxidación de los lípidos contribuye a la formación de olores que se desarrollan durante el calentamiento y que producen malos olores cuando se cuece el producto descongelado (Weiss *et al.*, 2010). La carne de conejo contiene una alta cantidad de ácidos grasos poli-insaturados (Dalle Zotte & Szendro, 2011) y eso hace que esta sea susceptible a la oxidación y a la formación de malos olores, característicos de los alimentos expuestos a un sobrecalentamiento (Bianchi *et al.*, 2006). Hay diferentes compuestos que tienen potencial antioxidante y que se pueden usar como ingredientes (BHA, BHT, nitrato sódico, tocoferoles, selenio, ácido ascórbico, etc.) (Decker & Park, 2010; Weiss *et al.*, 2010; Zhang *et al.*, 2010) y/o fortificantes alimentarios (tocoferoles, ácido ascórbico, etc.) (Abdel-Khalek, 2010; Dalle Zotte & Szendro, 2011) para prevenir o reducir la oxidación de la carne.

Se ha demostrado que los tocoferoles están entre los mejores y su contenido puede ser aumentado fortificando la dieta (Lopez-Bote *et al.*, 1997; Castellini *et al.*, 1999) y mediante su uso como ingrediente que tiene efectos beneficiosos en la oxidación lipídica durante el almacenamiento (Castellini *et al.*, 1999; Lo Fiego *et al.*, 2004) y la cocción (Dal Bosco *et al.*, 2001), su contribución a la estabilidad del color (Corino *et al.*, 1999; Dalle Zotte *et al.*, 2000) y también por algunas propiedades tecnológicas (Castellini *et al.*, 1998).

Durante los últimos años, el interés por el uso de antioxidantes naturales ha aumentado tanto por motivos de nutrición animal como por los requerimientos de la industria alimentaria. Existen compuestos de aceites esenciales de romero, orégano, tila y salvia que son muy activos y se pueden utilizar tanto en la dieta animal como en aditivos en la carne (Decker & Park, 2010; Weiss *et al.*, 2010; Zhang *et al.*, 2010). Botsosglu *et al.* (2004) han estudiado la influencia de la suplementación alimentaria con aceite esencial de orégano en conejos y han demostrado que un suministro de 200 mg/kg tiene un efecto en la protección de la carne contra la oxidación de los lípidos. Recientemente también se ha demostrado que la suplementación con semillas de Chia (Meineri *et al.*, 2010) y taninos (Gai *et al.*, 2009; Dalle Zotte *et al.*, 2010) no contrastan la oxidación de lípidos.

Reducción de sal y sodio

La sal, o cloruro de sodio (NaCl), es el ingrediente más importante en la producción de productos cárnicos. En las últimas décadas, con el creciente consumo de diferentes alimentos procesados que contienen altos niveles de sodio, la percepción alimentaria de la sal ha sido reconsiderada convirtiéndose en una amenaza para la salud. Desde cuando ha sido demostrado que altos niveles de sodio están relacionados con alta frecuencia en casos de hipertensión, pre-hipertensión y con otros posibles efectos negativos en la salud, muchas organizaciones sanitarias nacionales e internacionales han recomendado que las dosis de sodio tienen que ser reducidas (Doyle & Glass, 2010).

Hay que decir que aunque es verdad que la carne de conejo contiene mucho menos sodio que otros tipos de carne, también hay que admitir que la cantidad de sodio añadido durante la cocción o durante los procesos industriales es mucho más alto (desde 300 a 800 mg/100 g de producto comestible) respecto al contenido intrínseco que varía desde 37 a 47 mg/100 g (Dalle Zotte & Szendro, 2011).

Otra gran barrera es que la sustitución de la sal supone un coste ya que es uno de los ingredientes más económicos. Además, los consumidores están acostumbrados a encontrar altos niveles de sal en los alimentos procesados, por ello a veces es difícil disminuir su cantidad. Por otra parte, aunque existen alternativas a la sal, algunos consumidores y vendedores pueden no aceptar otros ingredientes (Desmond, 2006).

En los productos cárnicos, además del aspecto organoléptico, cuando se sustituye la sal (NaCl) por otros cloruros, hay que tener en cuenta el efecto sobre las propiedades físicas del producto final. La reducción de cloruro de sodio podría dar lugar a una baja capacidad de retener agua en la carne, y a una elevada pérdida de nutrientes después de la cocción que desemboque en un producto final tan seco que llegue a ser inaceptable por el consumidor (Barbut, 2002).

Las estrategias más utilizadas para reducir el aporte de sal es el uso de otras sustancias como el cloruro de potasio y potenciadores de sabor que aumentan la percepción de la sal en el producto final (Desmond, 2006).

Acerca de este tema no hay estudios específicos realizados en productos elaborados con carne de conejo, aunque no existen dificultades especiales que impidan aplicar los conocimientos obtenidos con otros tipos de carne.

Principales soluciones para el envasado de productos elaborados con carne de conejo

En el sector cunícola, la evolución desde las piezas enteras de conejo hasta los productos procesados puede implicar una demanda de la extensión de la vida media, la diversificación del producto y su conveniencia. La conveniencia es una función importante en el envasado moderno junto al contenido, al etiquetado y la protección. Por ejemplo, paquetes de lonchas de carne monodosis y un envasado para microondas permiten cocer/calentar y consumir el producto en el mismo envasado (Dawson, 2010).

En la venta moderna, los productos de carne de conejo se venden por exposición y son etiquetados por el productor o el proveedor.

Hoy en día, la manera más tradicional de envasar las canales y el conejo en trozos, es una película transparente y clara de polivinilcloruro que envuelve el producto contenido en bandejas de poliestireno. Es usual colocar una toallita adsorbente debajo de la carne con el fin de absorber el líquido que esta misma elimina (Dawson, 2010). Los productos formulados con carne picada de conejo necesitan diferentes envasados para aumentar la vida media y obtener un color estable. Estos productos se envasan normalmente en bandejas de poliestireno en atmósfera modificada y con películas no permeables al oxígeno. Otra solución es un envasado donde la película queda adherida térmicamente a la bandeja que contiene la carne (Acton *et al.*, 2007). Dependiendo del producto las mezclas de gases que se emplean serán diferentes. Por ejemplo, para los trozos deshuesados se suele usar 60-80 % de oxígeno para mantener el color (oximioglobina), 20-25 % de dióxido de carbono, y el resto de nitrógeno que sirve para que no colapse el envase (McMullin, 2008; Singh *et al.*, 2011).

Algunos formatos de envase que pueden usarse para los productos procesados “listos para comer” son los mismos que se emplean para la carne fresca de conejo. Las bandejas de envasados pueden emplear tanto atmósfera modificada como envase a vacío (Acton *et al.*, 2007). De todas formas, las atmósferas modificadas usadas no pueden ser las mismas que para la carne fresca y consisten en 25-30 % de dióxido de carbono y nitrógeno. La exclusión del oxígeno es la primera recomendación para este tipo de productos. Los sistemas barreras de los envases aseguran la mínima pérdida del aroma y un control de la oxidación lipídica que desarrolla la rancidez (Acton *et al.*, 2007; McMullin, 2008; Singh *et al.*, 2011).

Conclusiones

Como ocurre con el pollo, la carne de conejo tiene un perfil nutricional y una calidad tecnológica para la producción de productos con valor añadido y que puede encontrar la demanda tanto de consumidores modernos, que buscan productos saludables y convenientes, como la flexibilidad que necesita la industria.

No existen limitaciones reales para la fabricación de productos procesados con carne de conejo, pero a pesar de ello ha estado siempre en segundo plano en el mercado.

De hecho, el alto coste de la carne de conejo cruda para su posterior procesado en comparación con carne de cerdo y aves, además de algunas limitaciones culturales y éticas limitan su uso para la formulación de productos elaborados. Sin embargo, el fracaso de la comercialización de los productos elaborados pone en peligro el futuro desarrollo de la cunicultura industrial a gran escala. Por ello, las ventas al por menor de carne de conejo a través de los canales de cocina moderna podría incluso disminuir y convertirse en un nicho de mercado reduciéndose al mercado tradicional (mercados locales y étnicos, restaurantes típicos, etc.) y locales que ofrecen una rica y amplia variedad de productos (restaurantes de clase superior, tiendas especializadas de carne, etc.)

Bibliografía

- Abdel-Khalek A. 2010. Antioxidants in rabbit nutrition: a review. *In Proc. 6th Inter. Conf. on Rabbit Prod. in Hot Clim., Assuit, Egypt*, 117-138.
- Acton J.C., Stephens C., Shaver V.A., Dawson P.L. 2007. Packaging of fresh meat and meat products. *In Proc. XVIII European Symposium on the Quality of Poultry Meat and XII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg products Prague, 2007 September*, 142-146.
- Arihara K. 2006. Strategies for designing novel functional meat products. *Meat Sci.*, 74:219-229.
- Barbut S. 2002. Poultry products-formulations and gelation. *In: Poultry Products Processing. An Industry Guide*. CRC Press, New York, USA, 467-511.
- Bianchi M., Petracci M., Cavani C. 2006. Effects of dehydrated lucerne and whole linseed on rabbit meat quality. *World Rabbit Sci.*, 14:247-258.
- Botsoglou N.A., Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I., Spais A.B. 2004. Performance of rabbits and oxidative stability of muscle tissues as affected by dietary supplementation with oregano essential oil. *Arch. Anim. Nutr.*, 58:209-218.
- Castellini C., Dal Bosco A., Bernardini M. 1999. Effect of dietary vitamin E supplementation on the characteristics of refrigerated and frozen rabbit meat. *Italian J. Food Sci.*, 11:151-160.
- Castellini C., Dal Bosco A., Bernardini M., Cyril H.W. 1998. Effect of dietary vitamin E on the oxidative stability of raw and cooked rabbit meat. *Meat Sci.*, 50:153-161.
- Cavani C., Petracci M. 2004. Rabbit meat processing and traceability. *In Proc. 8th World Rabbit Congress, 2004 September, Puebla, Mexico*, 1318-1336.
- Cavani C., Petracci M. 2006. Rabbit meat traceability. *In: Maertens L., Coudert P. (Eds.) Recent Advances in Rabbit Sciences*. ILVO, Merelbeke, Belgium, 291-300.

- Cavani C., Petracci M., Trocino A., Xiccato G. 2009. Advances in research on poultry and rabbit meat quality. *Italian J. Anim. Sci.*, 8(supplement 2):741-750.
- Corino C., Pastorelli G., Pantaleo L., Oriani G., Salvatori G. 1999. Improvement of color and lipid stability of rabbit meat by dietary supplementation with vitamin E. *Meat Sci.*, 52:285-289.
- Corpet D.E. 2011. Red meat and colon cancer: Should we become vegetarians, or can we make meat safer? *Meat Sci.*, 89:310-316.
- Dal Bosco A., Castellini C., Bernardini M. 2001. Nutritional quality of rabbit meat as affected by cooking procedure and dietary vitamin E. *J. Food Sci.*, 66:1047-1051.
- Dalle Zotte A. 2002. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livest. Prod. Sci.*, 75:11-32.
- Dalle Zotte A., Balzan S., Novelli E., Bohatir P., Matics Zs., Szendrő Zs. 2010. Effect of the feeding supplementation with chestnut hydrolysable tannin on the colour and oxidative stability of rabbit meat. *In Proc. 56th ICoMST, 2010 August, Jeju, Republic of Korea*, 129.
- Dalle Zotte A., Cossu M.E., Parigi Bini R. 2000. Effect of the dietary enrichment with animal fat and vitamin E on rabbit meat shelf-life and sensory properties. *In Proc. 46th ICoMST, 2000 August, Buenos Aires, Argentina*, 4.II-P8.
- Dalle Zotte A., Szendrő Zs. 2011. The role of rabbit meat as functional food. *Meat Sci.*, 88:319-331.
- Dawson P.L. 2010. Packaging. *In: Sams A.R. (Ed.). Poultry Meat Processing*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 101-123.
- Decker E.A., Park Y. 2010. Healthier meat products as functional foods. *Meat Sci.*, 86:49-55.
- Demeyer D. 2010. Balancing the risks and benefits of unprocessed and processed red meat consumption for both consumers and the environment. *Meat Sci.*, 86:529-530.
- Desmond E. 2006. Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Sci.*, 74:188-196.
- Doyle M., Glass K.A. 2010. Sodium reduction and its effect on food safety, food quality, and human health. *Compr. Rev. Food Sci. Food Safety*, 9:44-56.
- Fletcher D.L. 2004. Further processing of poultry. *In: Mead G.C. (Ed.). Poultry Meat Processing and Quality*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 108-134.
- Froning G.W., McKee S.R. 2010. Mechanical separation of poultry meat and its use in products. *In: Sams A.R. (Ed.). Poultry Meat Processing*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 295-309.
- Gai F., Gasco L., Liu H.W., Lussiana C., Brugiapaglia A., Masoero G., Zoccarato I. 2009. Effect of diet chestnut tannin supplementation on meat quality, fatty acid profile and lipid stability in broiler rabbits. *Italian J. Anim. Sci.*, 8(supplement 2):787-789.
- Hernández P. 2008. Enhancement of nutritional quality and safety in rabbit meat. *In Proc. 9th World Rabbit Congress, 2008 June, Verona, Italy*, 1287-1299.
- Hernández P., Gondret F. 2006. Rabbit meat quality. *In: Maertens L., Coudert P. (Eds.). Recent Advances in Rabbit Sciences*. ILVO, Merelbeke, Belgium, 269-290.
- Lebas F., Coudert P., de Rochambeau H., Thébault R.G. 1997. The rabbit - Husbandry, health and production. F.A.O., Rome, Italy.
- Lo Fiego D.P., Santero P., Macchioni P., Mazzoni D., Piattoni F., Tassone F., De Leonibus E. 2004. The ef-

- fect of dietary supplementation of vitamins C and E on the α -tocopherol content of muscles, liver and kidney, on the stability of lipids, and on certain meat quality parameters of the *Longissimus dorsi* of rabbits. *Meat Sci.*, 67:319-327.
- Lopez-Bote C., Rey A., Ruiz J., Isabel B., Sanz Arias R. 1997. Effect of feeding diets high in monounsaturated fatty acids and α -tocopheryl acetate to rabbits on resulting carcass fatty acid profile and lipid oxidation. *Anim. Sci.*, 64:177-186.
- McMillin K. 2008. Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. *Meat Sci.*, 80:43-65.
- McNitt J.I., Negatu Z., McMillin K. 2003. Influence of rabbit age, deboner drum aperture, and hind/fore carcass half on mince components of mechanically separated rabbit. *J. Muscle Foods*, 14:25-32.
- Meineri G., Cornale P., Tassone S., Peiretti P.G. (2010). Effect of Chia (*Salvia hispanica* L.) seed supplementation on rabbit meat quality, oxidative stability and sensory traits. *Italian J. Anim. Sci.*, 9:45-49.
- Negatu Z., McNitt J.I., McMillin K.W. 2006. Determination of small bone fragments in mechanically separated rabbit meat. *J. Muscle Foods*, 17:185-197.
- Petracci M., Bianchi M. 2012. Functional ingredients for poultry meat products. In *Proc. XXIVth World Poultry Congress, 2012 August, Salvador, Brazil*, in press.
- Petracci M., Rimini S., Biguzzi G., Cavani C. 2012. The use of marination to provide added-value rabbit meat. In *Proc. Giornate di Coniglicoltura ASIC, 2011 April, Forlì, Italy*, 185-188.
- Queney G., Vachot A.-M., Brun J.-M., Dennebouv N., Mulsant P., Monnerot M. 2002. Different levels of human intervention in domestic rabbits: effects on genetic diversity. *J. Hered.*, 93:205-209.
- Singh P., Wani A.A., Saengerlaub S., Langowski H.C. 2011. Understanding critical factors for the quality and shelf-life of map fresh meat: a review. *Critical Rev. Food Sci. Nutr.*, 51:146-177.
- Smith D.P., Acton J.C. 2010. Marination, cooking, and curing of poultry products. In: Sams A.R. (Ed.). *Poultry Meat Processing*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 311-336.
- Swatland H.J. 2010. Meat products and consumption culture in the West. *Meat Sci.*, 86:80-85.
- Weiss J., Gibis M., Schuh V., Salminen H. 2010. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Sci.*, 86:196-213.
- Zhang W., Xiao S., Samaraweera H., Joo Lee E., Ahn D.U. 2010. Improving functional value of meat products. *Meat Sci.*, 86:15-31.

Costes de producción en función de la productividad

Production costs in terms of productivity

Sevilla Fernández L.*, Cuadriello Viego R.

Departamento Técnico Hermi Gestión.

*Dirección de contacto: lsevilla@grupohermi.com

Resumen

El objetivo de este artículo es poner de manifiesto de una forma sencilla la importancia que tiene la productividad obtenida en una explotación cunícola en la rentabilidad del negocio. La gestión económica nos permite valorar la rentabilidad de la actividad, teniendo un peso muy importante en este aspecto el control de los costes de producción. En cualquier actividad empresarial se debe tener claro cuanto cuesta producir el producto o servicio. Siempre que llegan momentos difíciles la primera necesidad del gestor de una explotación es la de optimizar sus recursos, adaptando su sistema de producción a la situación para conseguir los mejores resultados al menor coste, pero esto debería ser una constante de cualquier actividad.

Palabras clave: cunícola, coste de producción, rentabilidad

Abstract

The aim of this paper is to show in a simple way the importance of productivity obtained from a rabbit farm in business profitability. Economic management allows us to assess the profitability of the activity, taking a very important role the control of production costs. In every business it should be clear how much it costs to produce the product or service. Whenever hard times arrive, the first need a farm manager is to optimize its resources adapting their production system to the situation to get the best results at the lowest cost, but this should be a key principle for any activity.

Key words: rabbit, production cost, profitability

¿Qué es coste de producción?

Podemos definir “coste de producción” como el esfuerzo económico o desembolso económico en el que incurre un empresario para producir sus bienes o servicios.

Otra definición aceptada sería aquella valoración monetaria de los gastos incurridos y aplicados en la obtención de un bien o servicio.

¿Qué es gasto de producción?

Es todo desembolso necesario para llevar a cabo la producción de un bien o servicio. Los gastos expresan la suma total, en términos monetarios, de los recursos materiales, laborales y financieros utilizados durante un período cualquiera, en el conjunto de la actividad empresarial.

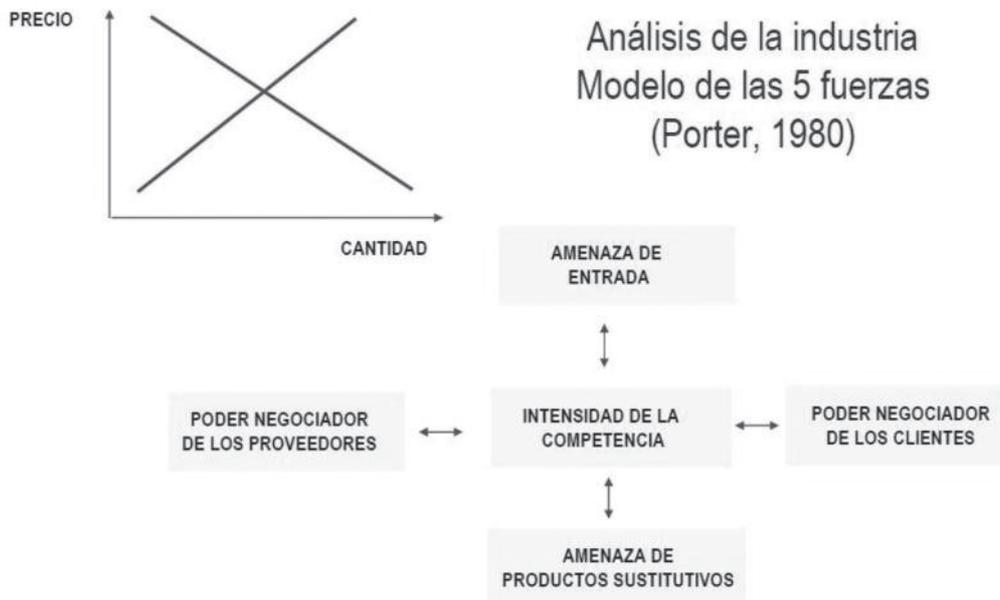
Comúnmente se afirma que *“el costo, antes de ser costo fue gasto”*.

¿Qué es el precio?

El precio es la suma de dinero que debe ser dado a cambio de un bien o servicio. Es el punto de equilibrio entre la oferta y la demanda y que variará en función de la disponibilidad o de la escasez del bien o servicio.

El precio no tiene que ser necesariamente igual al "valor" o coste del bien o servicio, ya que el precio fluctúa de acuerdo a muchos factores como son las condiciones de oferta y demanda, estructura del mercado, disponibilidad de la información de los compradores y vendedores, capacidad de negociación de los agentes, etc.

Figura 1. Análisis del entorno competitivo. Mariano Nieto Antolín.



Evolución de los mercados

Después de lo expuesto anteriormente queda claro que una cosa es el *precio* y otra el *coste*.

Dentro de lo que es la evolución de los mercados existen diferentes etapas, en las que los precios evolucionan desde pérdidas teniendo en cuenta los costes, hasta altos beneficios. Pero cuando los mercados maduran, los precios se estabilizan un poco por encima de los costes de las empresas con mejores costes, de forma que no se atraigan nuevos competidores.

Podemos deducir de esto, que como cualquier otra empresa, en cunicultura hay que tener la capacidad de producir con el coste más bajo posible. La supervivencia en los sectores y en éste en particular dependerá de producir con bajos costes que puedan ser cubiertos con el precio percibido por nuestro producto.

Como cualquier otro mercado, el de la carne de conejo irá madurando cada vez más y exigirá mayor "experiencia" para poder permanecer en él. Por tanto, es conveniente revisar los conceptos de *competitividad*, *eficacia*, *eficiencia* y *productividad* para poder conocer mejor la situación de nuestra actividad:

- *Competitividad*: es todo lo relacionado con la posición relativa que ocupamos en el mercado. Depende de múltiples factores, entre ellos de la productividad (-productos por unidad de insumo-).
- *Eficacia*: es la obtención de los objetivos/resultados deseados ("*hacer lo correcto*"). Está relacionada con los fines perseguidos por la empresa.
- *Eficiencia*: es la obtención de un resultado deseado con el mínimo de recursos ("*hacer las cosas correctamente*"). Está relacionada con los medios de los que dispone la empresa.
- *Productividad*: Mide, para un periodo de tiempo determinado, la relación entre la producción obtenida y la cantidad de factores/insumos empleados.

Los costes estarán determinados en buena parte por la productividad de la granja. Así que la gestión técnica es la herramienta que nos permite medir mediante indicadores los resultados productivos obtenidos en una explotación ganadera respecto a los objetivos propuestos.

Gestión en la explotación y costes

Una de las primeras cosas que debemos tener en cuenta es saber *lo que producimos y como lo producimos*. Por esto se hace indispensable disponer de datos de Gestión Técnico-Económica de la explotación.

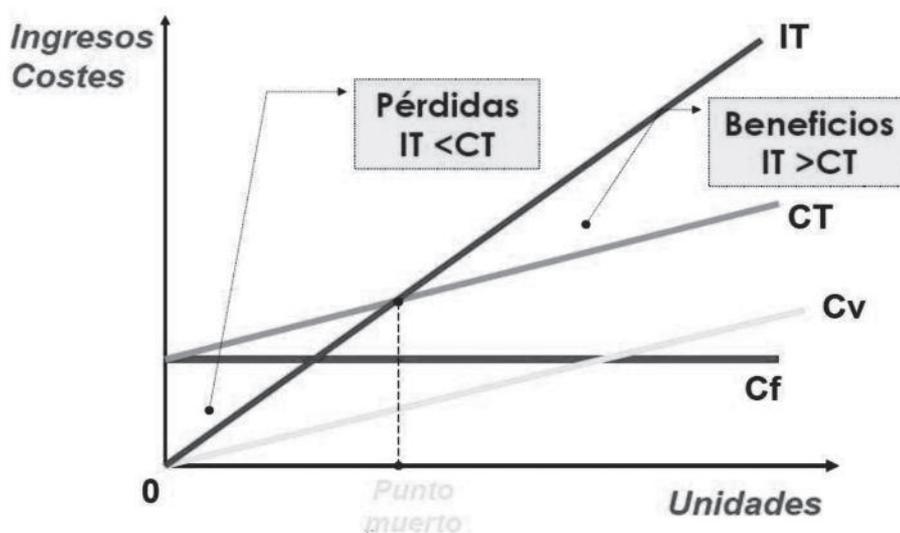
Si no sabemos nuestros puntos débiles, difícilmente podremos corregirlos. La asociación de los datos técnicos y los económicos nos dará el coste de producción que estamos teniendo en cada momento. A medida que aumenta la productividad de la explotación, los costes disminuyen.

Vamos a definir dos tipos de costes de producción:

- **Costes fijos:** son aquellos costes de explotación que no dependen directamente de la producción obtenida en la explotación. En este apartado podemos considerar aquellos imputables a:
 - amortización, mano de obra, financieros, seguros, etc.
- **Costes variables:** son aquellos que tienen una correlación directa con la actividad productiva. En este apartado podemos considerar aquellos imputables a:
 - alimentación, inseminación, zoonosanitarios, etc.

Por tanto, para conocer la rentabilidad de nuestro negocio es importante conocer y calcular el *Punto de Equilibrio*, que supone el volumen mínimo necesario de ventas para cubrir, con el importe ingresado de las mismas, todos los costes de la empresa, tanto fijos como variables.

Figura 2. Cálculo del Punto de Equilibrio. J. Miguel Fernández Fernández.



Como podemos observar en el gráfico superior, a medida que se aumenta la producción:

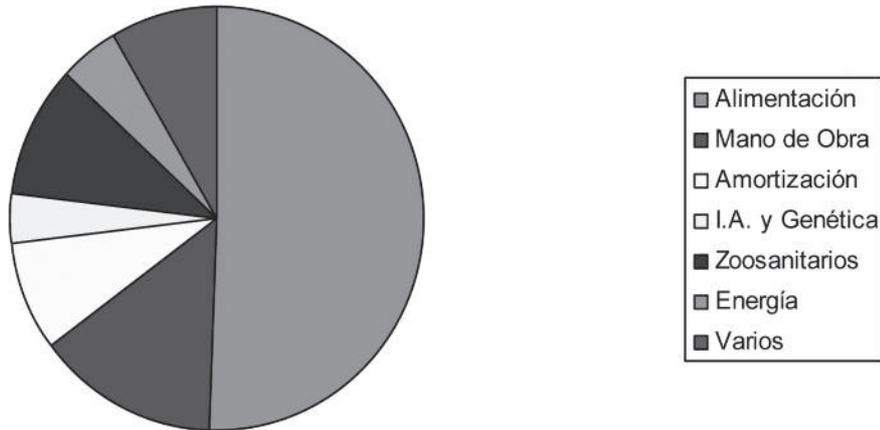
- Aumentan los costes variables.
- Se diluyen en gran medida los costes fijos sobre el coste total, de forma que nos hace más competitivos.
- En situaciones de precios adversas existe la tendencia de creer que produciendo menos se pierde menos, pero eso es discutible, ya que bajaremos los costes variables en la medida que bajemos la producción pero mantendremos todos los costes fijos.

Partidas a considerar en el análisis de los costes de producción cunícola

- Alimentación
- Mano de obra
- Amortización

- Inseminación Artificial y Genética
- Zoonosarios
- Energía
- Varios

Figura 3. Escandallo de costes de producción cunícolas.



Es destacable que la alimentación, mano de obra y amortización suponen alrededor del 73 % del coste total de producción.

Desglose partidas de costes

Coste de Alimentación

Considerada como un coste variable, es la partida cuantitativamente más importante en el escandallo de costes totales.

Puede verse afectada por:

- Precio kg o Tm de pienso.
- Resultados técnicos: determinante de estos.
- Índice de Conversión: importante valoración (kg pienso consumidos para producir un kg de carne).

Determina de manera importante los resultados técnicos en la explotación. Se puede incidir sobre esta partida de forma indirecta:

- Sanidad, Manejo, Instalaciones.
- Toma de decisiones.

En la Tabla 1 podemos observar cómo cambia el coste de alimentación tomando como variables la productividad de la granja (medida en kg de carne vendidos por inseminación realizada), el índice de conversión (I.C.) y el precio del pienso (referenciado en €/kg pienso).

Tabla 1. Coste de alimentación en función de la productividad, el I.C. y el precio de pienso.

| Precio pienso | Kilos vendidos / IA | | | IC |
|---------------|---------------------|------|------|-----------|
| | 10 | 12 | 15 | |
| 0,27 | 4 | 3,6 | 3,2 | Dif. 0,22 |
| 0,29 | 1,08 | 0,97 | 0,86 | Dif. 0,23 |
| 0,31 | 1,16 | 1,04 | 0,93 | Dif. 0,25 |
| | 1,24 | 1,12 | 0,99 | |

Podemos observar que, para un mismo precio del pienso, la diferencia entre el coste de alimentación más bajo y el más elevado oscila entre los 0,22 y los 0,25 €/kg vivo producido. A medida que aumenta el precio del pienso, índices de conversión elevados penalizarán más los costes de alimentación.

Coste de Mano de Obra

Considerado como coste variable, es la partida sobre la que se puede actuar más directamente. La ventaja que disponemos es que hay buenos aprovechamientos de economías de escala. El inconveniente viene de las dificultades que puedan surgir ante la necesidad de mano de obra externa.

Cobra vital importancia en este apartado la correcta planificación, diseño y dimensionamiento de la explotación para ajustar los costes de mano de obra:

- 1 U.T.H. = 700 conejas en producción ?

En la Tabla 2 podemos observar cómo cambia el coste de mano de obra para una explotación de 700 conejas en producción (trabajando a banda única con ciclos de producción de 42 días), tomando como variables la productividad de la granja (medida en kg de carne vendidos por inseminación realizada y kg de carne vendidos al año), y el salario bruto anual asignado a una U.T.H.

Tabla 2. Coste de mano de obra en función de la productividad y el salario bruto anual para explotación de 700 conejas en producción.

| S.Bruto anual | Kilos vendidos / IA | | | Kg. venta anual |
|---------------|---------------------|-------|-------|-----------------|
| | 10 | 12 | 15 | |
| 18000 | 60830 | 72996 | 91245 | Dif. 0,10 |
| 20000 | 0,30 | 0,25 | 0,20 | Dif. 0,11 |
| 25000 | 0,33 | 0,27 | 0,22 | Dif. 0,14 |
| | 0,41 | 0,34 | 0,27 | |

Podemos observar que, para un salario bruto anual, la diferencia entre el coste de la mano de obra más bajo y el más elevado oscila entre los 0,10 y los 0,14 €/kg vivo producido. Por tanto, una misma granja con alta producción puede llegar a tener un coste de mano de obra un 33 % más bajo que si la producción es baja.

En la Tabla 3 podemos observar los mismos parámetros que en la tabla anterior, en este caso tomando de referencia una explotación de 400 conejas en producción (trabajando a banda única con ciclos de producción de 42 días).

Tabla 3. Coste de mano de obra en función de la productividad y el salario bruto anual para explotación de 400 conejas en producción.

| S.Bruto anual | Kilos vendidos / IA | | | Kg. venta anual |
|---------------|---------------------|-------|-------|-----------------|
| | 10 | 12 | 15 | |
| 18000 | 34760 | 41712 | 52140 | Dif. 0,17 |
| 20000 | 0,52 | 0,43 | 0,35 | Dif. 0,20 |
| 25000 | 0,58 | 0,48 | 0,38 | Dif. 0,24 |
| | 0,72 | 0,60 | 0,48 | |

Si comparamos el coste de mano de obra entre una explotación de 700 conejas y otra de 400, referenciado a un mismo salario bruto anual de 20.000 €, vemos que el coste de la mano de obra en la explotación de 400 conejas para cualquiera de los supuestos de producción anual expuestos es de media un 75 % más elevado que el de una explotación con 700 conejas en producción. Por este motivo es vital ajustar el número de conejas en producción asignadas a una U.T.H.

Coste de Amortización

Considerado como coste fijo, el coste de amortización en granjas cunícolas es importante dado el nivel de inversión a realizar en las mismas. Siempre debe ser considerado y tenido en cuenta a la hora de calcular nuestro coste de producción, diferenciando bien la amortización técnica de la amortización fiscal.

Es fundamental por esto calibrar bien la inversión a realizar versus rentabilidad esperada. El gran hándicap de hoy en día de esta partida es que genera costes financieros importantes.

En la Tabla 4 podemos observar cómo cambia el coste de amortización para una explotación de 700 conejas en producción (trabajando a banda única con ciclos de producción de 42 días), tomando como variables la productividad de la granja (medida en kg de carne vendidos por inseminación realizada y kg de carne vendidos al año), y el importe en € anual asignado a amortización.

Tabla 4. Coste de amortización en función de la productividad y la amortización anual para explotación de 700 conejas en producción.

| Amortización anual | Kilos vendidos / IA | | | Kg. venta anual |
|--------------------|---------------------|-------|-------|-----------------|
| | 10 | 12 | 15 | |
| 15000 | 60830 | 72996 | 91245 | Dif. 0,09 |
| 20000 | 0,25 | 0,21 | 0,16 | Dif. 0,11 |
| 25000 | 0,33 | 0,27 | 0,22 | Dif. 0,14 |
| | 0,41 | 0,34 | 0,27 | |

Para una amortización anual de 20.000 €, una alta producción puede reducir más de un 30% el coste de esta partida.

Coste de I.A. y Genética

Considerado como coste variable. Partida que se verá afectada principalmente por:

- Precio dosis seminales
- Precio de los animales de reposición
- Resultados técnicos (Kilos obtenidos por IA)

Tiene menos repercusión en el coste global que otras partidas, pero supone un aspecto muy importante de cara a la rentabilidad del negocio ya que de ella dependen algunos parámetros clave en la producción cunícola como son:

- La tasa fertilidad apreciada y tasa de parto real
- Prolificidad media
- Tasa de reposición

Podemos incidir sobre esta partida de forma indirecta mediante:

- Sanidad de la explotación, manejo correcto, mejora de instalaciones.
- Toma de decisiones.

En situaciones de alta competitividad necesitamos disponer de animales genéticamente seleccionados para obtener altas producciones (prolificidad, capacidad lechera, velocidad de crecimiento, rendimiento en canal, etc.).

La rentabilidad vendrá marcada por los kilos obtenidos por IA.

En la Tabla 5 podemos observar cómo cambia el coste de inseminación tomando como variables la productividad de la granja (medida en kg de carne vendidos por inseminación realizada) y el precio en € de la dosis seminal.

Tabla 5. Coste de inseminación en función de la productividad y el precio de la dosis seminal.

| Precio dosis | Kilos vendidos / IA | | | |
|--------------|---------------------|------|------|-----------|
| | 10 | 12 | 15 | |
| 1 | 0,10 | 0,08 | 0,07 | Dif. 0,03 |
| 0,9 | 0,09 | 0,08 | 0,06 | Dif. 0,03 |
| 0,8 | 0,08 | 0,07 | 0,05 | Dif. 0,03 |

Coste de Zoosanitarios

Considerado como coste variable. Podemos diferenciar dos fines que justifican el uso de zoosanitarios:

- Uso Profiláctico (vacunas, antiparasitarios, D.D.D., etc.).
- Uso Terapéutico (prevención y tratamiento de enfermedades, incluyendo las premezclas medicamentosas del pienso).
 - Es preciso resaltar que el coste terapéutico en la cunicultura española es importante y elevado en relación con otras especies en producción animal.

Se puede incidir sobre él directamente (manejo, instalaciones, alimentación, etc.).

Como hemos comentado anteriormente, debemos considerar dentro de esta partida de costes la medicación incluida en el pienso (y no imputarla a la partida de costes de alimentación). Por ejemplo, 30 euros de coste de medicación por tonelada de pienso suponen **10 céntimos** de coste por kilogramo de carne tomando como referencia un índice de conversión de 3,3.

En la Tabla 6 podemos observar cómo cambia el coste de zoosanitarios para una explotación de 700 conejas en producción (trabajando a banda única con ciclos de producción de 42 días), tomando como variables la productividad de la granja (medida en kg de carne vendidos por inseminación realizada y kg de carne vendidos al año), y el importe en € anual asignado a zoosanitarios.

Tabla 6. Coste de zoosanitarios en función de la productividad y el gasto anual en zoosanitarios.

| Gasto zoosanitarios | Kilos vendidos / IA | | | Kg. venta anual |
|---------------------|---------------------|------|------|-----------------|
| | 10 | 12 | 15 | |
| 60830 | | | | |
| 9000 | 0,15 | 0,12 | 0,10 | Dif. 0,05 |
| 11000 | 0,18 | 0,15 | 0,12 | Dif. 0,06 |
| 13000 | 0,21 | 0,18 | 0,14 | Dif. 0,07 |

Las variaciones en el coste de esta partida oscilan entre 0,05 € y 0,07 € en función de la productividad de la explotación.

Coste Energético

En esta partida tomaremos como referencia los costes derivados del consumo eléctrico y los derivados del aporte de calefacción a la explotación.

Actualmente es una partida muy a tener en cuenta debido a los incrementos importantes que se han dado en el precio de la electricidad y de algunas materias primas para la calefacción como el gas (G.L.P.)

Por otro lado cada vez es más generalizada la idea que la cunicultura moderna y de futuro no se puede concebir sin estos dos aspectos (luz y calefacción).

Costes Varios

Normalmente no se suelen considerar pero debemos tenerlos en cuenta.

Dentro de esta partida podemos considerar:

- Costes Financieros derivados de préstamos (muy importantes en estos momentos)
- Costes derivados de la contratación de Seguros
- Costes derivados de reparaciones / mantenimiento de la explotación
- Costes derivados de los servicios contables/administrativos contratados
- Costes derivados de la adquisición de productos como la viruta, paja, etc.

“Tres granjas, tres costes”

Haciendo una recopilación de las partidas anteriormente analizadas podemos realizar el supuesto que figura en la Tabla 7 para analizar el coste de producción de una explotación de 700 conejas en producción (trabajando a banda única con ciclos de producción de 42 días), tomando como variable la productividad de la granja (medida en kg de carne vendidos por inseminación realizada y kg de carne vendidos al año), asignando a las diferentes partidas los siguientes valores:

- Alimentación: asignando un precio medio del kg de pienso de 0,29 €/kg.
- Mano de Obra: asignando un valor de 20.000 € brutos anuales
- Amortización: asignando un valor de 15.000 € anuales.
- Inseminación Artificial y genética: asignando un valor de 6000 € anuales
- Zoosanitarios: asignando un valor de 11.000 € anuales
- Energía: asignando un valor de 6000 € anuales.
- Varios: asignando un valor de 12.000 € anuales.

Tabla 7. Coste de producción en granja de 700 conejas en función de la productividad.

| | Kilos vendidos / IA | | | Kg. venta anual |
|------------------------|---------------------|--------------|--------------|-----------------|
| | 10 | 12 | 15 | |
| | 60830 | 72996 | 91245 | |
| Alimentación | 1,16 | 1,04 | 0,93 | Dif 0,41 |
| Mano de Obra | 0,33 | 0,27 | 0,22 | Dif 0,11 |
| Amortización | 0,25 | 0,21 | 0,16 | Dif 0,09 |
| I.A. y Genética | 0,10 | 0,08 | 0,07 | Dif 0,03 |
| Zoosanitarios | 0,18 | 0,15 | 0,12 | Dif 0,06 |
| Energía | 0,10 | 0,08 | 0,07 | Dif 0,03 |
| Varios | 0,20 | 0,16 | 0,13 | Dif 0,07 |
| | 2,31 | 2,00 | 1,70 | |

El ejercicio es un supuesto realizado con valores que pueden reflejar cierta realidad de nuestro mercado actual, y en el que no se han analizado pormenorizadamente las posibles variaciones que se producirían si tuviéramos en cuenta los datos de gestión técnica detallados.

Pero a pesar de esto, la conclusión que podemos obtener de los resultados obtenidos en la Tabla 7 sí que puede ser un fiel reflejo de la realidad de las explotaciones cunícolas, en las que pueden llegar a existir diferencias comparativas en el coste de producción superiores a 0,40 €/kg de carne producido originadas por las diferencias de productividad entre las mismas.

Conclusiones

Estamos en una sociedad y una economía globalizada, en la que cada vez es más importante y determinante en las empresas la actividad de los mercados exteriores.

No es previsible a corto plazo esperar elevados precios de cotización para nuestro producto, al menos

mientras sigamos en la situación de crisis económica en la que nos encontramos (esto es aplicable actualmente a cualquier producto o servicio generalista).

Es evidente que el precio de cotización de nuestro producto afecta de manera importante a la rentabilidad de nuestra explotación, pero tenemos que tener claro que podemos tomar decisiones para poder actuar de forma eficaz en nuestros costes de explotación.

Como norma económica general, y en cunicultura en particular, es fundamental garantizar una elevada producción al mínimo coste posible para asegurar la continuidad en el sector.

La situación actual está fuertemente condicionada por muchos factores externos sobre los que no podemos actuar de forma directa como son el consumo de carne de conejo, precio de las materias primas para alimentación animal, etc., pero aspirar a tener el coste más bajo posible tomando las decisiones oportunas en cada momento sí está al alcance de nuestra mano.

Bibliografía

Fernández Fernández J. Miguel. *Análisis de Estados Financieros*, M.B.A. Universidad de León, 2011-2012.

Nieto Antolín M. *Dirección Estratégica*, M.B.A. Universidad de León, 2011-2012.

La nueva enfermedad hemorrágica del conejo

The new rabbit haemorrhagic disease

Parra F.*, Dalton K.P.

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Instituto Universitario de Biotecnología de Asturias, Universidad de Oviedo

*Dirección de contacto: fparra@uniovi.es

Resumen

Desde el otoño de 2011 se han detectado en España brotes atípicos de la enfermedad hemorrágica de los conejos (RHD) que afectan de manera particular a los gazapos. Con el apoyo de INTERCUN se ha investigado la etiología de estos brotes encontrándose que son debidos a un RHDV "variante" que presenta diferencias genéticas y antigénicas relevantes con respecto al virus clásico. En este trabajo se resume la caracterización del nuevo virus, los estudios epizootiológicos de esta nueva enfermedad en España, y las pruebas preliminares para el desarrollo de una nueva vacuna con una eficacia mejorada frente al RHDV variante.

Palabras clave: conejo, enfermedad hemorrágica vírica, nueva variante

Abstract

Since autumn 2011, outbreaks of atypical rabbit haemorrhagic disease (RHD) have been detected in Spain, which particularly affect the kits. With the support of INTERCUN we have investigated the etiology of these outbreaks which were found to be due to a RHDV "variant" showing relevant genetic and antigenic differences with respect to the classic virus. This paper summarizes the characterization of the new virus, the epizootic studies of this new disease in Spain, and preliminary data towards the development of a new vaccine with improved efficacy against variant RHDV.

Key words: rabbit, rabbit haemorrhagic disease, new variant

Introducción

La difícil situación actual de la cunicultura española, debida a una conjunción de factores socio-económicos, se ha visto agravada en el último año por la irrupción de una variante del *virus de la enfermedad hemorrágica del conejo* (RHDV) que está poniendo en serio riesgo la supervivencia de muchas explotaciones. Ante esta situación INTERCUN, a través de la extensión de norma, está impulsando las investigaciones realizadas en la Universidad de Oviedo para **conocer las causas y extensión de la enfermedad**, apoyando a los productores y técnicos sanitarios **facilitando el diagnóstico de los brotes de RHD y promoviendo el desarrollo de una nueva vacuna** que permita el control de esta patología.

Evolución de la enfermedad

La enfermedad hemorrágica del conejo (RHD) se detectó en España por vez primera a finales de los años 80 del siglo pasado. Este proceso infeccioso, hasta entonces desconocido, pudo controlarse relativamente pronto en las explotaciones cunícolas españolas gracias al desarrollo de vacunas inactivadas que mostraron ser muy eficaces para prevenir y combatir los brotes de RHD. Tras los grandes daños económicos producidos inicialmente por la RHD en la cunicultura, la eficacia de las vacunas y la poca variabilidad antigénica de los virus circulantes han permitido que esta enfermedad tuviese un impacto reducido y controlado en los últimos 20 años.

En 2011 empezaron a detectarse algunos **casos “atípicos” de enfermedad hemorrágica (RHD)** en granjas de Navarra (Dalton y col., 2012), Aragón (Grasa y Malo, 2012), y Cataluña así como en una población experimental de conejos silvestres en Aragón (Calvete y col., 2012). En muchas de las granjas afectadas se realizaba una correcta vacunación y se observó que **los mayores índices de mortalidad se producían en los gazapos** menores de 50 días, un rango de edad en el que los conejos no son susceptibles al RHDV conocido hasta entonces. Estas circunstancias y el aumento progresivo de los casos atípicos de RHD en gazapos impulsaron a INTERCUN a promover nuestras investigaciones que se centraron inicialmente en caracterizar el virus responsable de esta nueva patología. A lo largo del 2012 hemos podido observar la rápida progresión de los casos de RHD variante que han llegado a nuestro laboratorio (Figura 1). Los análisis realizados no responden a un muestreo sistemático diseñado para investigar la epizootiología de la RHD en España sino que son el resultado de la iniciativa individual de muchos técnicos que nos han remitido muestras de brotes sospechosos de RHD para su diagnóstico en el laboratorio.

Figura 1. Localización geográfica de los casos de RHD variante caracterizados en el laboratorio de la Universidad de Oviedo. Se indican las Comunidades Autónomas de origen de las muestras.



No obstante, el número y localización de las muestras recibidas puede tomarse como un indicador bastante aproximado de la intensidad y dispersión de los casos de RHD variante en nuestro país. Los casos iniciales afectaban casi exclusivamente a explotaciones del noreste peninsular, apoyando la hipótesis de que el virus responsable pudiera estar emparentado con los causantes de brotes similares reportados en Francia en 2010 (Le Gall-Reculé y col., 2011). Hoy día podemos considerar que la enfermedad debida al RHDV variante se ha extendido por toda la Península Ibérica.

Durante el último año se han analizado, con técnicas inmunológicas y genéticas, varios cientos de muestras individuales de tejidos de conejos sospechosos de padecer la RHD, de más de 60 explotaciones cunícolas, distribuidas por 17 provincias españolas y en el norte de Portugal. Los resultados diagnósticos de nuestro laboratorio y los publicados por otros investigadores (Calvete y col., 2012) indican que el virus RHDV clásico, que solía ser el responsable de los casos de RHD detectados antes de 2011, está siendo reemplazado por la cepa variante, que es el agente responsable de la abrumadora mayoría de los casos diagnosticados en España en el 2012, tanto en animales domésticos como silvestres.

Nos atrevemos a aventurar que el desplazamiento del virus clásico por la cepa variante no es únicamente debido a una posible mayor aptitud genética y adaptativa del RHDV variante sino, muy probablemente, el resultado de la gran presión vacunal ejercida sobre la cepa clásica. En términos prácticos, la vacunación intensiva ha hecho descender al mínimo los casos de RHD debidos al virus clásico y facilita que se imponga la cepa variante que posee diferencias estructurales que le permiten escapar a las vacunas comerciales actuales.

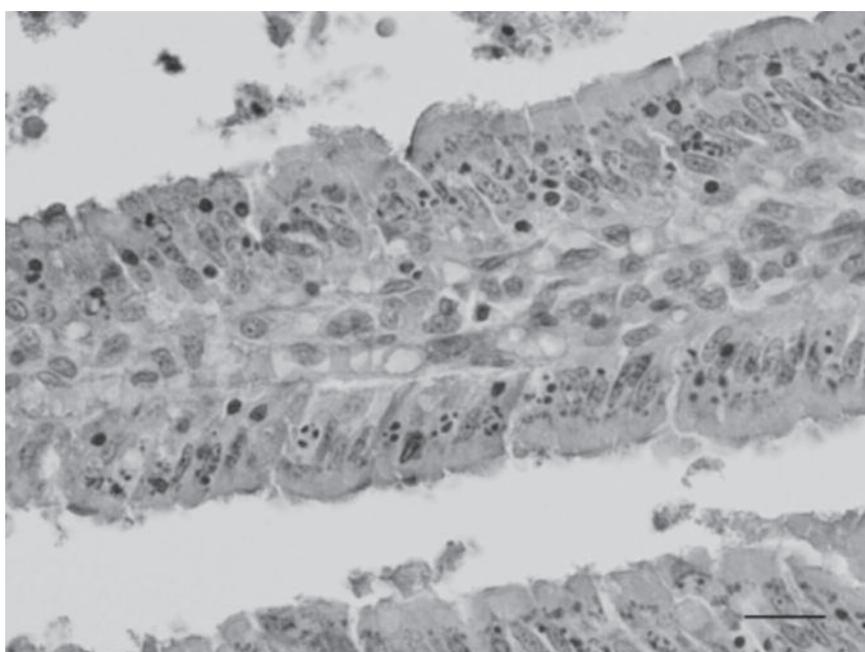
El nuevo virus de la enfermedad hemorrágica

Los primeros análisis de los casos ocurridos en 2011 en granjas de Navarra permitieron detectar en los tejidos de los gazapos analizados la presencia de un tipo de virus más cercano genéticamente a los virus no patógenos de conejo, denominados “calicivirus del conejo” que al RHDV. Estos virus atenuados “RCVs” habían sido descritos varios años antes en distintos países europeos pero no en la Península Ibérica. La presencia de un agente infeccioso en los órganos de un animal enfermo o muerto no es una prueba suficiente para afirmar que es el agente causal del proceso. Para demostrar la naturaleza patógena de este nuevo virus y su capacidad para producir la enfermedad hemorrágica descrita en las gran-

jas se realizó una infección experimental de conejos adultos (más de 60 días) y gazapos (30 días) utilizando el virus purificado a partir del hígado de un gazapo muerto en una explotación de Navarra. Esta prueba realizada en Diciembre de 2011 permitió reproducir la enfermedad tanto en adultos como en gazapos y constatar que los signos clínicos de los animales muertos tenían las mismas características que los observados en el campo.

Adicionalmente pudo también comprobarse la presencia del virus en el epitelio intestinal de los animales infectados (Figura 2), una localización en la que no suele encontrarse el RHDV clásico. Estos y otros estudios permitieron caracterizar este aislado denominado RHDV-N11 como **una variante del virus de la enfermedad hemorrágica del conejo**.

Figura 2. Tinción inmunohistoquímica del antígeno del virus (marrón) en las células epiteliales de las vellosidades intestinales de un conejo infectado experimentalmente con RHDV-N11. (Barra = 20 micras).



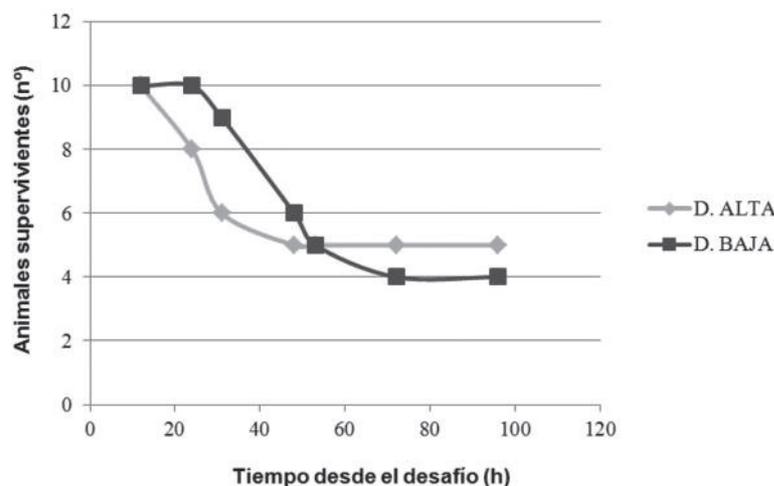
Otros estudios complementarios realizados en el laboratorio permitieron demostrar que el RHDV-N11 poseía una estructura y propiedades diferenciadas, tanto en la reacción con anticuerpos específicos como en su capacidad de interacción con los carbohidratos de los grupos sanguíneos, que permitían su distinción de las cepas clásicas del RHDV. Estas características podían correlacionarse con la aparente falta de eficacia de las vacunas y con la capacidad del nuevo virus para afectar a gazapos menores de 2 meses, a diferencia de las cepas clásicas del RHDV. Todas estas investigaciones financiadas por INTERCUN se han publicado de forma más detallada en una revista especializada en enfermedades emergentes (Dalton y col., 2012).

Hacia una nueva vacuna contra el RHDV variante

Ante la aparente falta de eficacia de las vacunas actuales se han iniciado distintos estudios para desarrollar una nueva vacuna capaz de neutralizar al virus RHDV-N11 en las granjas españolas.

Con objeto de valorar la potencia infectiva de los extractos de tejidos que contenían el aislado RHDV-N11 se realizaron nuevos experimentos de desafío en una granja experimental del INTIA (Navarra). Se emplearon dos lotes de 10 conejos de 30 días de edad que fueron infectados experimentalmente por vía intramuscular con 10000 UA (la aglutinación se realizó utilizando glóbulos rojos humanos del grupo B) o con 1000 UA de extracto infeccioso conteniendo RHDV-N11. Se mantuvo un tercer lote de 5 animales no infectados como control. El seguimiento de los animales retados tanto con la dosis alta como con la dosis baja de RHDV permitió observar una mortalidad significativa a partir de las 24 h siguientes al desafío (Figura 3), alcanzando tasas del 50 al 55% trascurridas 72 horas de la infección (Figura 3).

Figura 3. Evolución temporal de la supervivencia de conejos de 30 días infectados experimentalmente con 10000 UA (*) o 1000 UA (■) de RHDV-N11.



Los resultados obtenidos muestran que una cantidad de extracto de hígado conteniendo 1000 UA de RHDV-N11 es suficiente para reproducir experimentalmente tasas de mortalidad similares a las observadas en las granjas en conejos de la misma edad infectados de modo natural. Considerando que el uso de una cantidad 10 veces mayor de virus dio lugar a un nivel de mortalidad similar a la dosis menor (Figura 3) puede estimarse que la DL50 (dosis letal media) de RHDV-N11 será una cantidad igual o inferior a 1000 UA. Estas cantidades de virus se tomarán posteriormente como referencia para realizar desafíos a la hora de valorar la protección de futuras vacunas.

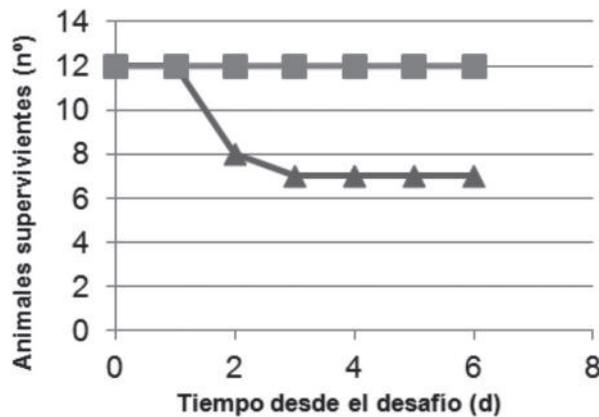
Con objeto de demostrar la eficacia de **una vacuna experimental contra la RHD variante**, se diseñó un experimento para administrar el RHDV-N11 previamente inactivado químicamente con β -propiolactona (BPL) y retar posteriormente a los animales vacunados con el virus patógeno. Esta prueba fue realizada por el personal y en las instalaciones del Animalario del Laboratorio Central Veterinario (LCV) de Algete.

Se organizaron 5 grupos de animales, cuatro de ellos con 12 conejos y el quinto con 5 animales. Al inicio del experimento los animales se trasladaron al LCV cuando tenían 22 días de edad. Tras su aclimatación, y una vez comprobado mediante ELISA que no tenían anticuerpos frente al RHDV, dos grupos de 12 conejos (1 y 3) se vacunaron (27 días de edad) por vía intramuscular en una pata trasera con una cantidad de virus equivalente a 10000 UA de virus RHDV-N11 inactivado con BPL. Otros dos grupos de animales (2 y 3) se inyectaron con suero salino (placebo) y los 5 animales restantes se alojaron en otro compartimento separado como controles. Los animales de los grupos 1 y 2 por un lado y los de los grupos 3 y 4 por otro se alojaron en dos compartimentos separados del LCV. A los 7 días después de la vacunación, se tomaron muestras de sangre para evaluar el nivel de anticuerpos frente al RHDV en los animales del grupo 1 (vacunados) y 2 (no vacunados) y a continuación se desafiaron con 1000 UA de RHDV-N11 mediante inyección intramuscular. La edad de los animales en el momento del reto era de 34 días. Pudo constatar que, a pesar de que ninguno de los animales de los grupos 1 y 2 tenían niveles de anticuerpos dentro del rango de la positividad del test ELISA, todos los componentes del grupo 1 (vacunados) sobrevivieron al menos 7 días después del desafío mientras que 5 animales del grupo 2 (no vacunados) murieron antes de las 72 horas mostrando signos de enfermedad hemorrágica (Figura 4). En todos los casos pudo detectarse la presencia de antígeno y genoma viral en muestras de hígado de los animales muertos. No se detectó la presencia de virus en el hígado de los animales sobrevivientes que fueron sacrificados 7 días después del desafío.

Los resultados obtenidos demuestran que la vacunación experimental con el propio virus RHDV-N11 inactivado con BPL tiene una eficacia del 100% a la hora de proteger gazapos frente a un reto virulento con el RHDV variante.

A los 15 días de la vacunación se tomaron muestras de sangre de los animales del grupo 3 (vacunados) y 4 (no vacunados) y a continuación se desafiaron con 1000 UA de RHDV-N11 mediante inyección intra-

Figura 4. Evolución temporal de la supervivencia de gazapos de 34 días vacunados (grupo 1, ■) o no vacunados (grupo 2, ▲) con 10000 UA de RHDV-N11 inactivado con BPL y retados 7 días post-vacunación (0 en la figura) con 1000 UA de RHDV.N11.



muscular. La edad de los animales en el momento del reto era de 42 días. Pudo constatarse que el 50% de los animales del grupo 3 (vacunados) tenían niveles de anticuerpos dentro del rango de la positividad del test ELISA, mientras que todos los componentes del grupo 4 (no vacunados) eran negativos. Todos los conejos del grupo 3, menos uno, sobrevivieron al desafío con RHDV-N11 al menos 7 días después del reto. El animal muerto en el grupo de vacunados mostraba una patología digestiva y deshidratación desde al menos 9 días antes del desafío y murió por otras causas no relacionadas con la RHD. Tras la necropsia no se encontró antígeno viral en el hígado de este animal. En el grupo 4 (no vacunados) murió un solo animal antes de las 72 horas mostrando signos de enfermedad hemorrágica y con presencia del antígeno vírico en el hígado. No se detectó la presencia de virus en el hígado de los 11 animales sobrevivientes del grupo 3 (vacunados) que fueron sacrificados 7 días después del desafío. Uno de los animales sobrevivientes del grupo 4 tenía niveles detectables de antígeno del RHDV en el hígado, mediante ELISA de captura. No obstante no pudo detectarse en genoma viral mediante RT-PCR. El nivel de mortalidad en este grupo experimental (1/12) de animales no vacunados fue de un 8,3%.

Aunque la mortalidad debida al RHDV variante en este rango de edad es más baja, la eficacia de la vacuna permitió la supervivencia de todos los animales vacunados con el RHDV-N11 inactivado.

Conclusiones

El estudio de centenares de casos de RHD diagnosticados en la Universidad de Oviedo durante el 2012 muestra que el RHDV variante (similar al RHDV-N11) es el responsable mayoritario de los brotes analizados (> 96%) tanto en las explotaciones ganaderas como en los conejos silvestres analizados. Esta situación se mantiene, a pesar del uso masivo de las vacunas disponibles lo que sugiere una falta de eficacia frente a la nueva variante del RHDV.

En la situación actual, mientras no se disponga de una vacuna específica frente a la nueva variante, es necesario mantener unas medidas de higiene, control de insectos y bioseguridad estrictas para intentar reducir la circulación del virus RHDV variante. Teniendo en cuenta la resistencia a la inactivación de este virus debe extremarse la limpieza y desinfección de vehículos, controlar el acceso a las explotaciones y limitar el movimiento de personas y materiales que contribuyan a dispersar el virus.

Los análisis realizados hasta el momento indican que los gazapos menores de 40 días son la población más sensible al RHDV variante, con índices de mortalidad de hasta el 60%. Los conejos adultos tienen tasas de mortalidad muy inferiores entre el 5 y el 10%.

Las pruebas de inmunización realizadas demuestran que una vacuna inactivada del RHDV-N11 es capaz de proteger eficazmente al 100 % los conejos vacunados a partir de los 7 días de la vacunación.

Considerando todo lo anterior, es urgente desarrollar y poner en el mercado esta nueva vacuna basada en el RHDV-N11 inactivado como único modo factible de controlar los brotes de la nueva enfermedad hemorrágica tanto en los conejos domésticos como en los silvestres. Una vez que se realicen estudios de protección cruzada con el RHDV clásico será necesario considerar la necesidad de mantener una profilaxis vacunal, separada o conjunta, frente a los dos tipos de RHDV dada su capacidad de afectar diferencialmente a conejos de distintas edades.

Agradecimientos

Los autores quieren dejar constancia de su agradecimiento a INTERCUN, a todos los colaboradores de la Universidad de Oviedo, INTIA (Navarra) y LCV, así como a todos los técnicos y ganaderos que han contribuido a la realización de estas investigaciones.

Bibliografía

Calvete C., Calvo J.H., Sarto P. 2012. Detección de una nueva variante del virus de la enfermedad hemorrágica en conejos silvestres en España. *37º Simposium de Cunicultura de ASESCU*. Barbastro 23-25 Mayo 2012., pp. 112-115.

Dalton K.P., Nicieza I., Balseiro A., Muguerza M., Rosell J.M., Casais R., Álvarez Á.L., Parra F. 2012. Variant rabbit hemorrhagic disease virus in young rabbits, Spain. *Emerg. Infect. Dis.*, 18(12):2009-2012.

Grasa Albajar J.R., Malo Martínez M. 2012. Enfermedad Vírica-Hemorrágica: nueva variante. *37º Simposium de Cunicultura de ASESCU*. Barbastro 23-25 Mayo 2012, pp. 8-35.

Le Gall-Reculé G., Zwingelstein F., Boucher S., Le Normand B., Plassiart G., Portejoie Y., Decors A., Bertagnoli S., Guérin J.L., Marchandeu S. 2011. Detection of a new variant of rabbit haemorrhagic disease virus in France. *Vet. Rec.*, 168:137-138.

Restricción alimentaria y “desmedicalización”. Justificación y pruebas de campo

Feed restriction and medication decreased. Justification and field trials

Cuadriello Viego R.*, Domínguez Baro O., Miguel Casado C., Sevilla Fernández L.

Departamento Técnico Hermi Gestión.

*Dirección de contacto: rcuadriello@grupohermi.com

Resumen

Los actuales sistemas productivos han conducido a un aumento en la administración de productos zoonos, incrementando de forma significativa el coste de producción. Se estudian dos sistemas de restricción alimenticia en gazapos de cebo (autómata y horaria) y su influencia sobre la mortalidad y el crecimiento (G.M.D.) como método para reducir la administración de antibióticos vía pienso. Se obtuvieron crecimientos aceptables y casi equiparables a una alimentación *ad libitum* con un alimento con una inclusión menor de antibióticos. No se obtuvieron diferencias significativas sobre la mortalidad y G.M.D. entre los dos sistemas de restricción utilizados en el ensayo.

Palabras clave: conejos, restricción alimentaria, desmedicalización

Abstract

Current production systems have led to an increase in the administration health products, significantly increasing the production costs. Two different food restriction systems in young rabbits are evaluated (PLC and time) as a method of reducing the administration of antibiotics in the feed-stuff and its influence on mortality and growth and average daily gain (ADG). The results with a restriction of antibiotics in the stuff were similar to *ad libitum* feeding and there were no significant differences on mortality and average daily gain (ADG) studied in both feeding systems.

Key words: rabbits, feeding restriction, medication decreased

Introducción

La producción de carne de conejo ha pasado en los últimos años desde un modelo familiar y de reducido tamaño a lo que hoy tenemos, una cunicultura industrializada en mayor o menor grado y de un tamaño medio de explotación superior, con un concepto más empresarial de la producción.

Esta evolución del modelo de explotación ha traído incrementos en la productividad del mismo, considerando estos incrementos como mejoras en la productividad de los animales y de la mano de obra.

Esta “intensificación” del modelo también ha provocado que el manejo se complique, que la presión infectiva sea mayor al haber cantidades elevadas de animales por explotación y se haya generalizado la utilización de forma más o menos preventiva de piensos medicamentosos. Paralelamente, el gasto medicamentoso de las explotaciones se ha ido incrementado, quizás de una forma lenta pero imparable. De esta manera el coste zoonosario ha aumentado de una forma importante.

Como primera reflexión, deberemos detenernos a pensar si es normal y asumible que muchos de los animales estén recibiendo tratamientos de forma sistemática. ¿Es asumible como concepto co-

recto de producción? ¿es asumible en cuanto a los costes que implica? ¿es asumible de cara a la creciente concienciación del consumidor por estos temas? ¿es sostenible en el tiempo?. La respuesta es clara, NO.

La escalada en los precios de las materias primas ha hecho también que el coste de la partida de alimentación se incremente significativamente y tome importancia el control y mejora del índice de conversión. Restricciones severas mejoran este índice de conversión (Tudela, 2008), si bien tendrá que tenerse en cuenta la disminución en el peso de sacrificio que este tipo de restricciones.

Actuando sobre estas dos partidas de costes (alimentación y zoonosológicos) actuaremos sobre un porcentaje importante del coste total de producción, es en este contexto donde toma un especial interés la restricción alimentaria controlada.

Una vez que hemos interiorizado que necesitamos un cambio, estamos en el punto de partida que nos debe llevar a un modelo más sostenible y responsable que pasa por producir animales de una forma más racional y sin tratamientos medicamentosos abusivos, evidentemente de una forma rentable para el productor.

Diversos factores deben ser tenidos en cuenta a la hora de analizar la sensibilidad del gazapo destetado en el cebadero, a saber, altas ganancias medias diarias, su sistema enzimático digestivo inmaduro, la alimentación en la que se busca el máximo crecimiento en el menor tiempo posible, un deficitario control ambiental en determinadas instalaciones, en definitiva que se va siempre al límite y muchas veces se puede decantar la balanza hacia el lado no deseado.

Existen ya diversos estudios en cuanto a sistemas de restricción como método para controlar diversos desórdenes digestivos, en especial EEC y es un tema que aunque parece estar de moda ya se lleva analizando desde los años ochenta y esta bastante extendido en otros países.

Parece claro que la restricción alimentaria mejora la incidencia de patologías digestivas y también el índice de conversión. (Foubert y col., 2007; Gidenne y col., 2009) lo cual con la situación actual de precios de materias primas parece cobrar un interés creciente al ser la partida de mayor incidencia sobre el coste de producción. Estudios anteriores demuestran (Tudela y Lebas, 2006) que racionamientos suaves no parecen afectar a la homogeneidad de los animales por fenómenos competitivos de acceso a la comida.

En países de nuestro entorno la alimentación restringida está generalizada y la utilización y concienciación sobre el papel de los tratamientos farmacológicos es muy diferente. También existen con respecto a estos países diferencias en cuanto al peso de sacrificio y las densidades habitualmente utilizadas que deberemos tener en cuenta a la hora de analizar el interés, utilidad y rentabilidad de este tipo de manejo. Deberemos analizar si podemos utilizar de forma rentable estas pautas con pesos de sacrificio de en torno a los 2,1 kilos de peso vivo (Romero y col., 2010).

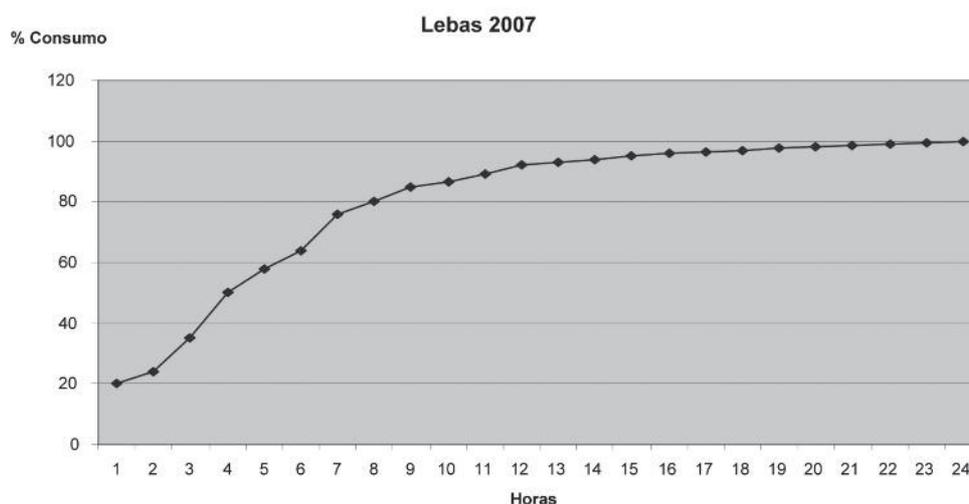
Un tema a tener en cuenta, que tiene una alta importancia, es como afecta este tipo de manejo alimentario al crecimiento cualitativo de los conejos, debemos saber si perjudica al rendimiento canal de los mismos en el matadero. Parece estar claro que restricciones fuertes empeoran el rendimiento canal y de forma diferente a las distintas partes de la canal (Lebas y col, 1982, Tumova y col, 2006). Cualquier restricción por encima del 80% del consumo *ad libitum* va a afectar al crecimiento y de forma diferente a unas partes del cuerpo que otras, de forma que el paquete digestivo ralentiza menos su crecimiento con lo que la relación partes nobles/paquete intestinal empeora (Foubert y col., 2007, Gidenne y col., 2009). Otros trabajos con sistemas de alimentación restringida por horas, que suponen racionamientos leves, no han observado diferencias significativas en cuanto al rendimiento en gazapos sacrificados a los 71 días de vida (Salaun y col., 2011)

Los animales que ven restringido el acceso a la comida durante ciertas horas, adecuan su comportamiento alimentario de forma que realizan más "tomas" (Szendrő y col, 1988), de manera que si *ad libitum* harían 1,3 tomas por hora de media con una restricción con acceso a la comida sólo nueve horas, puede aumentar hasta 4 tomas por hora. La duración de las tomas no parece verse alterada por la restricción.

Los animales aprenden a comer más rápido de forma que con el mismo tiempo de acceso a la comida, a medida que va avanzando el período de cebo la restricción cada vez va siendo más pequeña. En un estudio hecho por Foubert, después del destete y con sólo 8 horas de acceso al alimento la primera semana la restricción es del 64%, la segunda del 73% y la tercera del 83% (Foubert y col., 2007).

Estos factores han de ser tenidos en cuenta a la hora de plantear un sistema de manejo racionado en el cebadero.

Figura 1. Porcentaje de consumo en función de las horas de acceso a la comida



Material y métodos

Se realizaron 10 pruebas consecutivas en gazapos de una explotación industrial con 2.600 reproductoras divididas en dos lotes que se inseminaban en ciclos de 42 días (IA 11 pp). El objeto de la prueba era estudiar la velocidad de crecimiento y mortalidad. Los gazapos fueron sometidos a una restricción alimentaria durante la primera fase de cebo. Se realizaron 79 muestreos, en cada uno de los cuales se pesaron 20 jaulas con entre 8 y 9 gazapos por jaula. En total se pesaron unos 13.400 animales de un total de unos 90.000 gazapos que se cebaron en ese período. Se utilizó un pienso de cebo, con 2.342 kcal ED/kg con 100 ppm´s de tiamulina y 200 de neomicina, desde el destete hasta el momento que se metió un pienso de retirada con 2.453 kcal ED/kg con 100 ppm´s de bacitracina de zinc, éste se administró por primera vez entre el día 42 y el día 53 dependiendo de la sanidad del lote. La alimentación pasó a ser a libre voluntad desde el día 53 de vida, con la finalidad de poder conseguir un peso adecuado a matadero.

Se siguieron dos modelos de restricción, en la Banda 1 se utilizó un autómata que permitiera administrar los gramos deseados por animal y día medidos por el caudal (kilos/min) y en la Banda 2 se utilizó un modelo de restricción horaria en el que se daba de comer a partir de las 19 horas y se cortaba en función del crecimiento que se iba midiendo con las pesadas.

El modelo de racionamiento por ordenador registró los gramos teóricos que comieron los animales.

En el modelo de racionamiento por tiempo no se controló el pienso consumido por los animales.

El análisis estadístico se llevó a cabo con el paquete estadístico SAS 9.0 (SAS Institute Inc., Cary, North Caroline), y las medias mostradas fueron analizadas mediante un procedimiento PROC UNIVARIATE.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se muestran los resultados de cinco réplicas de cada uno de los lotes; en la tabla, las réplicas del lote que aparece sombreado son las que han sido alimentadas por autómata y las réplicas en blanco fueron alimentadas por un sistema horario.

Se partió de la base de animales que se cebaban con piensos medicamentos con tres moléculas y se redujo un antibiótico durante la experiencia. Los animales del lote blanco, fueron sometidos a un racionamiento ligero, de forma que al provocar el ayuno por el día la diferencia entre lo ingerido y la ingesta *ad libitum* es teóricamente pequeña, no llegando a racionamientos por debajo del 85%. Los racionamientos se realizaron de forma que los animales comían al atardecer y la toma se daba de forma continua hasta acabar.

Tabla 1. Pesadas a diferentes días de los dos lotes con alimentación restringida.

| Pesada | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Fecha | 3/5 | 15/6 | 26/7 | 17/8 | 6/9 | 27/9 | 18/10 | 29/11 | 20/12 | 10/1 |
| Nº Destetados | 8026 | 8026 | 7899 | 9748 | 8264 | 10900 | 8897 | 10459 | 10315 | 8275 |
| Edad (días) | Aut | Rel |
| 35 | | | | | | | | | | |
| 36 | 884 | 862 | 844 | 888 | 906 | 905 | 966 | 1043 | 971 | 822 |
| 37 | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | |
| 39 | | 948 | | | 1054 | 1033 | | 1128 | 1051 | |
| 40 | | | 1059 | 1085 | | | 1086 | | | 1063 |
| 41 | | | | | | | | | | |
| 42 | 1104 | | | | 1168 | 1181 | | | | |
| 43 | | 1088 | 1211 | 1220 | | | 1296 | | 1233 | 1157 |
| 44 | | | | | | | | 1321 | | |
| 45 | 1187 | | | | 1306 | 1349 | | | | |
| 46 | 1240 | 1181 | 1377 | 1373 | | | 1393 | | 1376 | |
| 47 | | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | 1437 | | | 1484 | | 1374 |
| 49 | | 1352 | 1502 | 1521 | | 1505 | 1508 | | | |
| 50 | 1394 | | | | | | | | 1529 | |
| 51 | | | | | 1527 | | | | | |
| 52 | | 1511 | 1626 | 1634 | | 1646 | 1652 | | | 1532 |
| 53 | | | | | | | | | | |
| 54 | 1587 | | | | 1679 | | | | | |
| 55 | | 1647 | | 1724 | | | | | | |
| 56 | | | 1825 | | | | | 1955 | | 1865 |
| 57 | | | | | 1814 | | 1922 | | | |
| 58 | | 1747 | | 1853 | | 1884 | | | | |
| 59 | 1850 | | 1923 | | | | | | 2063 | |
| 60 | | | | | | | | | | |
| 61 | | | | 1963 | 2013 | | 2050 | | | 2018 |
| 62 | 1966 | | 2033 | | | | | 2227 | | |
| 63 | | 2060 | | | | 2096 | | | 2234 | |
| 64 | | | | 2145 | 2145 | | 2145 | | | |
| 65 | 2109 | | | | | | | | | 2161 |
| 66 | | | | | | | | | | |
| 67 | | | | | | | | | | |
| GMD (g/día) | 40,83 | 44,37 | 45,73 | 44,89 | 44,25 | 44,11 | 42,11 | 45,54 | 46,78 | 46,17 |
| Mortalidad 36-65 d. (%) | 4,45 | 7,73 | 3,09 | 3,27 | 4,37 | 9,17 | 8,09 | 9,63 | 6,22 | 7,20 |

Aut: alimentados por autómatas. Rel: alimentados por sistema horario.

Se realizó un muestreo de 20 jaulas por lote, que albergaban entre ocho y nueve gazapos, en intervalos que iban entre los tres y los siete días. La pauta de alimentación se iba adaptando en función de las ganancias medias diarias (G.M.D.) obtenidas y la sanidad del lote.

La mortalidad acumulada observada (Figura 3) siguió un patrón similar en las distintas réplicas, de forma que la tendencia fue bastante lineal con una tendencia a la aceleración de la mortalidad en la última fase de cebo, coincidiendo con la fase *ad libitum* de los animales.

Figura 2. Curva de crecimiento en réplica con restricción horaria.

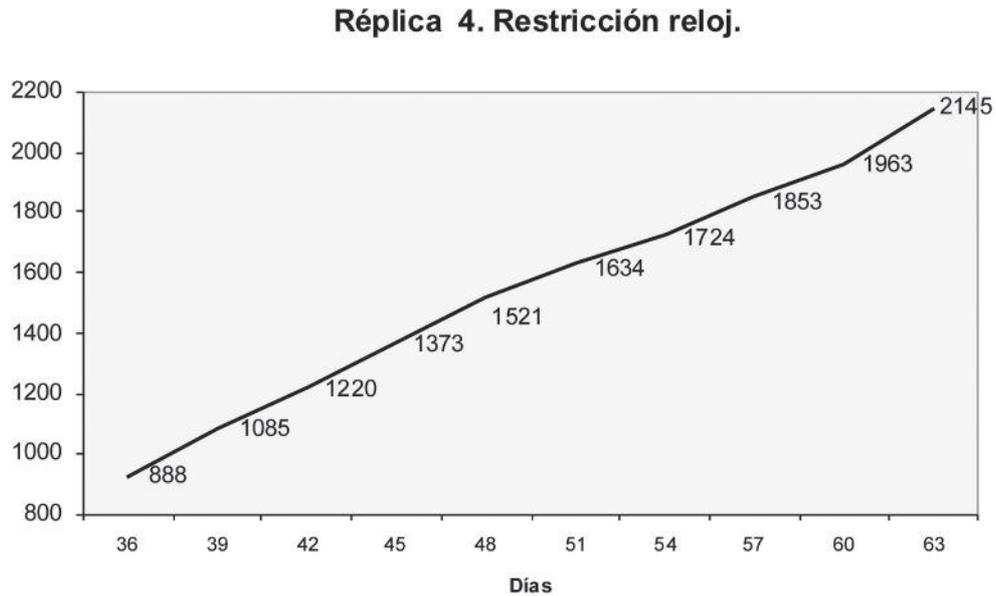


Figura 3. Mortalidad acumulada en réplica 4 (restricción horaria).

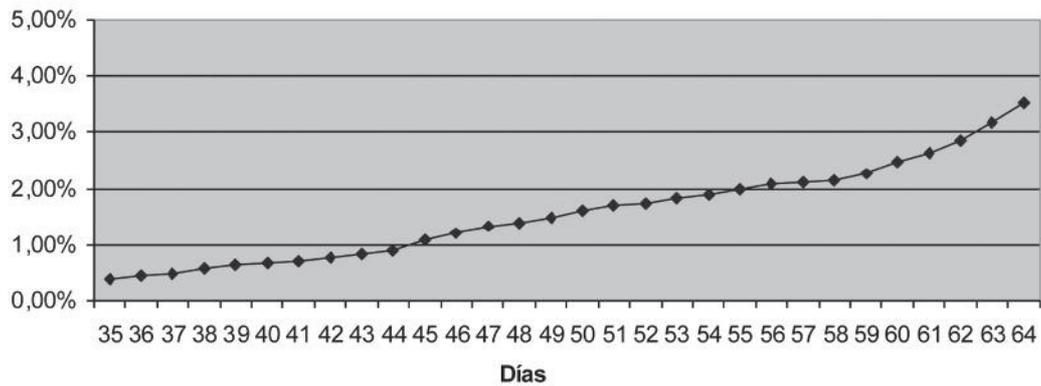


Tabla 2. Análisis estadístico de los parámetros estudiados.

| | Autómata | Reloj | EEM | P * |
|-------------------------|----------|-------|------|------|
| Peso inicial (g) | 914 | 904 | | |
| Peso final (g) | 2129 | 2141 | 22,9 | 0,7 |
| G.M.D. (g/día) | 43,9 | 45,02 | 0,88 | 0,41 |
| Mortalidad (%) | 5,1 | 7,4 | 0,85 | 0,09 |

* Si P < 0,05, existen diferencias significativas..

Las pruebas realizadas han permitido tener crecimientos diarios aceptables, de entre 40 g/día a 47 g/día, con ayunos que oscilaron entre las 12 horas y las 8 horas. Esto permite llegar al peso comercial del animal en un plazo prácticamente igual a animales alimentados *ad libitum*.

No se encontraron diferencias significativas entre los lotes con alimentación restringida con autómata o con un sistema horario de alimentación, ni en cuanto a crecimiento ni en cuanto a mortalidad (Tabla 2).

Se ha reducido la aplicación de fármacos de forma rutinaria, permitiendo reducir el coste de medicación y por tanto el de producción.

La mortalidad de los animales aumentó en la última fase de cebo (Figura 3), seguramente propiciada por la fase de alimentación a discreción de los animales para conseguir el peso deseado en los días previstos.

Aunque los datos de consumo de pienso no fueron controlados en la prueba, el índice de conversión global de la granja ha disminuido.

Con el sistema reproductivo aplicado (ciclos de 42 días) en un alto porcentaje de granjas y el peso comercial aplicado puede ser interesante alargar los ciclos 1 o 2 días para conseguir dicho peso comercial si se consigue mejorar la sanidad del cebadero y reducir el coste zoonosológico de forma importante.

Bibliografía

Foubert C., Boisot P., Duperray J., Guyanvarch A. 2007. Intérêt d'un accès limité à la mangeoire de 6h, 8h et 10h par jour pour engendrer un rationnement alimentaire chez le lapin en engraissement. *12^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France. 123-126.

Gidenne T., Combes S., Feugier A., Jehl N., Arveux P., Boisot P., Briens C., Corrent E., Fortune H., Montessuy S., Verdelhan S. 2009. Feed restriction strategy in the growing rabbit. 2. Impact on digestive health, growth and carcass characteristics. *Animal*, 3:509-515.

Lebas F., Laplace J.P. 1982. Mensurations viscérales chez le lapin. 4. Effets de divers modes de restriction alimentaire sur la croissance corporelle et viscérale. *Ann. Zootech.*, 31:391-430.

Romero C., Cuesta S., Astillero J.R., Nicodemus N., De Blas C. 2010. Effect of early feed restriction on performance and health status in growing rabbits slaughtered at 2 kg live-weight. *World Rabbit Sci.*, 18:211-218.

Salaun J.M., Renouf B., Bourdillon A., Picot A., Perdriau A., 2011. Comparaison de la technique d'alimentation Duréfix à un rationnement progressif et à une alimentation ad libitum sur les composantes du rendement carcasse des lapins en engraissement. *14^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 22-23 novembre 2011, Le Mans, France. 101-104.

Szendro Z., Szabo S., Hullar I. 1988. Effect of reduction of eating time on production of growing rabbits. *4th World Rabbit Congress*, 10-14 October, 1988. Budapest, Hungary. 104-114.

Tudela F., Lebas F. 2006. Racionamiento de los conejos en engorde: efecto del método de distribución de la ración diaria sobre la velocidad de crecimiento y la homogeneidad de los pesos. *XXXI Symposium de Cunicultura de Asescu*, Mayo 2006. Lorca, Spain, 103-109.

Tudela F. 2008. Producción de conejos con restricciones alimentarias. *XXXIII Symposium de ASESCU*. 30-31 October, 2008. Calahorra, Spain. 14-21.

Tumova E., Zita L., Stolc L. 2006. Carcass quality in restricted and ad libitum fed rabbits. *Czech J. Anim. Sci.*, 51:214-219.

¿Qué hemos aprendido y cambiado en los últimos 15 años con la enteropatía?

Pérez de Rozas A.¹, Aloy N.¹, González J.¹, Carabaño R.², García J.², Rosell J.³, Díaz J.V.⁴, Badiola I.^{1*}

¹ CReSA (UAB-IRTA). Campus de Bellaterra, Edifici V, 08193-Bellaterra, Barcelona.

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

³ Veterinario especialista en cunicultura, Tarragona.

⁴ NANTA, Murcia.

*Dirección de contacto: ignacio.badiola@irta.cat

Introducción

La EEC es una enfermedad del conejo, aparecida en su actual forma epizootica entre finales de 1996 y principios de 1997. Desde entonces, ha afectado a la práctica totalidad de las explotaciones cunícolas de nuestro país, de Francia, de Italia o de Portugal (Licois et al., 2000), principales países europeos en la producción industrial de conejos. Recientemente han aparecido casos de EEC en Méjico y en otros países latinoamericanos (S. Mendoza, comunicación personal).

Aunque lo más llamativo del proceso presente ha sido su componente epizootica, animales que mostraban un cuadro similar habían sido observados en décadas anteriores (Flatt et al., 1974). Estos cuadros similares a EEC pueden indicar que el agente causal hace tiempo que está en las granjas cunícolas, y que éste sufrió alguna variación que le imprimió su carácter epizootico (marcador de virulencia), o que el manejo de los animales cambió de forma significativa (prohibición de ciertos promotores de crecimiento) o la combinación de ambos.

En el caso de granjas sin intervención con antimicrobianos, las tasas de morbilidad pueden llegar al 100% y las tasas de mortalidad al 60-70%. Estas altas cifras obligan a considerar a esta enfermedad como una de las que tiene consecuencias más negativas sobre las explotaciones cunícolas industriales.

La EEC es una enfermedad que afecta principalmente a animales de 3 a 10 semanas de edad, y se caracteriza por disminución en la ingestión de pienso, deshidratación, abultamiento abdominal y deposiciones con moco, como signos externos más específicos, que acompañan a altas tasas de mortalidad. A la necropsia, lo más patognomónico es la compactación cecal, el estómago distendido con contenido líquido y la acumulación de moco en el colon. En el estudio histopatológico destaca la ausencia, prácticamente total, de lesiones inflamatorias por lo que, en contra de la designación de enteritis utilizada por algunos, entendemos más apropiado hablar de enteropatía. Como se ha apuntado más arriba, sin intervención con antimicrobianos, las tasas de mortalidad atribuibles a esta enfermedad pueden llegar al 70%.

Los intensos trabajos, realizados durante los primeros años de la epizootia por diferentes grupos franceses e italianos, dirigidos a implicar a algún virus animal en la etiopatogenia de la EEC, acabaron en repetidos fracasos. Estos fracasos hicieron que en las hipótesis de trabajo, de los equipos que nos incorporamos posteriormente a las investigaciones sobre la enfermedad, se priorizasen otras etiologías y se abordase el estudio de los cambios en la microbiota intestinal de los animales enfermos (Pérez de Rozas et al., 2004).

En este trabajo se pretende describir la evolución de las manifestaciones clínicas de los animales enfermos por EEC, el método utilizado para el estudio de los cambios en la microbiota intestinal de conejo y los resultados obtenidos de los animales con, o sin, EEC.

Estudios clínicos

Para los estudios clínicos fueron utilizados grupos de gazapos, destetados entre los 32 y los 35 días de vida, procedentes de una granja infectada por EEC. Las reproductoras de esta granja no habían recibido ningún tipo de antimicrobiano durante los 5 años anteriores.

Los diferentes lotes de animales incluidos en estos estudios corresponden a los grupos que sirvieron de controles negativos en las diferentes pruebas realizadas, para el registro de antimicrobianos para cunicultura, durante seis años. Los datos presentados son el conjunto de los resultados de estos grupos experimentales.

En el momento del destete, los animales fueron trasladados a una de las naves de tipo comercial de 12x4 m, de la Unidad Experimental del Prat del IRTA. Los gazapos fueron aleatoriamente repartidos en jaulas, de 40x90x40 cm, a razón de 6 animales por jaula.

Cada jaula estaba equipada con un comedero de tipo tolva y un bebedero de cazoleta. El bebedero estaba conectado a un depósito individual de unos 5 litros de capacidad para poder controlar el consumo de agua.

Los conejos fueron pesados por jaula, con una balanza calibrada durante el año anterior a su utilización. Cada vez que la balanza fue utilizada se comprobó su correcto funcionamiento pesando unos pesos normalizados de 1 y 5 Kg.

Los animales fueron pesados al destete y a los 0, 7 y 14 días de la aparición de los primeros signos de la enfermedad.

Los animales fueron alimentados, *ad libitum*, con un pienso comercial no suplementado con antimicrobianos. Para determinar el consumo semanal de alimento, las cantidades de pienso añadidas a las tolvas fueron sistemáticamente pesadas, así como las cantidades de pienso sobrante al final de cada periodo de 7 días.

Para la determinación del consumo de agua, cada día del estudio fueron añadidos 3 litros de agua a cada uno de los contenedores. Al día siguiente, y antes de volver a añadir los 3 litros correspondientes, se midió la cantidad de agua sobrante. La diferencia entre el agua aportada y sobrante resulta en la cantidad de agua diaria consumida por los animales de cada jaula, que dividida por el número de animales arroja el consumo diario de agua por animal.

Diariamente, fueron analizados todos los animales para la presencia, o no, de los signos: borborigmo, diarrea, timpanismo y compactación cecal, como indicadores de enfermedad. Adicionalmente, y para detectar otras enfermedades se analizó la presencia de signos respiratorios.

Se realizó la necropsia de todos los animales muertos durante los ensayos, examinándose la presencia de signos macroscópicos compatibles con EEC: compactación cecal, estómago dilatado, moco en el intestino, ausencia de hemorragias en ciego y ganglio mesentérico hipertrófico y no hemorrágico.

Efecto de la EEC sobre la curva de peso y el consumo de pienso y agua

En la Figura 1 se muestra el peso promedio semanal de los gazapos afectados o no de EEC.

En la figura precedente puede observarse una parada en el incremento ponderal durante la primera semana de enfermedad (segunda semana posdestete). Esta disminución de la pendiente de la curva de incremento de peso desaparece en las semanas posteriores. No obstante, si la tasa de mortalidad es baja, como sucede con determinados tratamientos, este retraso en el crecimiento puede prolongarse durante una semana más.

En la Figura 2 se muestra el consumo promedio de pienso, por semana y animal, de gazapos afectados o no de EEC.

Figura 1. Peso promedio de los animales, en Kg por animal, de conejos afectados (EEC +) o no (EEC -) por Enteropatía Epizoótica del Conejo (SPD= Semana posdestete).

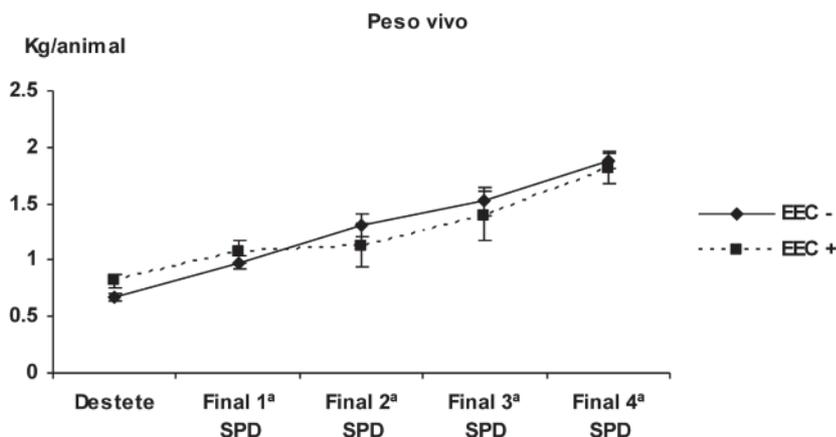
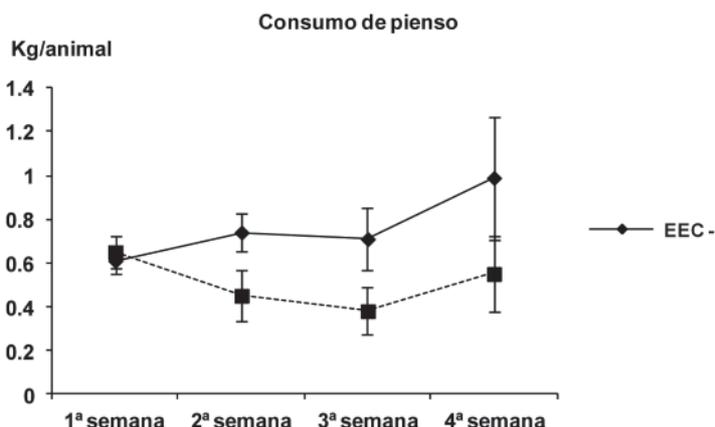


Figura 2. Consumo promedio de pienso, en Kg por animal y semana, de conejos afectados (EEC +) o no (EEC -) por Enteropatía Epizoótica del Conejo.



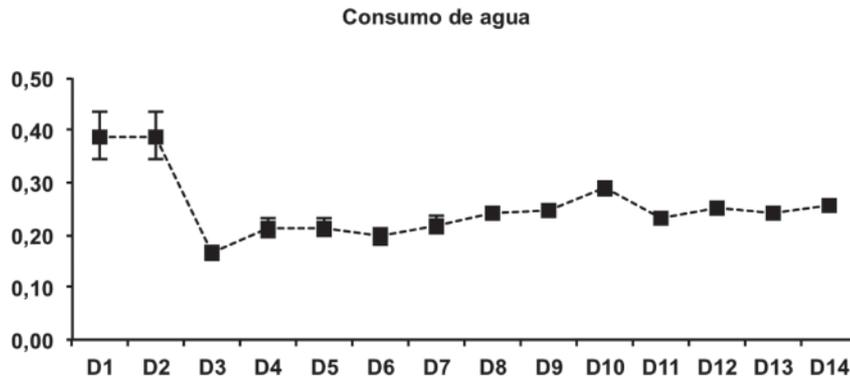
Como hemos podido comprobar en repetidas ocasiones, a finales de la primera semana después del destete, y en las condiciones de nuestra granja experimental, se inician los primeros signos clínicos característicos de EEC y, como puede comprobarse en la Figura 2, se produce un significativo descenso en el consumo de pienso durante la segunda semana posdestete, que se mantiene hasta el final de la tercera semana. En cambio el consumo se recupera a la cuarta semana, y en algunos casos de forma compensatoria (datos no mostrados).

El análisis estadístico del consumo de pienso refleja diferencias significativas ($p < 0,05$) durante la fase aguda de la enfermedad, es decir durante la 2ª y 3ª semana posdestete. El consumo durante esta fase aguda se reduce entre un 50% (datos mostrados en el gráfico) y un 75% (datos no mostrados).

En referencia al consumo de agua, como puede verse en la Figura 3, también se produce una disminución significativa ($p < 0,05$) durante las dos semanas posteriores a la aparición de los primeros signos de la enfermedad. Puede estimarse que se produce una reducción del consumo hasta de un 50% en referencia al consumo de animales sanos.

En varios ensayos realizados, frente a un consumo esperado de agua de 400-450 mL/animal/día, en gazapos de 1,2-1,6 Kg p.v., se obtienen consumos de agua de 200-250 mL/animal/día.

Figura 3. Consumo diario promedio de agua durante los 14 días posteriores a la aparición de los primeros signos de EEC.



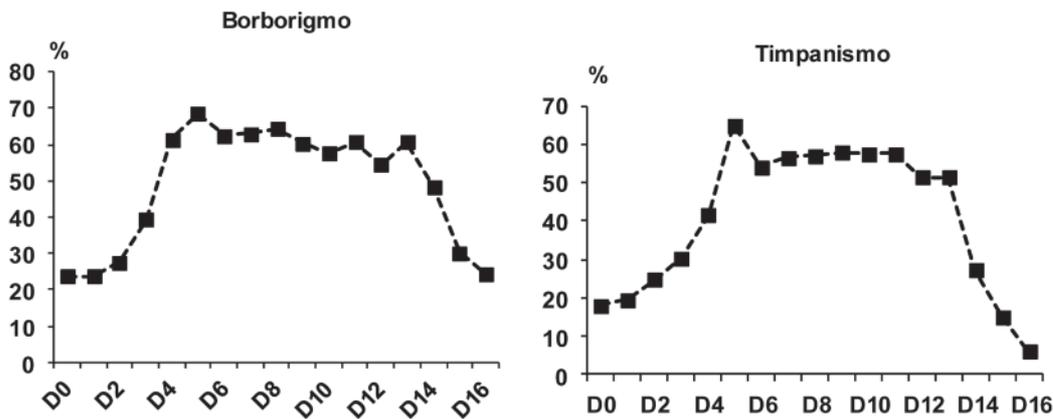
Signos clínicos de EEC

Los dos signos más precoces, y también los más frecuente, son el borborismo y el timpanismo. Estos signos obedecen al efecto combinado de la ausencia de pienso en el estómago y al aumento de gas en el intestino delgado.

En nuestras valoraciones clínicas, estos signos nos sirven para marcar el inicio de la enfermedad, de cara a instaurar los tratamientos o las valoraciones diarias, de todos los signos, que permiten seguir el proceso.

En la Figura 4 mostramos las curvas típicas del porcentaje diario de animales con borborismo y timpanismo, desde el inicio de un brote de EEC y durante toda la fase aguda de la enfermedad.

Figura 4. Porcentaje diario de animales con borborismo (izquierda) y timpanismo (derecha) durante la fase aguda de un brote de EEC.



En esta figura, bastante típica de nuestras condiciones experimentales, puede verse que el cuadro se agrava hasta alcanzar un máximo del 70% de animales enfermos al quinto día de la aparición de los primeros signos de enfermedad. Esta situación se mantiene durante una semana más, y tras esta semana estacionaria los gazapos entran claramente en una fase de remisión tanto de éste y como de otros signos clínicos.

La diarrea, un signo que es considerado por muchos grupos como frecuente en esta enfermedad, estimamos que no es uno de los signos característicos y creemos que obedece a infecciones sobreañadidas. El porcentaje de animales que presentan diarrea es significativamente mucho más bajo que el de los animales que presentan cualquiera de los dos signos anteriores.

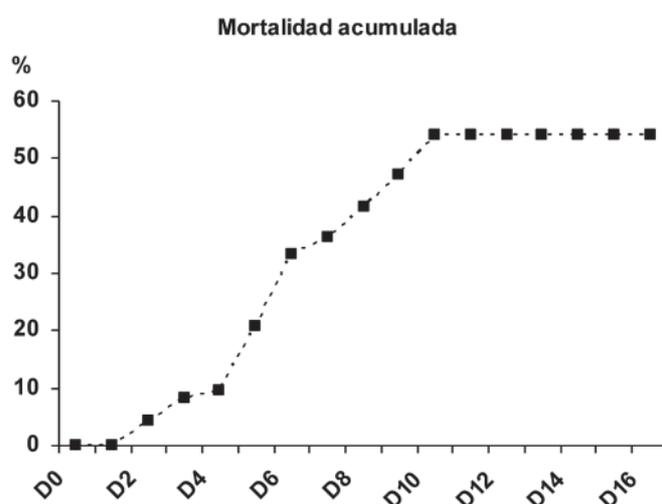
El signo patognomónico de EEC, la compactación cecal, es un signo poco frecuente, en ocasiones enmascarado por el timpanismo, y frecuentemente asociado con la muerte de los animales, uno o dos días después de su detección por palpación abdominal.

Mortalidad en EEC

En la gráfica de la Figura 5 se muestra la cinética de bajas de un típico brote de EEC. Las primeras bajas pueden producirse muy temprano, pero el pico máximo tiene lugar transcurrida la primera semana de la enfermedad, prolongándose durante un periodo de 7 días. El porcentaje acumulado de mortalidad que hemos tenido en los diferentes ensayos ha ido desde el 20% hasta el 55%, mortalidades significativamente superiores a las que pueden considerarse como normales durante el periodo de engorde, y que no deberían sobrepasar el 5%.

Como apuntábamos con anterioridad, esta cinética puede explicarse por la aparición de compactación cecal. Esta relación se comprueba, además, por la observación macroscópica, en la necropsia, de compactación cecal en un alto porcentaje de los animales muertos por EEC.

Figura 5. Porcentaje acumulado de mortalidad tras un brote de EEC.



Además de esta compactación cecal, la práctica totalidad de animales muertos presenta distensión de gástrica, con contenido líquido en el estómago y ausencia de pienso.

Otros signos característicos de EEC son la ausencia de lesiones hemorrágicas en intestino delgado o ciego, ganglio mesentérico hipertrófico, pero no hiperémico. En algunos animales puede observarse moco en el colon. No se observa esplenomegalia ni reactividad en el tejido linfóide asociado a la mucosa intestinal. Tampoco son visibles lesiones en riñón o pulmón. En frecuentes ocasiones se puede observar el timo congestivo.

Los estudios histopatológicos no revelan lesiones específicas asociadas a la EEC, aunque en ocasiones, fundamentalmente por posibles sobreinfecciones, se pueden observar lesiones compatibles con infecciones de tipo clostridial.

El perfil de la microbiota intestinal

Como más de un 75% de los componentes de la microbiota intestinal de los animales de producción no son cultivables, el análisis de dichos componentes se realizó mediante la técnica de RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism o Polimorfismo en la Longitud de los Fragmentos de Restricción), un método independiente de las técnicas de cultivo *in vitro*.

Para evitar cambios en la composición de la microbiota, posteriores a la recogida de la muestra, y tras varias pruebas, decidimos recoger ≈ 1 g del contenido intestinal a analizar en tubos estériles de plástico

que contenían 3 mL de etanol absoluto. De esta forma nos aseguramos una fijación de la muestra, equivalente a la obtenida por congelación, según hemos podido comprobar en estudios previos.

Para poder controlar, en todo momento, la cantidad de digesta analizada (400 mg), los tubos con el alcohol son pesados antes y después de la toma de muestras. Los tubos con las muestras de contenido intestinal fueron mantenidos a 4°C hasta su análisis. Esta forma de recogida y conservación de los contenidos intestinales tiene importantes ventajas, frente a la congelación, para posibles estudios en granjas comerciales o de campo.

Para la extracción del DNA bacteriano total, utilizamos el sistema QIAamp DNA Stool Mini Kit (QIAGEN) siguiendo las instrucciones del manual suministrado por el fabricante, con algunas modificaciones para favorecer la extracción del DNA de las bacterias Gram-positivas. El DNA obtenido fue amplificado inmediatamente después de la extracción o congelado, a -20°C, hasta su utilización.

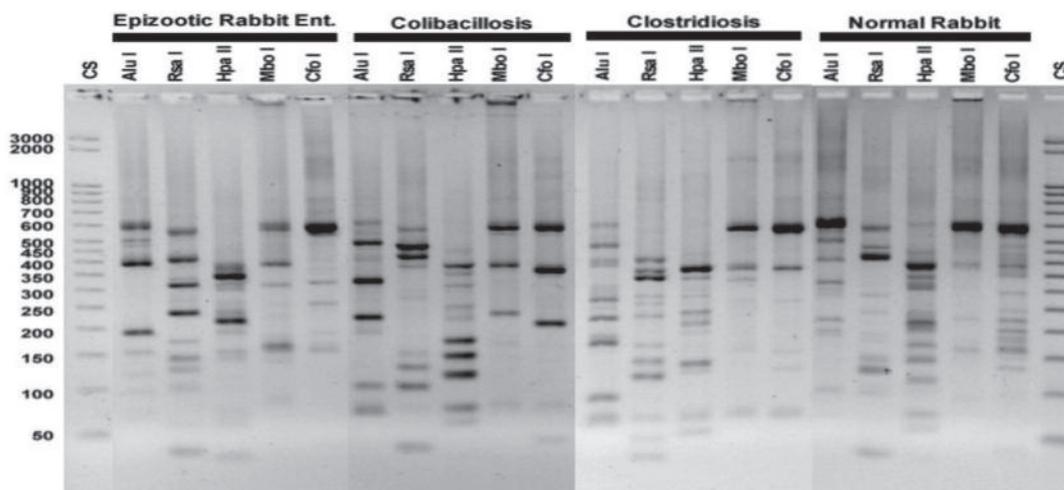
Tras la amplificación del DNA con los *primers* 5'-CTACGGGAGGCAGCAGT-3' y 5'-CCGTCWATTCMTT-GAGTTT-3', los segmentos obtenidos fueron sometidos, en alícuotas independientes, a la acción de los siguientes enzimas de restricción: *Alu* I, *Rsa* I, *Hpa* II, *Sau* 3AI y *Cfo* I.

Los fragmentos de restricción obtenidos se separaron en agarosa de alta resolución al 2%, en presencia de EtBr. Tras electroforesis, a 150V durante 60 minutos, fue capturada la imagen de los fragmentos con ayuda del sistema ChemiGenius (Syngene). El tamaño de cada uno de los fragmentos de restricción se calcula con ayuda del programa GeneTools (Syngene) y dos controles de tamaño: el Step 50 (Sigma) y uno construido con los fragmentos de restricción del amplicón del 16S rDNA de bacterias conocidas.

Además, los amplicones obtenidos fueron secuenciados, y se compararon con las secuencias del GenBank y del Ribosomal Database Project (Maidak et al., 1997), para conocer las especies bacterianas presentes en las muestras analizadas. Además, el análisis del grado de similitud entre secuencias no permitió saber el grado de similitud entre cepas de diferentes explotaciones y/o cuadros clínicos.

Cuando analizamos muestras de animales procedentes de granjas con clínica compatible con EEC, frente a muestras de animales procedentes de granjas aparentemente no afectadas por la EEC, pudimos observar el aumento significativo de la intensidad de ciertas bandas de restricción (Figura 6). Este aumento parecía corresponder a una disbiosis intestinal, con disminución en la población de *Escherichia coli* y el aumento de dos componentes bacterianos diferentes (*Bacteroides* spp y *Clostridium* spp).

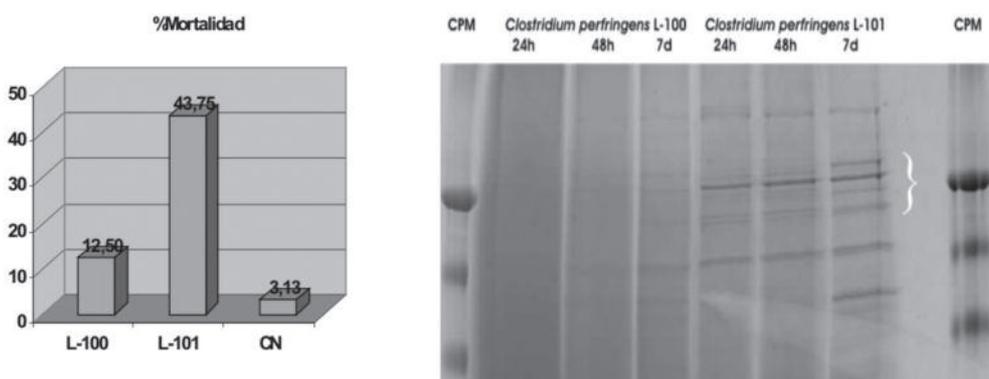
Figura 6. Perfil electroforético de los fragmentos de restricción obtenidos de muestras cecales de animales con diferentes procesos infecciosos intestinales (CS=control de tamaño de fragmentos).



En la misma figura puede verse el perfil electroforético de otros procesos patológicos frecuentes en cunicultura, cada uno de ellos caracterizado por el aumento de ciertas bandas de restricción y la disminución de otras.

Hasta la fecha, la inoculación de cultivos puros de algunas de las cepas de *Clostridium perfringens* (L-101), ha producido altas tasas de mortalidad -hasta del 45% (Figura 7, izquierda)- con cuadros incompletos de Enteropatía, aunque sí pudimos observar compactación cecal.

Figura 7. Porcentaje de mortalidad en animales con EEC inoculados al inicio de la sintomatología con las cepas L-100 y L-101 de *Clostridium perfringens* (izquierda). Perfil electroforético, en geles SDS-PAGE teñidos con Azul de Coomassie Coloidal, de sobrenadante de cultivos tras 1, 2 y 7 días de incubación (derecha).

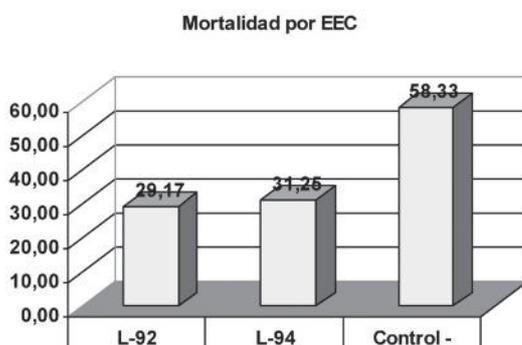


Analizando el sobrenadante de cultivos de la cepa L-101 de *Clostridium perfringens* pudimos comprobar, a diferencia de otras cepas (Figura 7, derecha), la aparición de bandas de proteínas de alto peso molecular. Algunas de ellas aparecen tan temprano como 24 horas después del inicio del cultivo, mientras otras sólo aparecen tras varios días de incubación. El papel de estas proteínas en la etiopatogenia, y posiblemente en la prevención, de la EEC es uno de los puntos que debe esclarecerse en el futuro.

La inoculación de *Bacteroides fragilis* ha tenido un doble comportamiento dependiendo de la cepa y de si la inoculación se hacía sobre grupos de animales con EEC o sin EEC.

Cuando las cepas L-92 o L-94 de *Bacteroides fragilis* fueron inoculadas a grupos de animales con EEC, por sonda gástrica y a dosis única de 109 UFC/animal, en el momento de la aparición de los primeros signos de la enfermedad, se consiguió reducir un 50% la tasa de mortalidad, frente a la tasa de mortalidad de los hermanos que no fueron inoculados (Figura 8).

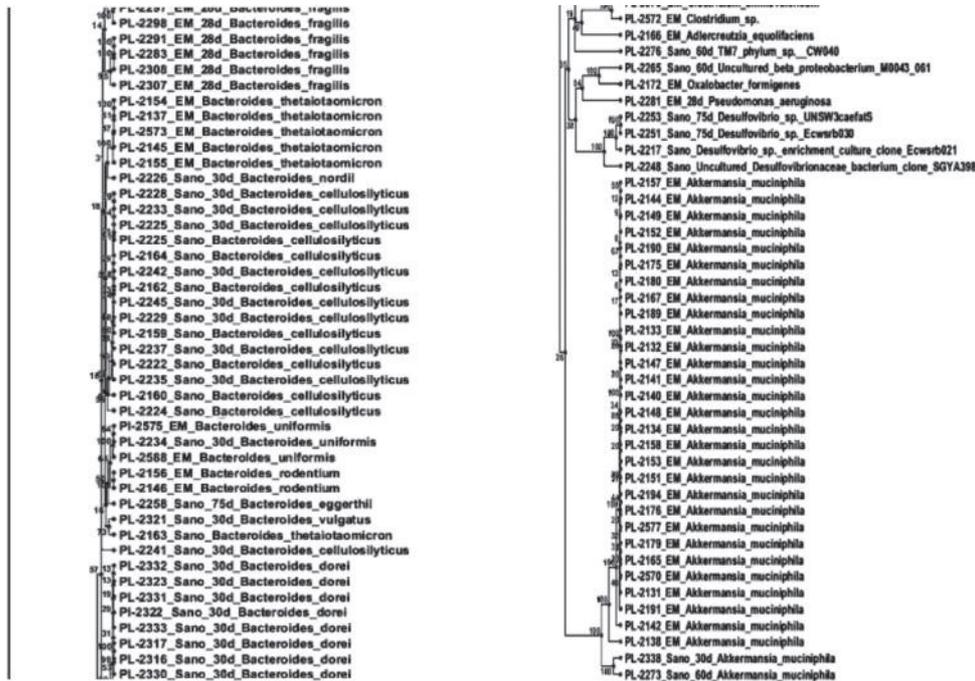
Figura 8. Efecto de la inoculación oral de las cepas L-92 o L-94 de *Bacteroides fragilis* sobre la mortalidad de animales afectados por EEC.



Por otro lado, cuando se inocularon otras cepas de *Bacteroides* spp a dosis de 106 UFC/mL en el agua de bebida, durante 7 días, a animales no afectados por EEC, se consiguió observar un cuadro similar de EEC, con compactación cecal y bajas tasas de mortalidad.

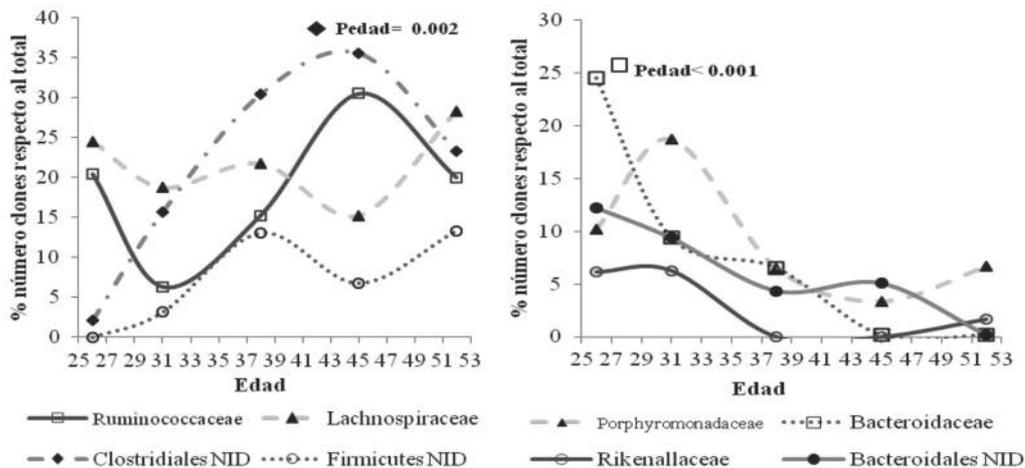
El análisis de las secuencias del gen del 16S RNA de bacterias intestinales de muestras de animales con y sin EEC nos ha permitido localizar otro componente bacteriano, *Akkermansia muciniphila*, que parece estar asociado estrechamente con la enfermedad (Figura 9). La imposibilidad de aislamiento de esta es-

Figura 9. Homología de algunas de las secuencias de los amplicones del gen 16S RNA bacterianos obtenidos de animales sanos y con enteropatía (EM) de diferentes granjas.



peca bacteriana, hasta el momento actual, no nos ha permitido comprobar del papel real de Akkermansia muciniphila en la etiopatogenia de la EEC, siendo este otro de los temas que permanece pendiente para el futuro inmediato.

Figura 10. Identificación de las familias del phylum Firmicutes (izquierda) y del phylum Bacteroidetes (derecha) de la microbiota en ciego y cecotrofos en gazapos tras el destete y su evolución con la edad.



Otro de los aspectos analizados sobre las poblaciones microbianas intestinales es su dinamismo, es decir el cambio producido durante las diferentes fases de producción en condiciones fisiológicas (Figura 10).

En estas gráficas podemos ver que la microbiota intestinal no está compuesta por una serie de poblaciones estables, durante toda la vida del animal, si no que aumentan o disminuyen según la edad. En el

caso de Bacteroides es destacable la disminución fisiológica de las diferentes subpoblaciones, hecho que contrasta con el aumento observado en EEC. Este incremento, sumado al efecto positivo sobre la enfermedad de algunas cepas de Bacteroides, pudiera reflejar un mecanismo de respuesta/defensa de las poblaciones bacterianas frente a los factores desencadenantes de la EEC.

Cambios de manejo sobre los efectos negativos de la EEC

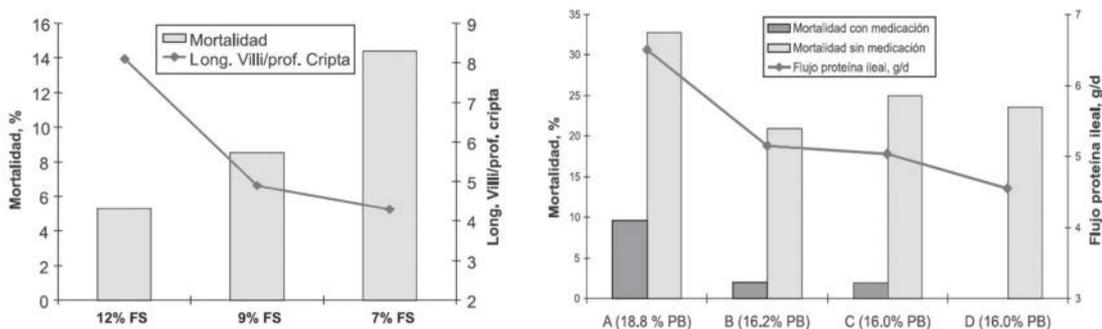
La restricción de pienso supone una forma de reducir los efectos negativos de la EEC, disminuyendo la aparición de signos clínicos y especialmente de las tasas de mortalidad.

En un experimento realizado hace cinco años, pudimos comprobar que la restricción del pienso, al 90% del consumo promedio según el peso corporal en condiciones normales, redujo de forma significativa la tasa de mortalidad del 66,67% al 50,00%. En el grupo de animales sin restricción el 41,67% de los lotes experimentales superaron la tasa de mortalidad del 85,7%, mientras que en el grupo de animales con restricción de pienso el 50% de los lotes experimentales tuvo tasas de mortalidad inferiores al 42,86%.

El grupo del Dr. Gidenne, en Francia, profundizó los estudios de la restricción del pienso sobre la mortalidad en las primeras fases tras el destete y comprobaron que esta jugaba un papel positivo sobre la mortalidad (Martignon, 2010; Martignon et al., 2010). Actualmente, la restricción de pienso, de hasta el 75% del consumo promedio según el peso corporal en condiciones normales, se está utilizando con éxito en Francia.

En la Universidad Politécnica de Madrid se realizaron diferentes experimentos para analizar el efecto de la fibra y de la proteína sobre las tasas de mortalidad de los conejos durante la fase de engorde (Figura 10).

Figura 11. Tasa de mortalidad por EEC y relación longitud de microvellosidades/profundidad de criptas (LV/PC) en función de la cantidad de fibra soluble (FS) en el pienso (izquierda) y tasa de mortalidad por EEC en función del porcentaje y tipo de proteína (derecha).



En estos experimentos se pudo comprobar que el aumento de fibra soluble en el pienso de conejos reduce la tasa de mortalidad durante la fase de engorde. Este aumento de fibra produjo también una mejora en la morfología de la mucosa intestinal, valorada por la relación entre longitud de microvellosidades/profundidad de criptas (Figura 10, izquierda). Además, la reducción del flujo de proteína ileal, es decir la cantidad de proteína que llega a ciego, reduce la tasa de mortalidad durante el engorde (Figura 10, derecha).

Finalmente, como consecuencia de la falta de antimicrobianos registrados para cunicultura, hecho que comporta la aplicación de la “cascada de prescripción” y la obligación de observar periodos de retirada de 28 días para todos los principios activos no registrados específicamente para conejos, nos motivó a implicarnos en el registro de diferentes antimicrobianos. Durante los últimos trece años hemos participado en el registro de moléculas como apramicina, aminosidina, bacitracina de zinc, doxiciclina, oxite-traciclina, neomicina, tiamulina, tilosina o valnemulina.

Conclusiones y plan de trabajo para el futuro inmediato

La EEC se caracteriza por la presentación de un cuadro de disbiosis, con afectación tanto de bacterias Gram-positivas como Gram-negativas de la microbiota intestinal. Esta disbiosis permitiría explicar el efecto incompleto de las monoterapias antimicrobianas (Duperray, 1999; Badiola et al., 2000), para el control de la enfermedad, y la mayor efectividad de las quimioterapias combinadas (Coudert *et al.*, 2000).

La enfermedad, sin intervenir con antimicrobianos cursa con altísimas tasas de morbilidad –prácticamente el 100% de los animales llegan a enfermar– y de mortalidad.

El cuadro, cuando la unidad experimental es el animal dura aproximadamente una semana. Pero, como no todos los animales se ponen enfermos al mismo tiempo, la duración del proceso es de dos semanas cuando la unidad experimental es la granja. A lo largo de estas dos semanas, los casos de EEC se solucionan por lisis (curación) o por crisis (muerte).

De cara al futuro, falta analizar el efecto de *Akkermansia muciniphila* en la etiopatogenia de la EEC, así como el efecto combinado de la inoculación de las diferentes especies bacterianas que se han encontrado repetidamente en animales con signos de EEC. El análisis del papel de las proteínas del sobrenadante de cultivos de la cepa L-101 de *Clostridium perfringens* en la etiopatogenia de EEC, así como su posible utilización como medida inmunoproléctica, es otra serie de estudios pendientes de acometer.

Actualmente estamos realizando la caracterización de cepas de *Bacteroides* spp, que pueden tener efecto probiótico frente a EEC. Estos estudios forman parte de la tesis doctoral de una de las autoras de este escrito (Ana Pérez de Rozas) y esperamos que puedan aportar una herramienta complementaria para el control de la morbilidad y la mortalidad de la EEC.

Agradecimientos

Los estudios en los que hemos basado la información depositada en este trabajo han recibido el soporte del INIA (OT00-040-C2-2 y RTA01-086), CICYT (AGL01-2621-C02-01) y de algunos laboratorios que han realizado el esfuerzo de registrar nuevas moléculas de antimicrobianos para conejo (Alpharma, Andrés Pinaluba, Calier, CEVA, Elanco, Novartis o Maymó).

Bibliografía

- Badiola J.I., Faus C., Pérez de Rozas A.M., Gorostiaga O., Rosell J.M. 2000. Mucoïd enteropathy: Treatment with Apramycin of naturally infected rabbits. En: *Proceedings of 7th World Rabbit Congress*. Valencia, Spain. B volume, pp.: 195-198.
- Coudert P., Peeters J.E., Rosell J.M., Argüello, J.L., Badiola J.I., Blas E., Cuervo L., Drouet-Viard F., Licois D., Provôt F. 2000. Enfermedades del aparato digestivo: Causas parasitarias y otras. En: *Enfermedades del conejo*. (edit. Rosell J.M.) Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, pp.: 215-263.
- Duperray J. 1999. La Bacitracine confirme son intérêt contre l'entérocolite. *L'Éleveur de Lapins*, février: 56-57.
- Flatt R.E., Weisbroth S.L., Kraus A.L. 1974. Metabolic, traumatic, mycotic, and miscellaneous diseases of rabbits. En: *The Biology of the Laboratory Rabbit*. (eds. Weisbroth S.L., Flatt R.E, Kraus A.L.) Academic Press, New York, USA, pp.: 435-451.
- Lane, D.J. 1991. 16S/23S rRNA sequencing. In: *Nucleic acid techniques in bacterial systematics*. (Edit. Stackebrandt, E.; Goodfellow, M.) John Wiley and sons, New York, N.Y., pp.: 115-175.
- Licois D., Coudert P., Ceré N., Vautherot J.F. 2000. Epizootic Enterocolitis of the rabbit: Review of current research. En: *Proceedings of 7th World Rabbit Congress*. Valencia, Spain. B volume, pp.: 187-194.

Maidak B.L., Olsen G.J., Larsen N., Overbeek R., Mccaughey M.J., Woese C.R. 1997. The RDP (Ribosomal Database Project). *Nucleic Acids Res.*, 25:109-110.

Martignon M.H. 2010. Conséquences d'un contrôle de l'ingestion sur la physiopathologie digestive et le comportement alimentaire du lapin en croissance. En: Tesis doctoral de l'Institut National Polytechnique de Toulouse.

Martignon M.H., Combes S., Gidenne T. 2010. Digestive physiology and hindgut bacterial community of the young rabbit (*Oryctolagus cuniculus*): Effects of age and short-term intake limitation. *Comp. Biochem. Physiol. A*, 156:156-162.

Pérez de Rozas A.M., Roca M., Carabaño R., de Blas C., Francesch M., Brufau J., Martín-Orúe S., Gasa J., Campoy S., Barbé J., Badiola I. 2004. Comparative study of intestinal microbial diversity from birds, pigs and rabbits by Restriction Fragment Length Polymorphism analysis. *Reprod. Nutr. Dev.*, 44 (Suppl. 1):S4.

PATOLOGÍA

- **Cómo vacunan los cunicultores contra mixomatosis y enfermedad hemorrágica vírica**

Rosell J.

- **Evaluación experimental de una nueva autovacuna frente a *Staphylococcus aureus* en conejos**

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

- **Efecto del origen genético, fuente de energía en lactación y uso de antibióticos en conejo de engorde**

Arnau A., Martínez-Paredes E., Ródenas L., Cervera C., Pascual J.J.

- **Estudio de las poblaciones linfocitarias sanguíneas en gazapos de diferentes líneas genéticas cunícolas**

García-Quirós A., Penadés M., Arnau A., Blas E., Corpa J.M., Viana D., Selva L.

- **Caracterización inmunopatológica de mastitis inducidas experimentalmente por *Staphylococcus aureus***

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

- **Ocurrencia de infecciones endoparasitarias en conejos de granjas en Portugal**

Calhoa I., Pinheiro V., Monteiro J.M., Coelho AC.

¿Cómo vacunan los cunicultores contra mixomatosis y enfermedad hemorrágica vírica?

How rabbit producers vaccinate against myxomatosis and viral haemorrhagic disease?

Rosell J.M.

¹ Cunivet Service. Apartado de Correos 518. 43080 Tarragona

*Dirección de contacto: jmrosell@cunivetservice.com

Este artículo es para el 38 simposio de cunicultura ASESCU en Zamora, 30 y 31 de mayo de 2013. Sólo puede ser reproducido en páginas Web permitidas expresamente por el autor.

Resumen

En este estudio, hemos medido la aplicación de los protocolos de vacunación contra mixomatosis y enfermedad hemorrágica vírica (EHV), en futuros reproductores, en conejos adultos o ambos. Para ello hicimos 2049 visitas a 264 granjas convencionales españolas, desde enero de 2010 hasta marzo de 2013. El tamaño de las explotaciones fue de 750 conejas, la mediana, con mínimo y máximo: 102- 9000 hembras. En el 93,6 % de las granjas los productores vacunaban contra mixomatosis y en el 95,1 % contra EHV. También describimos el uso de vacunas elaboradas con virus heterólogo (fibroma de Shope) o con diversas cepas de virus homólogos de mixomatosis, además de las combinaciones con las vacunas contra EHV.

Palabras clave: bienestar animal, conejo, enfermedad hemorrágica vírica, mixomatosis, profilaxis, vacuna

Abstract

In this study, we determined the use of vaccination schedules against myxomatosis and viral haemorrhagic disease (VHD), in young rabbit breeders, in adults or both. Data were gathered on 2049 visits to 264 conventional rabbitries in Spain, during January 2010-March 2013. The median size of the farms was 750 does (minimum to maximum: 102- 9000 does). On 93.6 % of the visited farms, rabbits were vaccinated against myxomatosis, and 95.1 % against VHD. We describe also the use of vaccines elaborated with heterologous strains (Shope fibroma) or with homologous strains, besides their combinations with vaccines against VHD.

Key words: animal welfare, disease prevention, myxomatosis, rabbit, vaccine, viral haemorrhagic disease

Introducción

Mixomatosis

Fue diagnosticada en España en 1953 (Sánchez Botija *et al.*, 1954). En 1979 se identificó una mixomatosis atípica (Plana *et al.*, 1982). Desde entonces en España coexisten 2 formas, la clásica y la atípica, como consecuencia de los diversos tipos de virus; por ello, es adecuado referirse a las mixomatosis (Rosell, 1983). Su incidencia en explotaciones convencionales la evaluamos mediante 2 estudios retrospectivos: uno de 3339 visitas a 532 granjas, durante 1986-1990 (Rosell *et al.*, 1992), y otro de 2237 urgencias a 660 granjas entre 1997 y 2007 (Rosell *et al.*, 2009); en estos últimos 25 años, las mixomatosis han sido una amenaza permanente, para los conejos en riesgo.

El control de mixomatosis se basa en el diagnóstico clínico y análisis en laboratorio; segundo, en la profilaxis higiénica: eliminación de enfermos, limpieza y desinfección, control de visitas, entre otras

medidas y, finalmente, se apoya en la vacunación. La terapéutica está excluida. Desde 1956 en España se usan vacunas elaboradas con virus del fibroma de Shope (Anon., 1978). Producen protección cruzada, heteróloga, contra los virus de la(s) mixomatosis; diversos han sido los tipos de “vacuna heteróloga” (siempre debe ser viva, claro es), ya fuere por su elaboración (replicación en conejo o en cultivos celulares), por la inclusión de adyuvantes (Argüello *et al.*, 1978; Espuña *et al.*, 1984), o por la vía de aplicación: subcutánea o intradérmica (Alfonso y Pagés, 2003).

A partir de 1980, en España se utilizó vacuna elaborada con virus homólogo (siempre atenuados): cepa SG 33 (Bassols *et al.*, 1981). A mediados de los 80 se empezó a comercializar una segunda vacuna: cepa León-162 (Argüello, 1984) y en los 90 la tercera: cepa VMI 30 (Pagés y Llopart, 1995). En lo concerniente a los programas recomendados por los laboratorios y por veterinarios clínicos a los productores de conejos españoles, diversas han sido las combinaciones (Rosell *et al.*, 2000).

Enfermedad hemorrágica vírica (EHV)

En España fue denunciada por Argüello *et al.* (1988), su agente identificado por Plana *et al.* (1989) y soportado por los trabajos de Parra y Prieto (1990). Con el transcurso de los años se conocieron variantes del calicivirus; pero sin consecuencias aparentes, puesto que las vacunas seguían siendo eficaces (Pagés, 2007); su protección podía superar un año (Argüello, 1991). A partir de 2010 se identificó en España una variante que sí provocó cambios significativos en la clínica y epidemiología de la enfermedad en el conejo doméstico (Dalton *et al.*, 2012); en este caso, coexisten los virus clásicos y los nuevos, aunque por ahora no parece aconsejable denominar las *EHV*'s, en plural.

En lo concerniente a la inmunoprofilaxis de la EHV, desde 1989 se han utilizado diversas vacunas inactivadas. Desde los años 90 hay disponible vacunada combinada de una cepa de mixomatosis elaborada con virus homólogo (cepa SG 33), más vacuna inactivada contra *EHV* (Lemièrre y Torrubia, 2002). Desde octubre de 2012 hay en España una vacuna recombinante, donde la proteína VP 60, antígeno que protege contra EHV, está vectorizada en virus homólogo de mixomatosis (Spibey *et al.*, 2012).

Objetivo

El objetivo de este trabajo era medir de forma retrospectiva el grado de aplicación de los protocolos de vacunación contra mixomatosis y enfermedad hemorrágica vírica, en granjas de conejos convencionales españolas, desde enero de 2010 hasta marzo de 2013.

Material y métodos

Descripción de la población y muestreo

Desde enero de 2010, hasta marzo de 2013 recogimos información acerca de las pautas de vacunación, mediante 2049 visitas a 264 explotaciones españolas: 253 granjas tenían hembras o hembras y machos y 11 eran centros de inseminación, sin hembras. Todas las granjas que componen esta base de datos las visitó un veterinario entrenado a tal fin. El motivo de las visitas era atender urgencias o evaluar aspectos técnicos y económicos, en ausencia de problemas destacados, como mostramos en un artículo anterior (Rosell *et al.*, 2009). Por este motivo, el presente estudio no tiene un diseño equilibrado: en el transcurso del periodo de observación, algunas granjas fueron visitadas 28 veces en un año, mientras que más del 50% de las explotaciones fueron visitadas sólo 1 vez al año o en el periodo total del estudio.

Protocolo de recogida de datos

El cuestionario acerca del uso de vacunas, entre otros procedimientos médicos, se aplicó directamente, con ocasión de las visitas. En las granjas visitadas sólo en 2010, es evidente que el dato corresponde a esa visita. Pero en las granjas visitadas de forma sucesiva en los 39 meses, la información corresponde a la última visita. Por tanto, los productores de una granja podían vacunar de una forma al inicio del estudio y de otra diferente, al final del mismo. Otras características de cada granja también están referidas a la última visita. La unidad de medida con fines estadísticos es la granja.

Resultados y discusión

Descripción de los datos

Las características de las granjas visitadas están en la Tabla 1; corresponden al segmento de 2100 explotaciones con más de 200 hembras, según la Encuesta Nacional de Cunicultura del MAGRAMA (2009).

TABLA 1. Características de las 264 granjas: 2049 visitas, enero de 2010- marzo 2013.

| Criterio | Valor |
|---|----------------|
| Conejas presentes | 244.253 |
| Mediana: conejas/granja (mínimo-Máximo) | 750 (102-9000) |
| Promedio: conejas/granja | 965 |
| 93 granjas* con machos; mediana (m-M) | 50 (8-800) |
| Promedio machos/granja. 93 granjas (gr.) | 99 |
| 11 Centros IA, n machos; mediana (promedio) | 423 (385) |
| Granjas con IA. (253 gr. con hembras) | 78,3 % |
| Servicio a 11 días (%) y 18 d (253 gr.) | 65,6 %, 19 % |
| Servicio a 25 días y > 25 d (253 gr.) | 11,5 % y 3,9 % |

* Incluidos 11 centros de Inseminación Artificial (IA).

En lo concerniente a esta base de datos, una observación es que en los 39 meses hubo 20 granjas/264 que cerraron, con una mediana de 600 conejas por explotación. En lo que respecta al manejo reproductivo, en 55 granjas con monta la mediana fue de 500 hembras, mientras que en las explotaciones con IA fue de 800 conejas por granja.

Vacunación contra mixomatosis

En 247 de las 264 granjas visitadas (93,6 %), los productores vacunaban los machos y las hembras jóvenes, los adultos o ambos, contra mixomatosis. En relación con los tipos de vacunas, el 42,2 % de los productores que vacunaron, utilizaron alguna vacuna elaborada con virus heterólogo (HE), ya fuera sola (11,6 % de los que vacunaron) o en un programa combinado con una vacuna elaborada con virus homólogo/HO (27,6 %); aquellos que la combinaron, usaron la HE en primo-vacunación.

En el 82,5 % de las granjas visitadas, los productores usaron alguna vacuna HO, es decir, en el 88,2 % de las granjas que vacunaron contra mixomatosis. Estos datos se pueden comparar con la información disponible de 18 años atrás. Durante 1994 hicimos 401 visitas, en 112 días de trabajo de campo, a 193 granjas españolas; de promedio había 577 hembras por granja. Los productores vacunaban en el 81 % de las granjas; el 41 % de los que vacunaban empleaba sólo vacuna HE, el 50 % HE más HO y el 9 % sólo HO (Rosell *et al.*, 2000). En el transcurso de los años ha habido cambios en cuanto a los programas de vacunación; no obstante, en otra ocasión sería interesante analizar una muestra fija de granjas, visitadas 2 veces, pero separadas por los años. En el periodo 2010-2013, el 92,3 % de los productores que vacunaban, también revacunaban los adultos. La mayoría revacunaba a 6 meses de la dosis anterior (62,7 %); el 28,4 % revacunaba a 4 meses y el 8,9 % una vez al año.

Vacunación contra la enfermedad hemorrágica vírica (EHV)

El uso de vacunas contra la EHV es mayor que el de mixomatosis: el 95,1 % de las granjas estaban vacunadas; o por lo menos se había aplicado una vacuna a los futuros reproductores, a los adultos o ambos, que no es lo mismo, claro es. Este dato lo podemos comparar con información previa: “de 110 granjas distintas visitadas durante los 4 primeros meses de 1997, 14 % no vacunaba contra VHD y 74 % sólo vacunaba a la reposición; los demás sólo vacunaban a los adultos (una o dos veces al año) o a la reposición y a los adultos” (Rosell *et al.*, 2000). En la muestra actual, el 71,7 % de los productores revacunaban sus adultos, al contrario que 15 años atrás.

Vacunación contra ambas enfermedades

El 2 % de los productores no vacunaban contra mixomatosis ni EHV. El 4,7 % vacunaban sólo contra una enfermedad y el resto vacunaban contra ambas, por lo menos a los futuros reproductores. Durante 2012 hubo granjas donde se aplicaron 2 dosis (1 dosis de 2 vacunas, "mixo" y "vírica", ó 2 dosis de 1 vacuna, "mixo" o "vírica") en la reposición. En relación con la EHV, hubo casos donde se aplicaron 2 dosis, separadas por un mes de intervalo; el porcentaje de granjas donde se aplicó ese protocolo fue en aumento, dado que algunos clínicos lo recomendaron (Abadal *et al.*, 2011). Durante el primer trimestre de 2013 observamos granjas donde los productores aplicaban 3 y 4 dosis de vacuna contra EHV en futuros reproductores; además, revacunaban las reproductoras con ocasión de cada gestación: cada 42 días.

¿Qué desafíos hay en relación con las vacunaciones contra "mixo y "vírica"?

En este estudio hemos medido el grado de aplicación de los protocolos de vacunación. Hay multitud de variables a seguir estudiando; por ejemplo, las pautas de aplicación en función de la edad o la vía de aplicación. También las acciones recíprocas entre el conejo doméstico y la respuesta de su sistema inmunitario; o las variaciones (quebras del sistema inmunitario y mal estado corporal), en el transcurso del ciclo productivo o porque hay enfermedades intercurrentes (procesos gastroentéricos, respiratorios, algunas parasitosis, entre otros) y, por tanto, las posibles revacunaciones. Son aspectos muy interesantes, que los clínicos evaluamos en la monitorización y en la vigilancia de las granjas, para recomendar a los productores cuándo es mejor vacunar (Rosell, 2009); con ayuda de equipos de investigación, entre otros y de forma destacada, el de F. Parra en la Universidad de Oviedo, que cuenta con el apoyo de IN-TERCUN.

Es evidente que la decisión de vacunar está basada en diversos factores (en especial el riesgo de contagio e infección) y los cunicultores se apoyan en su experiencia y en los veterinarios; a nuestro juicio, esta última relación casi siempre es mejorable. Los riesgos de una vacunación hay que evaluarlos. Las circunstancias cambian la lógica, claro es.

Con este trabajo no podemos opinar acerca del grado de protección, en sentido estricto, que los conejos tienen frente a mixomatosis y enfermedad hemorrágica. Pero lo cierto es que los productores los vacunan y mucho; con ello, prestan atención a una parte esencial de la salud y el bienestar de sus conejos.

Conclusiones

El objetivo del estudio era medir el empleo de vacunas contra mixomatosis y enfermedad hemorrágica vírica del conejo doméstico. En la muestra de 264 granjas españolas, visitadas entre enero de 2010 y marzo de 2013, los porcentajes de granjas donde se vacunaron los futuros reproductores, los adultos o ambos, fueron el 93,6 % y el 95,1 %, respectivamente. El 88,2 % de los productores que vacunaron contra mixomatosis, usaron vacuna elaborada con alguna cepa de virus homólogo.

Agradecimientos

Nuestra gratitud es para los productores que nos permitieron acceder a sus granjas. Y para los profesionales que nos ayudaron a mejorar en el conocimiento de estas enfermedades; desde 1973, en León, su Facultad de Veterinaria, diversos laboratorios privados (Ovejero, Syva) y públicos (Pecuario), además de granjas de aquella región.

Bibliografía

- Abadal Plaixats L., Casas Cantó J., Garriga Baraut R., Martínez Giner M., Rosell J.M. 2012. La malaltia hemorràgica vírica en l'actualitat. *Conills*, 58:18-20.
- Alfonso M, Pagés A. 2003. Respuesta serológica tras la vacunación contra la mixomatosis mediante distintos sistemas de aplicación. En: XXVIII Symposium ASESCU de Cunicultura, 89-96.
- Anon. 1978. Profilaxis de la mixomatosis. Informe técnico ASESCU. *Boletín de Cunicultura*, 1:11-12. http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Cuni%2FCuni_1978_1_11_12.pdf

- Argüello J.L. 1984. La mixomatosis hoy y su profilaxis. *Cunicultura*, agosto: 121-127. http://ddd.uab.cat/pub/cunicultura/cunicultura_a1984m8v9n50/cunicultura_a1984m8v9n50p121.pdf
- Argüello J.L. 1991. La enfermedad hemorrágica viral del conejo: vacunación y respuesta inmunológica. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 10:459-470. <http://www.oie.int/doc/ged/D8211.PDF>
- Argüello Villares J.L., Rejas García F., Rosell J.M. 1978. Vacunación contra la mixomatosis en épocas de casuística elevada de la enfermedad. 3^{er} Symposium de Cunicultura ASESCU. Valencia. *Boletín de Cunicultura*, 4:15-18 http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Cuni%2FCuni_1978_4_15_18.pdf
- Argüello J.L., Llanos Pellitero A., Pérez-Ordoyo García L.M. 1988. Enfermedad vírica hemorrágica del conejo en España. *Med. Vet.*, 5, 12:645-650.
- Bassols J., Plana J., Vayreda M. 1981. Vacunación contra la mixomatosis: vacunas homólogas-vacunas heterólogas. *Boletín de Cunicultura*, 13:19-22. http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Cuni%2FCuni_1981_13_19_22.pdf
- Dalton K.P., Nicieza I., Balseiro Morales A., Muguerza Mayayo M.A., Rosell J.M., Casais Goyos R., Álvarez A.L., Parra F. 2012. Variant rabbit hemorrhagic disease virus in young rabbits, Spain. *Emerg. Infect. Dis.* 18:2009-2012. <http://dx.doi.org/10.3201/eid1812.120341>
- Espuña E., Nogareda M., Pagés A., Casadevall P. 1984. Estudios comparativos utilizando dos vacunas distintas contra mixomatosis. *En: IX Symposium de Cunicultura ASESCU*. Figueras, pp. 193-204. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2927948>
- Lemière S, Torrubia Díaz J. 2002. Vacunación combinada contra mixomatosis y VHD. Una innovación en la producción cunícola. *En: XXVII Symposium ASESCU de Cunicultura*. Reus, pp. 155-164. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2938732>
- MAGRAMA. Encuesta Nacional de Cunicultura 2008. 2009. Disponible *online*: http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/2008_Cunicultura_Memoria_tcm7-14332.pdf
- Pagés Manté A. 2007. Enfermedad vírica hemorrágica (RHD) en conejos de engorde. *Boletín de Cunicultura*, 149:21-24. http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_CUNI%2FCuni_2006_149_21_24.pdf
- Pagés A., Llopart D. 1995. Enfermedades víricas del conejo y su profilaxis. *Boletín de Cunicultura*, 79:52-57. http://ddd.uab.cat/pub/cunicultura/cunicultura_a1995m8v20n116/cunicultura_a1995m8v20n116p211.pdf
- Plana Durán J., Bassols Mallarach J., Vayreda Casadevall M. 1982. Conocimientos actuales sobre mixomatosis y problemas respiratorios. *En: VII Symposium de Cunicultura ASESCU*. Santiago de Compostela, pp. 89-96. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2923954>
- Parra Fernández F., Prieto M. 1990. Purification and Characterization of a Calicivirus as the Causative Agent of a Lethal Hemorrhagic Disease in Rabbits. *Journal of Virology*, 64: 4013-4015. <http://jvi.asm.org/content/64/8/4013.full.pdf+html>
- Plana J., Vayreda M., Bastons M., Vila X. 1989. Calicivirus: firme candidato de la enfermedad vírica hemorrágica del conejo. *Med. Vet.*, 6:87-88.
- Rosell Pujol J.M. 1983. Mixomatosis del conejo. Situación actual en España. *Boletín de Cunicultura*, 21:18-25. http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Cuni%2FCuni_1983_21_18_25.pdf
- Rosell J.M. 2009. Aspectos sanitarios de la cunicultura intensiva. *Boletín de Cunicultura*, 161:6-19. <http://www.cunivetservice.com/docs/BdeCu.161.Nov2009.pdf>

Rosell J.M., Badiola Sáiz J.I., de la Fuente Crespo L.F. 1992. Infezioni virali del coniglio in Spagna. Studio da risultati di campo durante il periodo 1986-1990. Rivista di Coniglicoltura 7/8:45-50.

Rosell J.M., Argüello J.L., Badiola J.I., Cuervo Menéndez L., Vandekerckhove D. 2000. Enfermedades víricas. En: Enfermedades del conejo. Rosell, J.M. (Ed). Ediciones Mundi-Prensa: Madrid, Capítulo XVIII, Volumen 2, pp.301-353.

Rosell J.M., de la Fuente L.F., Badiola J.I., Fernández de Luco Martínez D., Casal Fàbrega J., Saco Galvany M. 2009. Study of urgent visits to commercial rabbit farms during 1997-2007. World Rabbit Sci. 17:127-136. <http://polipapers.upv.es/index.php/wrs/article/viewFile/652/639>

Sánchez Botija C., Arroyo C., Blanco Loizelier A. 1954. Identificación de la mixomatosis del conejo en España. Rev Patronato Biol. Animal, 1:75-78.

Spibey N., McCabe V.J., Greenwood N.M., Jack S.C., Sutton D., van der Waart L. 2012. Nobel bivalent vectored vaccine for control of myxomatosis and rabbit haemorrhagic disease. Veterinary Record, 170:309-312. <http://veterinaryrecord.bmj.com/content/170/12/309.full.pdf+html>

** Todos los enlaces de Internet facilitados fueron comprobados el 9 de abril de 2013.*

Evaluación experimental de una nueva autovacuna frente a *Staphylococcus aureus* en conejos

Experimental evaluation of a new autogenous vaccine against Staphylococcus aureus in rabbits

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

¹EXOPOL Autovacunas y Diagnóstico. Pol. Río Gállego, 50840 San Mateo de Gállego, Zaragoza, España.

* Dirección de contacto: *afernandez@exopol.com

Resumen

Staphylococcus aureus está asociado en la especie cunícola a pododermatitis, mastitis y abscesos subcutáneos y en órganos internos, pudiendo desencadenar retrasos en el crecimiento, infertilidad, agalaxia y muerte. El objetivo de esta experiencia piloto fue evaluar experimentalmente y comparar los resultados obtenidos empleando dos autovacunas frente a *S. aureus* con distinta composición antigénica en un modelo de infección intradérmica en conejo. Se estudiaron 3 grupos de 7 conejos cada uno. En los grupos 1 y 2 se administraron 2 dosis de las vacunas 1 y 2 respectivamente por vía subcutánea y en el grupo 3 (control) PBS, con un intervalo de 20 días. Veinte días después, fueron infectados intradérmicamente con 108 ufc de 2 cepas de *S. aureus* (C1 y C2). Una de ellas (C1) pertenecía al genotipo mayoritario en conejos y se utilizó para elaborar las 2 vacunas. Los animales y las lesiones producidas por C1 y C2 fueron examinados a diario y 14 días tras la infección los conejos fueron sacrificados, excepto 3 que murieron durante la experiencia, y se sembraron los puntos de inoculación y los órganos con lesión. En todos los animales se desarrollaron lesiones cutáneas similares 24 horas después de la infección experimental en todos los puntos de inoculación de las 2 cepas. Ninguna de las vacunas previno el desarrollo de lesiones en este modelo experimental, pero en los animales vacunados con la vacuna 2 se encontraron diferencias significativas respecto al grupo control en la evolución de las lesiones (el 100% evolucionó hacia la curación), la presencia de pus en el punto de inoculación (se eliminó en un 50%) y en la desaparición de *S. aureus* en dichos puntos (70% de lesiones sin aislamiento) cuando la infección fue provocada tanto por la misma cepa (autovacuna) como por una cepa heteróloga.

Palabras clave: *Staphylococcus aureus*, modelo de infección intradérmica, conejo, vacuna, autovacuna

Abstract

Staphylococcus aureus is associated with pododermatitis, mastitis and subcutaneous and internal abscesses in rabbits, which can lead to poor production results, infertility, agalactia and death. The aim of this pilot study was to experimentally evaluate and compare the results obtained with two autogenous vaccines against *S. aureus* with different antigenic composition using a rabbit intradermal infection model. Three groups of 7 rabbits were studied. Groups 1 and 2 were vaccinated twice subcutaneously with vaccines 1 and 2 respectively with an interval of 20 days, while group 3 was injected twice with PBS. Twenty days after, all animals were inoculated intradermally with 108 cfu of two strains of *S. aureus* (C1 and C2). One of the strains (C1) belonged to the most common genotype in rabbits and was used to prepare the evaluated vaccines. Animals and lesions caused by C1 and C2 were examined daily and 14 days after the infection all rabbits were euthanized, with the exception of 3 which died during the study, and skin and damaged organ samples were collected. All animals presented similar skin lesions within 24 hours post-inoculation in C1 and C2 inoculation points. Neither of the vaccines prevented the development of lesions in this infection model, but differences in the evolution of the lesions, the presence of pus in the inoculation points and the elimination of *S. aureus* from those points, were found between animals vaccinated with vaccine 2 (100% of the lesions

improved and recovered, pus was absent in 50% of the inoculation points and *S. aureus* was not isolated from 70% of those points) and control group when infection was caused by the same strain (autogenous vaccine) and by a heterologous strain.

Key words: *Staphylococcus aureus*, intradermal infection model, rabbit, vaccine, autogenous vaccine

Introducción

Staphylococcus aureus es una bacteria Gram-positiva de gran importancia sanitaria para la especie humana y para los animales. Está ampliamente distribuida en la naturaleza y se le considera como hospedador habitual de la piel y las mucosas (Kloos, 1980). Los problemas de estafilococia en conejos aparecen cuando *S. aureus* infecta pequeñas lesiones dérmicas e invade el tejido subcutáneo (Okerman y cols., 1984). Este hecho está asociado clínicamente a la aparición de pododermatitis, abscesos subcutáneos y mamitis (Okerman y cols., 1984) y, en caso de verse afectados los órganos internos, a la presencia de abscesos principalmente en pulmones, hígado y útero, pudiendo desencadenar retrasos en el crecimiento, infertilidad, agalaxia y muerte (Hermans y cols., 2001).

En general, los intentos de desarrollo de vacunas frente a *S. aureus* presentan serias dificultades (Lee, 1996; Projan y cols., 2006). En los estudios de inmunización llevados a cabo en la especie humana, ninguna de las vacunas que se ha evaluado para inducir la producción de anticuerpos frente a diferentes componentes de *S. aureus* ha tenido éxito (Verkaik y cols., 2011). A pesar de que se han propuesto varios candidatos vacunales y algunos de ellos han sido testados en ensayos clínicos empleando modalidades de inmunización pasiva y activa (Patti, 2011), todavía se busca una vacuna efectiva (Mishra y cols., 2012). En animales se han probado diferentes vacunas frente a *S. aureus*, como las de células enteras (vivas o muertas), las capsulares o las vacunas proteicas. En el caso de la especie cunícola, las autovacunas han sido empleadas en un intento de controlar a nivel de explotación los problemas causados por cepas de *S. aureus* de alta virulencia. En estos casos la enfermedad se propaga por los animales afectando al estado sanitario general, al crecimiento y a los parámetros reproductivos, lo cual es causa de peores resultados productivos y de un aumento de los decomisos en matadero (Meulemans y cols., 2011).

La experiencia piloto que presentamos se llevó a cabo con el objetivo de evaluar de forma experimental y comparar los resultados obtenidos empleando dos autovacunas frente a *S. aureus* con distinta composición antigénica en un modelo de infección intradérmica en conejo.

Material y métodos

En esta experiencia piloto se emplearon 21 conejos (machos y hembras) de raza Nueva Zelanda de 60 días de vida, que fueron divididos en 3 grupos de estudio de 7 animales cada uno. Al grupo 1 se le administró una vacuna frente a *S. aureus* basada en la tecnología desarrollada por Amorena y cols. (1994) (vacuna 1), al grupo 2 una vacuna con distinta composición antigénica (vacuna 2) y con una fórmula mejorada pero también basada en la inclusión de los antígenos en liposomas al igual que la vacuna 1, y el grupo 3 fue el grupo control, al cual se le administró PBS estéril. Se utilizó un modelo de infección intradérmica en conejo basado en el desarrollado por el Departamento de Producción y Sanidad Animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad CEU Cardenal Herrera, siendo en este caso 108 ufc la dosis de infección. Cada uno de los animales de los 3 grupos de estudio fue infectado con 108 ufc de 2 cepas de *S. aureus*, denominadas cepa 1 y cepa 2, aisladas de dos casos de mamitis en conejas. Según la caracterización llevada a cabo en el CEU, la cepa 1 (C1) pertenecía al genotipo A1/III/δ, predominante en la explotaciones cunícolas, y la cepa 2 (C2) al genotipo A1/III/κ, que es minoritario (Viana, 2009). Además, la C1 fue la utilizada para elaborar las 2 vacunas evaluadas en este estudio.

Los conejos de los grupos 1 y 2 fueron vacunados por vía subcutánea con 2 dosis de 0.5 ml de las vacunas 1 y 2 respectivamente, y a los animales del grupo 3 (control) se les administraron 2 dosis de 0.5 ml de PBS estéril, con un intervalo de 20 días. La infección experimental se llevó a cabo 20 días después de la administración de la segunda dosis de vacuna o de PBS. Para ello, los animales fueron anestesiados empleando ketamina y xilacina por vía intramuscular, se les afeitó el pelo de los dos flancos y a continuación la piel se desinfectó con etanol al 70%. Después de la evaporación de éste, cada uno de los animales de los 3 grupos de estudio fue infectado con las 2 cepas de *S. aureus* por vía intradérmica. En cada flanco se inocularon 108 ufc de la cepa correspondiente (C1 en el izquierdo y C2 en el derecho) en 2

puntos y, además, 0.1 ml de PBS estéril en un tercer punto, que sirvió como control. Los animales y las lesiones producidas por la C1 y la C2 en los puntos de inoculación fueron examinados a diario desde el comienzo hasta el final de la experiencia y se llevó a cabo un registro que reflejaba la valoración diaria de esas lesiones. Ésta se basaba en la observación y la palpación de las mismas y reflejaba la presencia o ausencia de abultamiento de la piel, la presencia o ausencia de ulceración, el tamaño de la lesión, la presencia o ausencia de supuración y otras alteraciones que pudiesen detectarse. Además, se valoró y confirmó la ausencia de aparición de lesiones en los puntos de inoculación control.

Catorce días después de la infección los animales fueron sacrificados, con la excepción de 3 que murieron durante el desarrollo de la experiencia. Tras la muerte o el sacrificio se llevaron a cabo las necropsias en las cuales se valoraron macroscópicamente las lesiones presentes en los puntos de inoculación de *S. aureus* y las posibles lesiones presentes en órganos internos. Todas esas lesiones fueron sembradas en agar sangre Columbia y agar MacConkey y se incubaron a 37°C durante 24 horas para realizar su estudio bacteriológico.

Para evaluar y comparar los resultados obtenidos en los 3 grupos de estudio se valoraron diferentes aspectos: el desarrollo de lesión en el punto de inoculación, la evolución de las lesiones en el tiempo, si los animales murieron durante la experiencia o si fueron sacrificados, la presencia o ausencia de pus en las lesiones correspondientes a los puntos de inoculación, la presencia o ausencia de lesiones causadas por *S. aureus* en otros órganos y el aislamiento de *S. aureus* en los puntos de inoculación.

Los datos se registraron con el programa Excel para Windows 2007 y se llevó a cabo un análisis de los resultados utilizando este programa y StatView 5.0., utilizando tablas de contingencia y análisis de Chi-cuadrado. El grado de significación se estableció para un valor de $p < 0.05$ o $p < 0.01$, según los casos.

Resultados

Todos los animales desarrollaron lesiones 24 horas después de la infección experimental en todos los puntos de inoculación de las 2 cepas, no observándose diferencias entre grupos en ese momento. Prácticamente todas las lesiones se agravaron durante los 5-6 primeros días tras el desafío, momento a partir del cual se observaron diferencias entre los distintos grupos. Por ello, se compararon las valoraciones realizadas a mediados y al final del estudio (día de la muerte o del sacrificio), determinándose si hubo mejoría o empeoramiento de las lesiones. No se desarrolló lesión en ninguno de los puntos de inoculación control (PBS estéril).

En el grupo 1 las lesiones provocadas por la C1 mejoraron en el 33.33% de los conejos, mientras que las producidas por la C2 sólo lo hicieron en un 16.67% de los animales. En el grupo 2, las lesiones causadas por ambas cepas mejoraron en el 100% de los animales y en el grupo control las lesiones causadas por las dos cepas empeoraron en el 100% de los animales (Figuras 1 y 2). Estas diferencias fueron estadísticamente significativas entre los grupos vacunados 1 y 2, y entre el grupo 2 y el control, para las dos cepas ($p < 0.01$).

FIGURA 1. Evolución de las lesiones (Cepa 1).

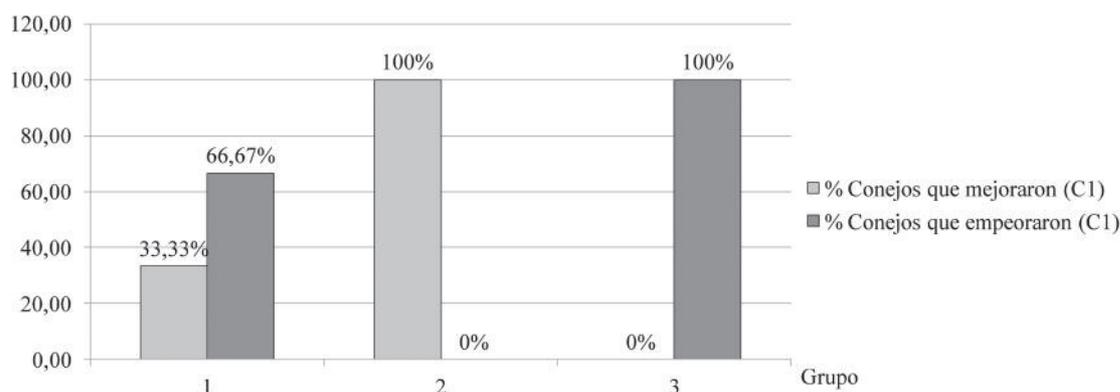
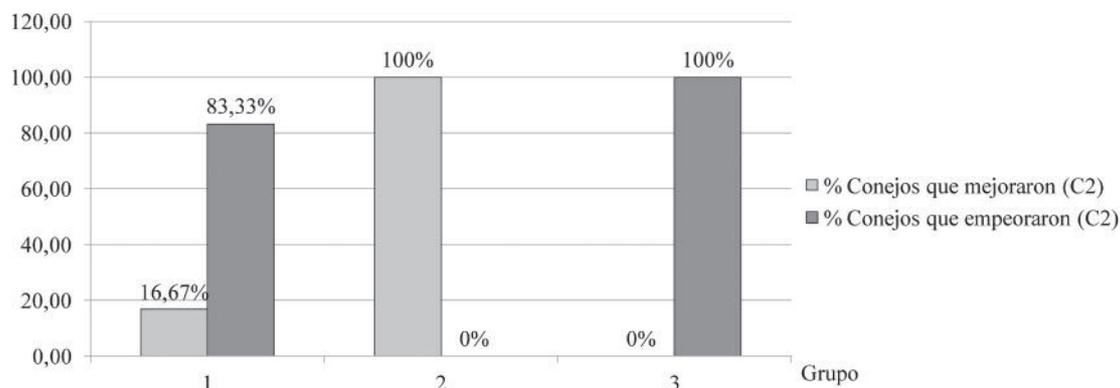


FIGURA 2. Evolución de las lesiones (Cepa 2).



Ningún animal perteneciente al grupo 2 murió durante el estudio. En el grupo vacunado con la vacuna 1 murieron 2 animales (28.57%) y en el grupo control 1 animal (14.29%).

En el grupo 1 el porcentaje de lesiones en las que se observó pus en la necropsia fue elevado para las 2 cepas (83.33% para la C1 y 75% para la C2) mientras que en el grupo 2, este porcentaje fue de aproximadamente un 50% para las dos cepas. En el grupo control, el 100% de las lesiones presentaron pus. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas entre el grupo 1 y el control ($p < 0.05$) y entre el grupo 2 y el control ($p < 0.01$).

Ningún conejo del grupo 2 presentó lesiones en órganos internos. En el grupo 1, uno de los conejos (14.29%) presentó lesiones causadas por *S. aureus* en pulmón, hígado y riñón, es decir, se trataba de un caso de septicemia y fue uno de los individuos que murió durante la experiencia. En el grupo control, 3 conejos (42.86%) presentaron lesiones en órganos internos (1 de ellos en varios órganos y los otros 2 únicamente en riñón).

En el grupo 1, se aisló *S. aureus* en el 91.67% de las lesiones causadas por la C1 y en el 100% de las lesiones causadas por la C2. El porcentaje de lesiones en las que se aisló *S. aureus* fue bajo en los animales del grupo 2, siendo del 35.71% en la C1 y del 28.57% en la C2. En el grupo control, se aisló *S. aureus* en el 100% de las lesiones causadas por las 2 cepas. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas entre el grupo vacunado con la vacuna 1 y el vacunado con la vacuna 2 ($p < 0.01$) y entre el grupo vacunado con la vacuna 2 y el control ($p < 0.01$).

Discusión y conclusiones

El modelo animal empleado en esta experiencia no reproduce la infección natural causada por *S. aureus*, ya que la dosis infectante es muy elevada (108 ufc). Sin embargo, según nuestra experiencia y la de otros investigadores (Meulemans y cols., 2011) es difícil obtener resultados estandarizados cuando se inoculan dosis infectantes inferiores. *S. aureus* es una bacteria que porta un gran arsenal de factores de patogenicidad: adhesinas, enzimas, toxinas, etc., y por tanto, cuando se inocula una dosis elevada de bacteria, se inocula también una dosis elevada de dichos factores. Aunque el sistema inmune del animal infectado esté preparado para frenar la proliferación de la bacteria, no es posible frenar la aparición de dichos factores que han sido inoculados y que son los que provocan la lesión tisular inicial. Esto podría explicar por qué ninguna de las vacunas estudiadas previno el desarrollo de lesiones en este modelo animal. A este respecto, se han observado resultados similares en otras investigaciones. Meulemans y cols. (2011) observaron el efecto positivo de una autovacuna frente a *S. aureus* en un modelo de infección cutánea en conejo pero no consiguieron evitar la formación de abscesos en conejos infectados con dosis elevadas de bacteria (108 ufc). En otros estudios llevados a cabo en la especie cunícola, la administración de vacunas y autovacunas frente a *S. aureus* confirieron cierta protección frente a la infección pero no se previno por completo su desarrollo (Adlam y cols., 1977; Hinton, 1977).

A pesar de que ninguna de las vacunas estudiadas previno el desarrollo de lesiones en este modelo animal, el resto de resultados obtenidos hacen que la vacuna 2 se presente como una alternativa prometedora, ya que en los animales vacunados con dicha vacuna las lesiones tendían hacia la curación y durante el periodo de estudio (14 días) más del 50% de ellos eliminaron la bacteria del punto de inoculación, lo que puede explicarse por la capacidad de su sistema inmune para evitar una mayor proliferación de la bacteria más allá de la dosis inoculada. Además, se ha demostrado cierta protección cruzada al obtener prácticamente los mismos resultados cuando la infección se realiza con la misma cepa con la que se elaboró la vacuna o con una cepa de distinto genotipo.

Agradecimientos

Agradecemos a José Rafael Penadés Casanova, Juan Manuel Corpa Arenas y David Viana Martín del Departamento de Sanidad Animal de la Universidad CEU Cardenal Herrera su amable colaboración al mostrarnos y permitirnos utilizar su propio modelo experimental de infección intradérmica en conejos.

Bibliografía

- Adlam C., Ward P.D., McCartney A.C., Arbuthnott J.P., Thorley C.M. 1977. Effect immunization with highly purified alpha- and beta-toxins on staphylococcal mastitis in rabbits. *Infect. Immun.*, 17:250-256.
- Amorena B., Baselga R., Albizu I. 1994. Use of liposome-immunopotentiated exopolysaccharide as a component of an ovine mastitis staphylococcal vaccine. *Vaccine*, 12:243-249.
- Hermans K., De Herdt P., Devriese L.A., Haesebrouck F. 2001. Secreted antigens as virulence-associated markers in *Staphylococcus aureus* strains from rabbits. *Vet. Microbiol.*, 81:345-352.
- Hinton M. 1977. Treatment of purulent staphylococcal conjunctivitis in rabbits with autogenous vaccine. *Lab. Anim.*, 11:163-164.
- Kloos W.E. 1980. Natural populations of the genus *Staphylococcus*. *Ann. Rev. Microbiol.*, 34:559-592.
- Lee J.C. 1996. The prospects for developing a vaccine against *Staphylococcus aureus*. *Trends Microbiol.*, 4:162-166.
- Meulemans G., Haesebrouck F., Lipinska U., Duchateau L., Hermans K. 2011. Efficacy of an autogenous vaccine against highly virulent *Staphylococcus aureus* infection in rabbits. *World Rabbit Sci.*, 19:1-9.
- Mishra R.P., Mariotti P., Fiaschi L., Nosari S., Maccari S., Liberatori S., Fontana M.R., Pezzicoli A., De Falco M.G., Falugi F., Altindis E., Serruto D., Grandi G., Bagnoli F. 2012. *Staphylococcus aureus* FhuD2 is involved in the early phase of staphylococcal dissemination and generates protective immunity in mice. *J. Infect. Dis.*, 206:1041-1049.
- Okerman L., Devriese L.A., Maertens L., Okerman F., Godard C. 1984. Cutaneous staphylococcosis in rabbits. *Vet. Rec.*, 114:313-315.
- Patti J.M. 2011. Will we ever see the approval of a *Staphylococcus aureus* vaccine? *Expert Rev. Anti. Infect. Ther.*, 9:845-846.
- Projan S.J., Nesin M., Dunman P.M. 2006. Staphylococcal vaccines and immunotherapy: to dream the impossible dream? *Curr. Opin. Pharmacol.*, 6:473-479.
- Verkaik N.J., van Wamel W.J., van Belkum A. 2011. Immunotherapeutic approaches against *Staphylococcus aureus*. *Immunotherapy*, 3:1063-1073.
- Viana Martín D. 2009. Estafilococia en conejos: relación entre genotipos, virulencia y lesiones. Tesis Doctoral. Departamento de Producción y Sanidad Animal, Salud Pública Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad CEU Cardenal Herrera.

Efecto del origen genético, fuente de energía en lactación y uso de antibióticos en conejo de engorde

Effect of genetic type, dietary energy source in lactation and antibiotics use on growing rabbit performance

Arnau A.*, Cervera C., Martínez-Paredes E., Ródenas L., Pascual J.J.

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

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

Resumen

Se utilizaron un total de 2904 gazapos de 30 d de vida, para estudiar el posible efecto de tres tipos genéticos (TC, fundación por híper-prolificidad al parto; Rob, fundación por longevidad reproductiva, caracterizado por su robustez; y VC; selección por velocidad de crecimiento) sobre el desarrollo y riesgo sanitario (mortalidad y morbilidad) durante el engorde (30-58 d). Los animales del tipo genético VC presentaron una mayor ingestión de pienso y sobre todo una mayor ganancia media diaria (+19 y 29% en promedio, respectivamente; $P < 0.001$) al de los tipos TC y Rob, lo que supuso un mejor índice de conversión para los gazapos VC (-9% en promedio; $P < 0.001$). Los gazapos del tipo genético Rob presentaron una menor mortalidad (9.5 vs. 19.0 y 16.5%, respectivamente; $P < 0.05$) y morbilidad (3.9 vs. 6.6 y 9.9%, respectivamente; $P < 0.05$) que los gazapos de los tipos TC y VC. Con pienso medicado, los animales del tipo genético TC mostraron el mayor porcentaje de mortalidad ($P < 0.05$), mientras que con pienso no-medicado, fueron los animales del tipo VC ($P < 0.05$). En conclusión, los gazapos de engorde procedentes de una línea fundada por criterios de robustez mostraron un menor riesgo sanitario que otros procedentes de líneas fundadas o seleccionadas por criterios productivos.

Palabras clave: conejo de engorde, mortalidad, tipo genético, antimicrobianos

Abstract

A total of 2904 weaned rabbits at 30 d were used to study the effect of 3 genetic types (TC, founded for hyper-prolificacy at birth; Rob, founded for reproductive longevity, characterized by high robustness; and VC, selected for growth rate) on performance and sanitary risk (mortality and morbidity) during the growing period (30-58 d). Animals from VC type had higher feed intake and especially daily weight gain (on av. +19 and 29%, respectively; $P < 0.05$) than those from TC and Rob types, which supposed a better feed conversion ratio for VC rabbits (on av. -9%; $P < 0.001$). Animals from Rob type had lower mortality (9.5 vs. 19.0 and 16.5%, respectively; $P < 0.05$) and morbidity (3.9 vs. 6.6 and 9.9%, respectively; $P < 0.05$) than those from TC and VC types. When feed was medicated, animals from TC type presented the highest mortality percentages ($P < 0.05$), while VC type were the highest when no-medicated feed was used ($P < 0.05$). In conclusion, growing rabbits from a line characterized for a highest robustness has lower sanitary risk that those coming from lines founded or selected for productive criteria.

Key words: growing rabbit, mortality, genetic type, antimicrobials

Introducción

La cunicultura comercial moderna necesita ser muy eficiente para ser rentable. Para alcanzar esta eficiencia, es recomendable el uso de líneas genéticas seleccionadas por parámetros productivos de elevado interés económico, como son la velocidad de crecimiento (para la mejora del índice de conversión, IC) y el tamaño de camada al destete. Independientemente del criterio de selección, el criterio de funda-

ción de la línea es muy importante ya que va a condicionar su especialización (Baselga, 2004). Líneas fundadas por hiperprolificidad (Piles *et al.*, 2004) o por longevidad reproductiva (Sánchez, 2005) presentan características muy diferentes a pesar de estar seleccionadas por tamaño de camada al destete.

Sin embargo, en otras especies, se ha observado como la selección por parámetros exclusivamente productivos, va acompañada de la aparición de problemas como baja fertilidad, altos índices de enfermedades metabólicas o menor viabilidad de la descendencia. De hecho, uno de los principales hándicaps a los que se enfrenta la producción cunicola son los problemas de salud durante el engorde. Dentro de todos los desafíos que pueden aparecer durante esta fase, los trastornos digestivos son los más habituales y de mayor importancia económica (Rosell *et al.*, 2009), siendo frecuente para su control el uso de antimicrobianos.

Estudios previos han mostrado como las conejas caracterizadas por una mayor robustez presentaban una mejor capacidad para enfrentarse a un desafío inmunológico específico (Ferrian *et al.*, 2012). Ante esta situación, se nos plantea la duda de si el tipo genético (criterio de fundación y/o de selección) puede afectar también a la sensibilidad a trastornos digestivos que presentan los gazapos durante la fase de engorde, pudiendo esto contribuir a la mejora de la salud general de granja.

En el presente experimento se han evaluado como tres tipos genéticos muy dispares, la fuente principal de energía del pienso de lactación, y la utilización o no de antimicrobianos en el pienso de engorde, pueden afectar al desarrollo y salud de los gazapos.

Material y métodos

Se utilizaron 2904 animales recién destetados (30 d) de tres tipos genéticos del Grupo de Mejora Genética del Instituto de Ciencia y Tecnología Animal de la Universidad Politécnica de Valencia: TC, animales de la generación 17 de la línea H fundada por tamaño de camada al parto, seleccionada por tamaño de camada al destete y caracterizada por una alta prolificidad; Rob, animales de la generación 7 de la línea LP fundada por criterios de longevidad productiva (más de 25 partos con al menos 7.5 nacidos vivos de media), seleccionada por tamaño de camada al destete y caracterizada por su robustez; y VC, animales de la generación 25 de la línea R fundada y seleccionada por la velocidad de crecimiento entre las semanas 4 y 9 de vida.

Se formularon dos tipos de piensos de reproducción, siguiendo las recomendaciones para conejas reproductoras dadas por De Blas y Mateos (2010), isoenergéticos (aproximadamente 11.6 MJ de energía digestible/kg materia seca (MS)) e isoproteicos (117 g de proteína digestible/kg MS), pero variando la principal fuente de energía. El pienso AC fue formulado a base de almidón de cereal (247 g de almidón y 21 g de extracto etéreo (EE)/kg MS), mientras que en el pienso GA se reemplazó de parte del almidón de cereal por grasa animal (104 g de almidón y 85 g de EE/kg MS). Se utilizó un pienso de engorde comercial (185 g de almidón, 42 g de EE y 162 g de proteína bruta/kg MS), en dos versiones no-medicada y medicada (40 ppm de tiamulina fumarato A, 120 ppm de neomicina sulfato, 29 ppm de lincomicina clorhidrato y 29 ppm de espetinomicina sulfato).

Desde el nacimiento hasta el destete (30 d), cada camada fue criada por una madre de su mismo tipo genético, a la que se le asignó aleatoriamente uno de los dos piensos de reproducción. En el momento del destete, no se mezclaron camadas, asignando una de cada tres a la versión no-medicada del pienso de engorde y el resto a la medicada. El experimento comprendió desde ese momento hasta los 58 días. La mortalidad y morbilidad se evaluaron diariamente sobre un total de 2904 animales. Se consideraron animales mórbidos aquellos que mostraron síntomas de enfermedad y/o crecimiento anormalmente bajo para su grupo mediante un análisis de subgrupo (SAS, 2002). Se realizaron controles de peso individual a los 30, 44 y 58 días de edad sobre un total de 1231 animales. La ingestión se midió para la camada a los 44 y 58 días de edad, utilizando sólo los datos de 186 camadas (con 1033 individuos) en las que no hubieron ni muertos ni mórbidos del pienso medicado.

Las variables dicotómicas de mortalidad y morbilidad se analizaron mediante test χ^2 . El resto de las variables se analizaron con el procedimiento GLM (SAS, 2002). El modelo incluyó el tipo genético, el pienso de reproducción, el tipo de hembra (primíparas o multíparas) y sus interacciones para las variables ingestión e índice de conversión de las camadas. Para el resto de variables el modelo también incluyó como efecto fijo el tipo de pienso de engorde (medicado o no-medicado).

Resultados y discusión

Tal y como se puede observar en la Tabla 1, los gazapos de los tipos genéticos Rob y VC mostraron un mayor peso al destete que los gazapos TC (+11% en promedio; $P<0.001$). Tal y como era de esperar (Feki et al., 1996), el tipo genético paternal VC presentó una mayor ingestión de pienso y sobre todo una mayor ganancia media diaria (+19 y 29% en promedio, respectivamente; $P<0.001$) al de los tipos maternos TC y Rob (que mostraron índices similares), lo que supuso un mejor índice de conversión para los gazapos VC (-9% en promedio; $P<0.001$). Por otra parte, los gazapos pertenecientes al pienso de reproducción GA mostraron un mayor peso al destete que los que recibieron el pienso AC (+9% en promedio; $P<0.001$). Sin embargo, estas diferencias desaparecieron a los 58 d. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Pascual et al. (2002), donde los animales con un pienso de reproducción rico en grasa llegan al destete con un mayor peso, debido principalmente a la mayor producción de leche, pero dicha ventaja desapareció también durante la fase de engorde.

TABLA 1. Efecto de la fuente de energía del pienso de lactación y del tipo genético en la ingestión de pienso y desarrollo del conejo de engorde desde los 30 a los 58 días de vida.

| Pienso reproducción | GA | | | AC | | | Contraste (media ± ES) | | | |
|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------------|--------------|--------------|-------------|
| | TC | Rob | VC | TC | Rob | VC | TC-Rob | TC-VC | Rob-VC | GA-AC |
| Peso al destete (g) | 589 ^b | 648 ^c | 647 ^c | 508 ^a | 610 ^b | 613 ^b | -81±9*** | -82±10*** | -1±9 | 51±8*** |
| IDMS (g/d) | 82.5 ^a | 86.7 ^a | 102.2 ^b | 87.0 ^a | 89 ^a | 103.9 ^b | -3.1±2.9 | -18.3±3.4*** | -15.2±2.9*** | -2.9±2.5 |
| GMD (g PV/d) | 34.7 ^a | 34.4 ^a | 45.7 ^c | 36.1 ^b | 36.6 ^b | 45.8 ^c | -0.1±0.4 | -10.4±0.5*** | -10.3±0.4*** | -1.2±0.4*** |
| IC | 2.44 ^b | 2.46 ^b | 2.23 ^a | 2.37 ^b | 2.44 ^b | 2.18 ^a | -0.04±0.04 | 0.20±0.05*** | 0.24±0.04*** | 0.05±0.03 |
| Peso a 58 d (g) | 1561 ^a | 1612 ^b | 1928 ^c | 1518 ^a | 1634 ^b | 1897 ^c | -83±17*** | -373±19*** | -289±17*** | 17±14 |

a,b,c. Datos con distinto superíndice en la misma fila difieren significativamente ($P<0.05$); *** : $p<0.001$; ES: Error estándar. IDMS: Ingestión diaria de materia seca; GMD: Ganancia media diaria; IC: Índice de conversión; GA: Pienso de lactación con fuente de energía principal grasa animal; AC: Pienso de lactación con fuente de energía principal almidón de cereal; TC: Línea genética fundada y seleccionada por tamaño de camada al destete; Rob: Línea genética fundada por longevidad reproductiva y seleccionada por tamaño de camada al destete; VC: Línea genética seleccionada por velocidad de crecimiento. PV: peso vivo.

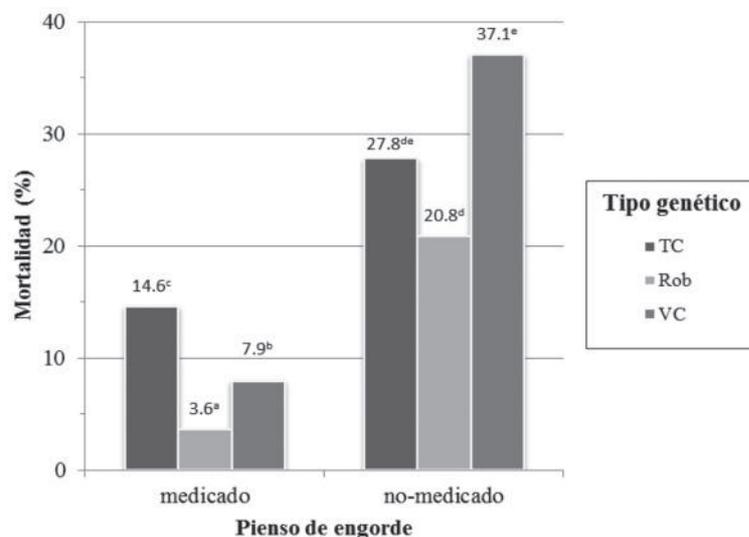
En la Tabla 2 se muestra el efecto de los tratamientos estudiados sobre la mortalidad y la morbilidad de los gazapos durante el engorde. Aunque no existió ningún efecto del pienso de reproducción, como era de esperar, la introducción de antimicrobianos en el pienso de engorde redujo significativamente el riesgo sanitario (-19 puntos porcentuales; $P<0.001$). Por otra parte, se puede observar como el tipo genético Rob presentó una menor mortalidad y morbilidad (en promedio -8.2 y -4.5% respectivamente; $P<0.05$) que los tipos TC y VC. De hecho, Quevedo et al. (2006) ya observa un riesgo sanitario (+4 puntos porcentuales; $P<0.05$) para los gazapos procedente del cruce a tres vías de líneas más seleccionadas.

TABLA 2. Efecto del tipo genético, la fuente de energía principal del pienso de reproducción y del uso de antimicrobianos en el pienso de engorde sobre la mortalidad y morbilidad en conejo de engorde.

| Efectos principales | Mortalidad (%) | Morbilidad (%) |
|-------------------------------|----------------|----------------|
| Tipo genético | | |
| TC | 19.0 b | 6.6 b |
| Rob | 9.5 a | 3.9 a |
| VC | 16.5 b | 9.9 b |
| Pienso de reproducción | | |
| GA | 13.7 | 7.2 |
| AC | 14.4 | 5.3 |
| Pienso de engorde | | |
| medicado | 7.9 a | 6.7 |
| no-medicado | 26.8 b | 5.4 |

GA: Pienso de lactación con fuente de energía principal grasa animal; AC: Pienso de lactación con fuente de energía principal almidón de cereal; TC: Línea genética fundada y seleccionada por tamaño de camada al destete; Rob: Línea genética fundada por longevidad reproductiva y seleccionada por tamaño de camada al destete; VC: Línea genética seleccionada por velocidad de crecimiento. a,b. Datos con distinto superíndice en la misma columna y variable difieren significativamente ($P<0.05$).

FIGURA 1. Interacción del tipo genético y del uso de antimicrobianos en el pienso de engorde sobre la mortalidad en conejo de engorde.



TC: Línea genética fundada y seleccionada por tamaño de camada al destete; Rob: Línea genética fundada por longevidad reproductiva y seleccionada por tamaño de camada al destete; VC: Línea genética seleccionada por velocidad de crecimiento.
 a,b,c,d,e. Datos con distinto superíndice difieren significativamente ($p < 0.05$);

Sin embargo, la respuesta observada para cada tipo genético a nivel de mortalidad fue distinta en función de la introducción o no de antimicrobianos en el pienso de engorde (Figura 1). Cuando se utilizó pienso medicado, los animales del tipo TC mostraron el mayor porcentaje de mortalidad (+7 y +11 puntos porcentuales respecto a VC y Rob, respectivamente; $P < 0.05$). Sin embargo, cuando el pienso no estuvo medicado, fueron los animales del tipo genético VC los que presentaron mayor índice de mortalidad (+16 puntos porcentuales respecto a Rob; $P < 0.05$). En un principio, los animales que muestran una mayor ingestión suelen estar expuestos, de hecho el racionamiento es frecuentemente aplicado para reducir dicho riesgo (Gidenne *et al.*, 2010), lo que podría explicar la mayor mortalidad de los animales VC con el pienso no-medicado. Quizás la mayor ingestión de antimicrobianos por kg de peso vivo de los animales VC pueda estar detrás de sus mejores índices respecto a TC cuando el pienso fue medicado.

A modo de conclusión, los resultados del presente trabajo ponen de manifiesto el posible menor riesgo sanitario de los gazapos de engorde procedentes de una línea fundada por criterios de robustez respecto a otras fundadas o seleccionadas por criterios productivos.

Bibliografía

Baselga M. 2004. Genetic improvement of meat rabbits. Programmes and diffusion. In: *Proc. 8th World Rabbit*, Puebla, Mexico, pp. 1-13.

De Blas C., Mateos G. 2010. Feed formulation. In: *The Nutrition of the Rabbit* (ed. Carlos De Blas and Julian Wiseman). CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 222-232.

Feki S., Baselga M., Blas E., Cervera C., Gomez E.A. 1996. Comparison of growth and feed efficiency among rabbit lines selected for different objectives. *Livest. Prod. Sci.*, 45:87-92.

Ferrian S., Guerrero I., Blas E., García-Diego F., Viana D., Pascual J., Corpa J.M. 2012. How selection for reproduction or foundation for longevity could have affected blood lymphocyte populations of rabbit does under conventional and heat stress conditions. *Vet. Immunol. Immunopath.*, 150: 53-60.

Gidenne T., García J., Lebas F., Licois D. 2010. Nutrition and feeding strategy: interactions with pathology. In: *The Nutrition of the Rabbit* (ed. Carlos De Blas and Julian Wiseman). CABI Publishing, Wallingford, UK, pp.179-199.

Pascual J.J., Motta W., Cervera C., Quevedo F., Blas E., Fernández-Carmona J. 2002. Effect of dietary energy source on the performance and perirenal fat thickness evolution of primiparous rabbit does. *Anim. Sci.*, 75:267-279.

Piles M., Gómez E.A., Rafel O., Ramon J., Blasco A. 2004. Elliptical selection experiment for the estimation of genetic parameters of the growth rate and feed conversion ratio in rabbits. *J. Anim. Sci.*, 82:654-660.

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.

Rosell J.M., de la Fuente L.F., Badiola J.I., Fernández de Luco D., Casal J., Saco M. 2009. Study of urgent visits to commercial rabbit farms in Spain and Portugal during 1997-2007. *Word Rabbit Sci.*, 17:127-136.

Sánchez J.P. 2005. Genetic analysis of longevity in rabbit does for meat production. Constitution and evaluation of a Long-lived-Productive rabbit line. *Ph.D. Thesis, Universidad Politécnica de Valencia, Spain.*

SAS Institute. 2002. *SAS/STAT® User's Guide (Release 9.2)*. SAS Inst. Inc., Cary NC, USA.

Estudio de las poblaciones linfocitarias sanguíneas en gazapos de diferentes tipos genéticos cunícolas

Study of blood lymphocyte populations in young rabbits from different genetic types

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

¹ Instituto 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.

² Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n., 46022 Valencia, España.

* Dirección de contacto: anagarciaquiros@hotmail.com

Resumen

Se ha descrito que existe variabilidad en las poblaciones leucocitarias entre líneas genéticas cunícolas diferentes, como resultado del uso de programas de selección. No obstante, son escasos los trabajos que estudien mediante citometría de flujo las poblaciones leucocitarias en conejos. Por ello, el presente trabajo pretende caracterizar las poblaciones linfocitarias sanguíneas en gazapos de diferentes tipos genéticos al destete (30 días) del primer parto. El estudio de las poblaciones leucocitarias se llevó a cabo por citometría de flujo en sangre periférica, mediante marcaje linfocitario para subpoblaciones B, TCD5⁺, TCD4⁺, TCD8⁺, TCD25⁺, monocitos y granulocitos. Los gazapos de una línea genética caracterizada por una mayor robustez tuvieron recuentos leucocitarios al destete en general más elevados (en promedio +40% de linfocitos totales; P<0.001) que otros seleccionados por criterios más productivos (tamaño de camada o velocidad de crecimiento), lo que podría estar relacionado con una mejor predisposición para enfrentarse a futuros desafíos inmunológicos durante la fase de engorde.

Palabras clave: gazapo, tipos genéticos, poblaciones leucocitarias

Abstract

It has been reported that different genetic rabbit lines show differences in their leukocyte populations that can be related with the use of selection programs. However, studies on leukocyte populations using flow cytometry are scarce. The aim of this study was to characterize and to compare blood lymphocyte populations in young rabbits from different genetic types, at the time of weaning (30 days), after first partum. The counting and differentiation of the leukocyte populations was performed by flow cytometry on peripheral blood. Lymphocyte subpopulations (B, TCD5⁺, TCD4⁺, TCD8⁺ and TCD25⁺), monocytes and granulocytes were identified using specific antibodies. Young rabbits from a line characterized by higher robustness had higher leukocyte counts at weaning (on av. +40% of total lymphocytes; P<0.001) than those selected by performance traits (litter size or growth rate). This fact could be related with a possible better immune status of animals to cope with further immunological challenges during the growing period.

Key words: postweaning rabbits, genetic types, leukocyte population

Introducción

El desarrollo de la genética ha permitido grandes avances en producción cunícola. No obstante, la selección por criterios productivos se puede ver asociada a efectos no deseados en algunas ocasiones (reducción en la fertilidad, mayor índice de enfermedades metabólicas o menor supervivencia de la descendencia), como ocurre en otras especies. Estos factores asociados, que interfieren en el estado sanitario de los animales, pueden disminuir los índices productivos y aumentar las tasas de mortalidad, y por tanto, comprometer la rentabilidad de la explotación.

En conejos se ha demostrado que los animales seleccionados por caracteres de robustez, muestran una mayor capacidad de adaptarse a desafíos ambientales, que otras líneas genéticas elegidas por el tamaño de la camada (Ferrian *et al.*, 2012). Estudios anteriores evidencian que existe una diferencia en cuanto al recuento de las poblaciones leucocitarias sanguíneas entre diferentes tipos genéticos cunícolas, como ocurre en otras especies (Cheeseman *et al.*, 2004; Clapperton *et al.*, 2005), y que este hallazgo se puede correlacionar con el estado sanitario del animal a lo largo de su vida productiva (Guerrero *et al.*, 2011; Ferrian *et al.*, 2012 y 2013).

Se sabe que el sistema inmune en gazapos está sometido a cambios muy significativos durante las primeras cuatro semanas de vida (Jeklova *et al.*, 2009), coincidiendo con el inicio del periodo de engorde, en el que aumenta el índice de enfermedades, mayoritariamente por trastornos digestivos, y la mortalidad (Rosell, 2003; Rosell y De la Fuente, 2009).

El objetivo principal de este estudio fue caracterizar y comparar las poblaciones leucocitarias de gazapos de tres tipos genéticos diferentes, en sangre periférica, en el momento del destete, así como estudiar la implicación que éstas pudieran tener sobre la salud de los individuos durante el engorde.

Material y métodos

Animales

Se muestrearon 408 gazapos (*Oryctolagus cuniculus*), en el momento del destete (30 días posparto), tras el primer parto. En total se seleccionaron 136 camadas (3 gazapos por camada) de tres tipos genéticos diferentes, pertenecientes al Grupo de Mejora Genética del ICTA de la UPV: 1) tipo genético TC (n=42), seleccionada por el tamaño de la camada al destete y caracterizada por una alta prolificidad; 2) tipo genético Rob (n=51), fundada según criterios de longevidad productiva, presentando alta productividad en condiciones desfavorables y 3) tipo genético VC (n=43), seleccionada por la tasa de crecimiento. La mortalidad y morbilidad de los animales estudiados se analizó diariamente hasta la edad de sacrificio (58 días)..

Análisis por citometría de flujo

Se obtuvo un pool por camada con 1 ml de sangre periférica de la arteria auricular central de cada gazapo. La sangre se recogió en tubos con EDTA. Previo al marcaje de anticuerpos, el conteo y porcentaje de los leucocitos fue determinado con un analizador hematológico (MEK-6410, Nihon Kohden, Japan). Se utilizó el protocolo para citometría previamente descrito por Guerrero *et al.* (2011), con modificaciones. Se lisó el mililitro de sangre entera con 40 ml de solución de cloruro de amonio. El pellet de leucocitos se resuspendió en PBS. La densidad de la suspensión celular se ajustó por el conteo en cámara de Neubauer a 106 leucocitos/ml.

Para el marcaje de las células se utilizaron los anticuerpos recogidos en la Tabla 1.

TABLA 1. Anticuerpos monoclonales usados en el estudio.

| Compañía | Células | Anticuerpos |
|-----------------|---------------------------|-------------------------------------|
| AbD Serotec | Linfocitos T | Mouse anti rabbit T CD5 lymphocytes |
| AbD Serotec | Linfocitos B | Mouse anti rabbit IgM |
| AbD Serotec | Subpoblación linfocitos T | Mouse anti rabbit CD4 |
| VMRD, Inc. | Subpoblación linfocitos T | Mouse anti rabbit α -CD8 |
| AbD Serotec | Linfocitos T activados | Mouse anti rabbit CD25 |
| AbD Serotec | Monocitos y granulocitos | Mouse anti human CD14 |
| VMRD, Inc. | Leucocitos | Mouse anti rabbit α -CD45 |

Análisis estadístico

Los datos correspondientes al recuento de poblaciones leucocitarias de los gazapos al destete fueron analizados utilizando un procedimiento GLM (SAS, 2002). El modelo incluyó como único efecto fijo el tipo genético. Se realizó un análisis de componentes principales (procedimiento PRINCOMP; SAS, 2002) con los recuentos leucocitarios y la mortalidad+morbilidad post-destete (30-58 días) para evaluar los principales factores implicados en la variabilidad de la población a nivel de estado sanitario.

Resultados y discusión

Se encontraron diferencias significativas entre los distintos tipos genéticos ($P < 0.05$) para la mayoría de las poblaciones leucocitarias de los gazapos al destete (Tabla 2). Los animales del tipo genético Rob se caracterizaron por tener los recuentos leucocitarios más elevados para la mayoría de las poblaciones estudiadas (en promedio +40% de linfocitos totales; $P < 0.001$) que los otros dos tipos genéticos. Por otra parte, los gazapos del tipo genético VC mostraron un menor recuento de linfocitos T CD25⁺ (en promedio -44%; $P < 0.05$) que los otros tipos de animales estudiados.

TABLA 2. Recuento subpoblacional de leucocitos en gazapos al destete (30 días)

| Recuentos (10 ⁶ /L) | Tipo genético | | | P-valor |
|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|
| | TC | Rob | VC | |
| Linfocitos totales | 1594 ± 126 ^a | 2059 ± 111 ^b | 1343 ± 123 ^a | 0.0001 |
| Linfocitos B | 20.53 ± 3.15 ^a | 30.33 ± 2.77 ^b | 17.99 ± 3.08 ^a | 0.0060 |
| Linfocitos T | 934 ± 63 ^a | 1170 ± 55 ^b | 901 ± 61 ^a | 0.0024 |
| CD4+ | 549 ± 36 ^{ab} | 621 ± 31 ^b | 500 ± 35 ^a | 0.0513 |
| CD8+ | 259 ± 21 ^a | 345 ± 19 ^b | 286 ± 21 ^a | 0.0033 |
| CD25+ | 14.68 ± 2.25 ^b | 12.42 ± 1.98 ^b | 7.57 ± 2.20 ^a | 0.0245 |
| Monocitos | 277 ± 24 ^{ab} | 274 ± 21 ^b | 208 ± 24 ^a | 0.0629 |
| Granulocitos | 1596 ± 139 ^{ab} | 1860 ± 122 ^b | 1293 ± 136 ^a | 0.0014 |

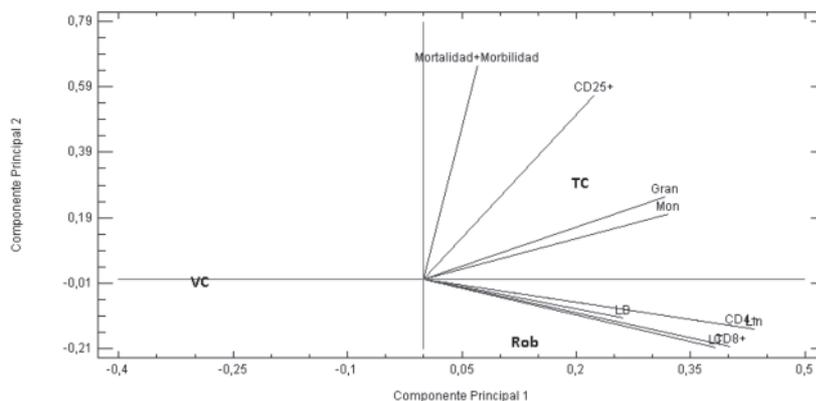
TC: Tipo genético fundada y seleccionada por tamaño de la camada al destete; Rob: Tipo genético fundada por longevidad reproductiva; VC: Tipo genético fundada por velocidad de crecimiento. ^{a,b} Las medias en los recuentos leucocitarios, de los diferentes tipos genéticos, que no comparten el mismo superíndice en la tabla, indican diferencias estadísticamente significativas. ($P < 0.05$).

Tras conocer los datos de la mortalidad durante el periodo de engorde (Arnau *et al.*, 2013) no fue posible establecer una relación entre los recuentos linfocitarios, en el momento del destete, y el índice de riesgo sanitario (mortalidad + morbilidad) de los gazapos durante el periodo de cebo. Sin embargo, el tipo genético que se ha caracterizado por un mayor recuento de poblaciones leucocitarias al destete fue en dicho trabajo el que mostró una menor mortalidad tanto con pienso medicado como no. Ferrian *et al.* (2012) ya observan como las conejas reproductoras del tipo genético Rob mostraban un mayor recuento de poblaciones linfocitarias que otra línea maternal muy seleccionada por tamaño de camada al destete, especialmente en condiciones de estrés térmico.

En la Figura 1 se representan los componentes principales obtenidos a partir de la información de recuentos leucocitarios de diferentes tipos genéticos al destete, habiéndose localizado en ella el centro de las poblaciones de tipos genéticos evaluados. El tipo genético VC se localizó en un área caracterizada por bajos recuentos linfocitarios, mientras que aquellos pertenecientes al tipo TC (como puede observarse en la Tabla 2) se localizaron en un área caracterizada por elevados recuentos de linfocitos T CD25⁺. Por otra parte, los gazapos del tipo genético Rob se encontraría en una zona caracterizada por un mayor recuento de linfocitos total, T y B respecto al resto de tipo genéticos (Tabla 2).

Los resultados del presente trabajo apoyarían la teoría de que la selección por criterios basados exclusivamente en el rendimiento productivo, como son el tamaño de camada y la velocidad de crecimiento, podrían afectar la capacidad de su descendencia a enfrentarse a situaciones de estrés o inmunológicas

FIGURA 1. Análisis de componentes principales de recuentos linfocitarios y riesgo sanitario



(Pascual *et al.*, 2012). En porcino, se ha observado como la selección por crecimiento ha podido afectar el recuento linfocitario de los cerdos de engorde (Clapperton *et al.*, 2006). Los gazapos de los tipos genéticos TC y VC, con un recuento leucocitario en general menor, presentaron un menor estado de madurez al destete (Arnau *et al.*, 2013); los gazapos del tipo genético TC con un menor peso vivo, y los del grupo VC con un peso vivo relativo al peso adulto claramente inferior. Esto podría haber llevado a un menor grado de proliferación de sus poblaciones linfocitarias, al contrario de lo que ocurría en los gazapos del tipo genético Rob. Jeklova *et al.* (2009) describen como el recuento de linfocitos totales de los gazapos aumentan durante sus primeras cuatro semanas de vida, momento donde dicho recuento alcanza valores similares a los que tendrá el animal de adulto. Serían necesarios más estudios que permitan comprender, en mayor medida, como el diferente recuento leucocitario asociado al criterio de selección podría estar influenciando el estado sanitario de los gazapos durante el período de cebo.

Agradecimientos

Este estudio ha sido subvencionado mediante los siguientes proyectos de investigación de la Universidad CEU Cardenal Herrera (Programa Copernicus; PRCEU-UCH 01/11 y 08/12; Ayuda a Grupos Precompetitivos del ICB AI/ICB-Santander 08/12.) y Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (AGL2011-30170-CO2). 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

- Arnau A., Cervera C., Martínez-Paredes E., Ródenas L., Pascual J.J. 2013. Efecto del origen genético, fuente de energía en lactación y uso de antibióticos en conejo de engorde. En: XXXVIII Symposium de cunicultura de ASESCU, Zamora, España, *aceptado*.
- Cheeseman J.H., Kaiser M.G., Lamont S.J. 2004. Genetic line effect on peripheral blood leukocyte cell surface marker expression in chickens. *Poultry Sci.*, 83:911-916.
- Clapperton M., Bishop S.C., Glass E.J. 2005. Innate immune traits differ between Meishan and Large White pigs. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 104:131-144.
- Clapperton M., Bishop S.C., Glass E.J. 2006. Selection for lean growth and food intake leads to correlated changes in innate immune traits in Large White pigs. *Anim. Sci.*, 82:867-876.
- Ferrian S., Guerrero I., Blas E., García-Diego F.J., Viana D., Pascual J.J., Corpa J.M. 2012. How selection for reproduction or foundation could have affected blood lymphocyte populations of rabbit does under conventional and heat stress conditions. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 150:53-60.
- Ferrian S., Blas E., Larsen T., Sánchez J.P., Friggens N.C., Corpa J.M., Balsega M., Pascual J.J. 2013. Comparison of immune response to lipopolysaccharide of rabbit does selected for litter size at weaning or founded for reproductive longevity. *Res. Vet. Sci.*, 94:518-525.
- Guerrero I., Ferrian S., Blas E., Pascual J.J., Cano J.L., Corpa J.M. 2011. Evolution of the peripheral blood lymphocyte populations in multiparous rabbit does with two reproductive managements rhythms. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 140:75-81.
- Jecklova E., Leva L., Knotigova P., Faldyna M. 2009. Age-related changes in selected haematology parameters in rabbits. *Res. Vet. Sci.*, 86:525-528.
- Pascual J.J., Cervera C., Baselga M. 2012. Genetic selection and nutritive resources allocation in reproductive rabbit does. En: 10th World Rabbit Congress, Sharm El-Sheikh, Egypt, 247-271.
- Rosell J.M. 2003. Health status of commercial rabbitries in the Iberian Peninsula. A practitioner's study. *Word Rabbit Sci.*, 11:157-169.
- Rosell J.M., de la Fuente L.F. 2009. Culling and mortality in breeding rabbits. *Prev. Vet. Med.*, 88:120-127.
- SAS Institute. 2002. *SAS/STAT® User's Guide (Release 8.2)*. SAS Inst. Inc., Cary NC, USA.

Caracterización inmunopatológica de mastitis inducidas experimentalmente por *Staphylococcus aureus*

Immunopathologic characterization of experimentally induced mastitis by Staphylococcus aureus

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

Instituto de Ciencias Biomédicas, 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.

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

Resumen

Una de las principales causas de eliminación de conejas reproductoras en granjas industriales es la mastitis producida por *Staphylococcus aureus*. Se ha descrito que este proceso puede estar provocado por cepas de alta o baja virulencia. Clínicamente, estos dos tipos de cepas se diferencian en el número de animales que infectan y en la tasa de mortalidad. Estudios previos de nuestro grupo de investigación demuestran la existencia de clones ampliamente distribuidos y adaptados a producir infecciones en conejo. Entre estos clones destaca el ST121, causante de la mayoría de las infecciones, seguido por el clon ST96, con mucha menor prevalencia. En este trabajo, se plantea caracterizar la respuesta inmunológica desarrollada en los animales tras la inducción experimental de mastitis con 2 cepas de distinto origen clonal (ST121 y ST96). El 100% de los animales inoculados con la cepa ST121 desarrollaron lesión, mientras que los animales infectados con el clon ST96 no desarrollaron mastitis. Estos resultados fueron congruentes con las variaciones obtenidas en las subpoblaciones linfocitarias analizadas mediante citometría de flujo. En ellas se reflejaba que los granulocitos y los monocitos de las conejas del grupo ST121 aumentaron a lo largo de la semana post-infección, mientras que los linfocitos T sufrieron un descenso progresivo en este periodo, principalmente debido a la disminución de la subpoblación de linfocitos T CD8⁺. Sin embargo, ninguna de estas oscilaciones en las subpoblaciones leucocitarias se observó en las conejas infectadas del grupo ST96. Estos resultados confirman que, para el desarrollo de las lesiones, son importantes las características genéticas de la bacteria y, además, el estado del sistema inmunitario del hospedador.

Palabras clave: *Staphylococcus aureus*, mastitis, conejas, infección experimental

Abstract

Staphylococcal mastitis is one of the main causes of culling of adult does from commercial rabbitries. It has been reported that these lesions can be caused by "high" or "low" virulence strains. Clinically, these two types of strains have shown differences regarding morbidity and mortality rates. Previous studies from our group revealed the existence of clones widely distributed and genetically adapted to cause infections in rabbits. The most widely-distributed genotype belongs to a clone designated as ST121. Similarly, there is a less distributed clone, designated as ST96. Hence, an experiment was designed in order to characterize the immune response developed by the animal after an experimentally induced mastitis using two strains from different clonal origin (ST121 and ST96). One hundred per cent of the animals inoculated with the strain ST121 developed evident lesions, while the animals infected with the strain ST96 did not show any signs of mastitis at the end of the study. These results were consistent with the variations observed in the populations of leukocytes analysed by flow cytometry. They showed that the granulocytes and the monocytes from rabbit does inoculated with ST121 increased over the post-infection week, while T lymphocytes underwent a progressive decrease during this period, mainly due to the decrease of lymphocyte subpopulation T CD8⁺. However, none

of these oscillations in leukocyte subpopulations were observed in rabbits infected with strains from ST96. These results confirm that the genetic characteristics of the bacterium, as well as the status of the immune system of the host, may be important for the development of staphylococcal lesions.

Key words: *Staphylococcus aureus*, mastitis, rabbit does, experimental infection

Introducción

Staphylococcus aureus está considerado una de las especies bacterianas de mayor importancia, desde el punto de vista sanitario, tanto para el hombre como para los animales. En el ámbito de la cunicultura industrial, esta bacteria puede afectar a conejos de todas las edades, causando patologías como dermatitis supurativa, mastitis, abscesos multisistémicos o pododermatitis (Corpa *et al.*, 2009). Entre estas lesiones, las mastitis provocadas en conejas reproductoras son una de las principales causas de eliminación en las granjas (Segura *et al.*, 2007; Rosell y De la Fuente, 2009).

En 2000, Hermans y colaboradores, caracterizaron cepas de *S. aureus* aisladas de conejo y las clasificaron atendiendo a su grado de virulencia. De esta forma diferenciaron cepas de “alta virulencia”, capaces de causar elevadas tasas de mortalidad y morbilidad en las explotaciones cunícolas, y cepas de “baja virulencia”, que afectaban a un menor número de animales. Estudios posteriores de nuestro grupo de investigación demuestran la existencia de clones ampliamente distribuidos y adaptados a producir infecciones en conejo (Viana *et al.*, 2007). En dicho estudio se determinó que el clon más extendido entre las explotaciones era el ST121 (al que pertenecían el 88,5% de las cepas aisladas), seguido, con una prevalencia mucho menor, del clon ST96 (9,1% de las cepas aisladas).

La información que existe acerca de la patogenia de las mastitis cunícolas es todavía escasa y se desconoce si, a nivel de individuo y en condiciones controladas, las cepas de ambos linajes presentan el mismo poder patógeno. Por ello, en este trabajo se plantea la inducción de una mastitis experimental con 2 cepas de *S. aureus*, una cepa ST121 (considerada de “alta virulencia”) y una cepa ST96 (“baja virulencia”), con objeto de estudiar una posible correlación entre el estado inmunitario del animal y el desarrollo de lesiones. Además, la comparación de distintas cepas que, *a priori*, presentan distinto grado de virulencia, permitirá profundizar en el conocimiento de los mecanismos que confieren a las cepas ST121 la ventaja evolutiva para incrementar la prevalencia y la virulencia frente a otras cepas y, así, mejorar el conocimiento de la patogenia de las estafilococias cunícolas.

Material y métodos

Cepas empleadas

Se emplearon dos cepas de *S. aureus*, una perteneciente al clon ST121 y otra al clon ST96. Ambas cepas fueron aisladas de mastitis naturales presentes en conejas de explotaciones cunícolas españolas y clasificadas de esta forma tras caracterizarlas mediante la técnica de MLST (Viana *et al.*, 2011).

Animales e infección experimental

Animales: Se utilizaron 23 conejas multíparas (*Oryctolagus cuniculus*) en lactación. Tras el parto se homogeneizó el tamaño de camada y se realizó la inoculación experimental dos días post-parto, manteniendo los gazapos con la madre.

Grupos experimentales: Los animales fueron distribuidos en 3 grupos: el grupo infectado con la cepa ST121 (n=10), el grupo infectado con la cepa ST96 (n=10) y un grupo control (n=3), en el que se inoculó PBS (Phosphate Buffer Saline).

Infección experimental en mama: El procedimiento de infección experimental se basó en el protocolo descrito por Adlam *et al.* (1976), con algunas variaciones. Se inocularon 10.000 ufc (unidades formadoras de colonias) de *S. aureus*, disueltas en 0,1 ml de PBS. Durante 7 días post-inoculación, cada 12 horas, se controló la inflamación de la glándula mamaria, la temperatura rectal y cada 24 horas se realizó extracción de sangre periférica para su estudio mediante citometría de flujo. En el momento del sacrificio se tomó muestras de la glándula mamaria infectada utilizando un hisopo estéril, para su posterior culti-

vo en agar sangre (BioMérieux, Marcy l'Etoile, France) a 37°C en condiciones de aerobiosis durante 24 horas. Posteriormente se realizó una PCR confirmatoria del clon inoculado (Viana *et al.*, 2007).

Estudio histológico

Para realizar el estudio histopatológico se fijaron en formol tamponado al 10% las glándulas mamarias en estudio, se procesaron de forma rutinaria y se tiñeron con Hematoxilina-Eosina para proceder a su estudio microscópico. En el análisis histopatológico se empleó los criterios de Viana *et al.* (2011), que clasifica las lesiones mamarias en abscesos, mastitis supurativa con patrón lobular, celulitis y lesiones mixtas.

Análisis por citometría de flujo

El análisis por citometría de flujo se realizó sobre 1 ml de sangre periférica extraída, cada 24 horas, de la arteria auricular central de cada coneja. Antes de la infección se tomó una muestra de sangre (tiempo 0). La sangre se recogió en tubos con EDTA y fue procesada según protocolo descrito por Guerrero *et al.* (2011), hasta obtener una suspensión de leucocitos óptima para ser analizada por el citómetro de flujo Cytomics FC500 (Beckman Coulter, Brea, CA). Un sistema específico para extracción de datos de leucocitos de conejo se diseñó utilizando el software CXP (Beckman Coulter, Brea, CA).

Resultados y discusión

Clasificación histopatológica: ST96 vs ST121

En primer lugar, se pretendía dilucidar si ambas cepas (tanto la de alta como la de baja virulencia) eran capaces de producir lesiones en la glándula mamaria en condiciones experimentales. A este respecto, el 100% de los animales infectados con la cepa ST121 desarrollaron lesión evidente, tanto macroscópica como microscópicamente, mientras que ningún animal infectado con la cepa ST96 desarrolló lesiones.

Macroscópicamente, en las mamas afectadas se observaron abscesos que variaban en tamaño (de 2 a 8 cm de diámetro), con piel enrojecida a muy oscurecida (4 de las conejas infectadas con ST121 desarrollaron lesiones de aspecto violáceo), aumento de consistencia, edema e incluso úlceras y necrosis (Figuras 1a, 1b y 1c).

Microscópicamente, se observó presencia de material purulento (consistente principalmente en heterófilos degenerados, debris y presencia de agrupaciones de cocos Gram positivos), áreas de necrosis, e infiltrado de heterófilos, linfocitos, células plasmáticas y macrófagos. En el tejido mamario adyacente a la formación del absceso se describió atrofia y pérdida de la estructura alveolar normal, con fibrosis intersticial y exudado de heterófilos y macrófagos en la luz alveolar. Las lesiones descritas son similares a las observadas en mastitis naturales: cinco de ellas fueron clasificadas como celulitis y mastitis necrotizante (Figura 1f), tres como mastitis supurativa con patrón lobular (Figura 1d), y dos se identificaron como abscesos no encapsulados (Figura 1e), siguiendo los criterios de clasificación previamente descritos (Viana *et al.*, 2011). Resultados previos muestran que estas lesiones se corresponderían con fases iniciales de la formación del absceso (Viana *et al.*, 2011).

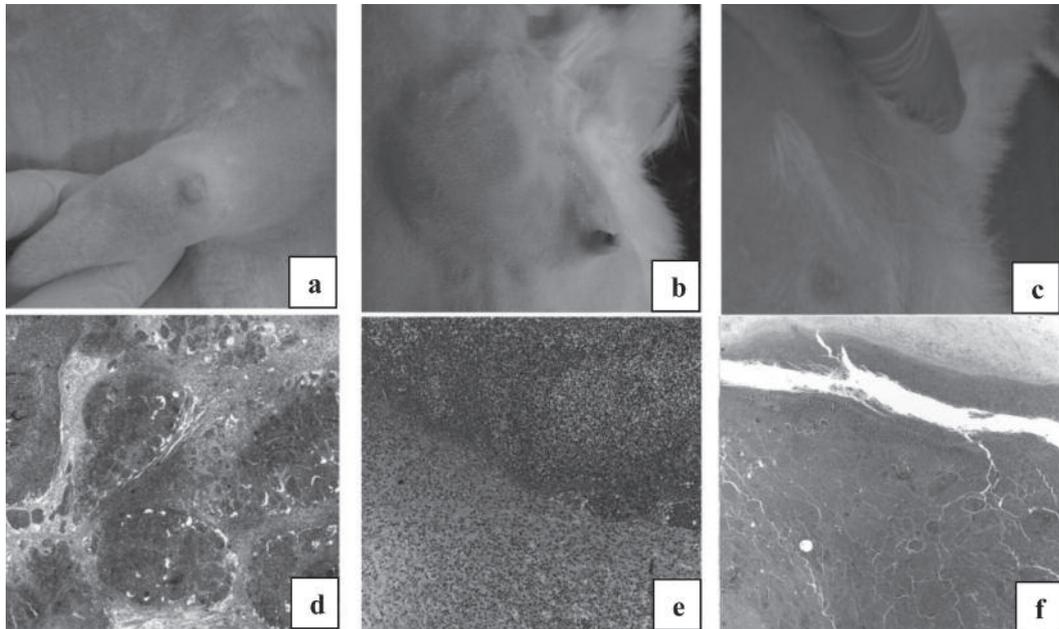
Cultivo microbiológico post-infección

Microbiológicamente, en todos los animales infectados con el clon ST121, fue posible aislar las cepas inoculadas en las glándulas mamarias tras finalizar la infección; la comprobación mediante PCR reveló que eran idénticas a las inoculadas previamente en dichas mamas. Sin embargo, todos los cultivos tomados de las glándulas mamarias infectadas con cepas ST96 en el momento del sacrificio dieron un resultado negativo, evidenciando ausencia de la bacteria inoculada 7 días antes. Este dato nos indica no sólo que esta cepa no fue capaz de producir lesiones sino que además fue eliminada de los animales.

Estudio inmunológico

Los datos obtenidos mediante citometría de flujo evidencian que la infección con la cepa ST121 produjo un descenso progresivo en los niveles generales de linfocitos T a partir del 2º día post-infección (p.i.),

FIGURA 1. a) a c): lesiones macroscópicas observadas en el momento del sacrificio de 2 cm, 8 cm y 5 cm de diámetro, respectivamente. d) mastitis supurativa con patrón lobular. 4x. H-E. e) absceso no encapsulado. 4x. H-E. f) celulitis y mastitis necrotizante. 4x. H-E.



que alcanza su valor mínimo en el 5º día p.i. (reducción de un 18% con respecto al nivel inicial), manteniéndolo hasta el final de la infección. Esta disminución de los niveles generales de linfocitos T es debida, principalmente a un descenso en el nivel de la subpoblación de linfocitos T CD8+, que disminuyen hasta un 8% con respecto a sus niveles máximos iniciales. Paralelamente, se observa un aumento progresivo del nivel de granulocitos, comenzando en el 2º día p.i. y alcanzando su valor máximo en el día 6 p.i. (aumento de un 10% con respecto al nivel inicial). Estos resultados son congruentes con la evolución macroscópica de las mastitis, ya que es a partir de las primeras 36-48h cuando comienzan a observarse alteraciones en la consistencia, forma y color en el tejido mamario (Figura 2).

FIGURA 2. Glándula mamaria infectada con cepa ST121 a las 36h p.i. Nótese el ligero cambio de color en la piel y el aumento de volumen en la base del pezón.



Por otra parte, los linfocitos T y los granulocitos se mantuvieron estables durante los 7 días de la infección, tanto en el grupo infectado con la ST96 como en los individuos del grupo control. No obstante, el nivel general de linfocitos T en el grupo ST96 fue en todo momento un 5% menor al del grupo control, mientras que el de granulocitos fue 5% mayor con respecto a los animales libres de infección. En el 1er día p.i. se observó un pequeño aumento de linfocitos T (5%) en el grupo ST96.

Por último, los monocitos de los animales infectados con ST121 mostraron un aumento repentino de un 6% en el 3er día p.i. (alcanzando niveles del 12% del total de los leucocitos analizados), que se mantuvo hasta el final de la infección, mientras que los animales ST96 y control muestran oscilaciones mínimas en el nivel de monocitos durante todo el periodo (entre 5 y 7% de los leucocitos totales).

Los resultados obtenidos de este estudio evidencian claras diferencias en la patogenicidad de las cepas utilizadas, sugiriendo que, por una parte, las diferencias genéticas entre ambas deben estar directamente relacionadas con su poder patógeno. Estos resultados son congruentes con la idea de que, a nivel de granja existen unos genotipos que tienen mayor potencial para producir enfermedad (Hermans *et al.*, 2000), y para aumentar su prevalencia con respecto a otros (Viana *et al.*, 2007). La distribución tan amplia del clon ST121 en las explotaciones puede ser indicativa de que este tipo de cepas poseen características en sus factores de virulencia que les permiten superar los mecanismos de defensa del animal, permanecer en el individuo llegando a producir lesión y, por tanto, aumentar su prevalencia en la explotación.

Por otra parte, el hecho de que las cepas ST96 se comporten como patógenas a nivel de granja, y no en condiciones experimentales, debe ser analizado en futuros estudios. Una hipótesis es que estas cepas necesiten aprovechar situaciones en las que el sistema inmunológico del conejo esté comprometido para provocar infección.

Agradecimientos

Este estudio ha sido subvencionado mediante los siguientes proyectos de investigación de la Universidad CEU Cardenal Herrera (Programa Copernicus; PRCEU-UCH 01/11 y 08/12; Ayuda a Grupos Precompetitivos del ICB AI/ICB-Santander 08/12.) y Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (AGL2011-30170-CO2). 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

- Adlam C., Thorley C.M., Ward P.D., Collins M., Lucken R.N., Knight P.A. 1976. Natural and experimental staphylococcal mastitis in rabbits. *J. Comp. Pathol.*, 86:581-593.
- Corpa J.M., Hermans K., Haesebrouck F. 2009. Main pathologies associated with *Staphylococcus aureus* infections in rabbits: a review. *World Rabbit Sci.*, 17:115-125.
- Guerrero I., Ferrián S., Blas E., Pascual J.J., Cano J.L., Corpa J.M. 2011. Evolution of the peripheral blood lymphocyte populations in multiparous rabbit does with two reproductive managements rhythms. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 140:75-81.
- Hermans K., Haesebrouck F., Vaneechoutte M., Devriese L.A., Godard C., De Herdt P. 2000. Differentiation between high and low virulence *Staphylococcus aureus* strains from rabbits by randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis. *Vet. Microbiol.*, 72:311-319.
- Rosell J.M., De la Fuente L.F. 2009. Culling and mortality in breeding rabbits. *Prev. Vet. Med.*, 88:120-127.
- Segura P., Martínez J., Peris B., Selva L., Viana D., Penades J.R., Corpa J.M. 2007. Staphylococcal infections in rabbit does on two industrial farms. *Vet. Rec.*, 160:869-872.
- Viana D., Selva L., Segura P., Penadés J.R., Corpa J.M. 2007. Genotypic characterization of *Staphylococcus aureus* strains isolated from rabbit lesions. *Vet. Microbiol.*, 121:288-298.
- Viana D., Selva L., Callanan J.J., Guerrero I., Ferrián S., Corpa J.M. 2011. Strains of *Staphylococcus aureus* and pathology associated with chronic suppurative mastitis in rabbits. *Vet. J.*, 190:403-407.

Ocorrência de infecciones endoparasitárias em coelhos de granjas em Portugal

Ocorrência de infeções endoparasitárias em coelhos de explorações em Portugal
Occurrence of endoparasitic infection in Portuguese rabbit farms

Calhoa I.¹, Pinheiro V.^{2*}, Monteiro J.M.³, Coelho A.C.¹

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.

³ Sumicor Portugal, Lda., Apartado 74, 4481-911 Vila do Conde, Portugal.

*Direcção de contacto: vpinheir@utad.pt

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio epidemiológico, que se ha realizado entre enero de 2007 y abril de 2011, en 41 explotaciones de conejos en Portugal. El objetivo del estudio fue el de investigar las relaciones entre las características de las explotaciones con la incidencia de endoparásitos. En cinco explotaciones (12,2%), uno o más animales fueron positivos a *Eimeria*. Se observaron diferencias entre las granjas. La mayoría de los positivos, cuatro, eran del norte de Portugal. Tres explotaciones positivas tenían más de 900 hembras y dos positivas tenían menos de 900 hembras. *Passalurus ambiguus* fue aislada en 3 (7,3%), todas ellas con menos de 900 hembras, de las cuales 2 se encuentran en el norte de Portugal. En una explotación la infección por *Eimeria* y *Passalurus* eran concomitantes. *Encephalitozoon cuniculi* se diagnosticó en tres locales, todas ellas situadas en el norte, y con más de 900 hembras. En una de las explotaciones ocurrió infección concomitante con *Passalurus*. Estos resultados demuestran que la presencia de coccidiosis y helmintiasis debe ser continuamente supervisada para tomar medidas apropiadas a ser implementadas en la explotación para reducir la infección.

Palabras clave: conejos, endoparásitos, granjas, Portugal

Abstract

An epidemiological study was carried out between January of 2007 and April of 2011 in 41 Portuguese rabbit farms to investigate farm characteristics related with endoparasitic infections. *Eimeria* was diagnosed in 5 (12.2%) farms, of which 4 were from the north. Three farms had over 900 positive females. *Passalurus ambiguus* was isolated in 3 farms (7.3%), all with fewer than 900 females, 2 of which were located in northern Portugal. In one farm *Eimeria* and *Passalurus* were both diagnosed. *Encephalitozoon cuniculi* was diagnosed in three farms, all located to the north, and all had 900 females. In one farm *Encephalitozoon cuniculi* and *Passalurus* both diagnosed. These results demonstrate that the presence of coccidiosis and parasitic helminths must be continually supervised to implement appropriate measures on the farm to reduce infection.

Key words: rabbits, endoparasitosis, farms, Portugal

Introdução

A coccidiose é uma doença parasitária comum e de distribuição mundial em coelhos (Furia *et al.*, 2007). A incidência da infeção é marcadamente superior em explorações domésticas face às comerciais. Todas as coccídias do coelho fazem parte do género *Eimeria* (Peeters *et al.*, 1988).

A encefalitozonose causada por *Encephalitozoon cuniculi*, é uma doença amplamente difundida no coelho doméstico e silvestre (Rosell, 2000; Suter *et al.*, 2001; Furia *et al.*, 2007). O *E. cuniculi* é um proto-

zoário intracelular obrigatório capaz de infetar aves e mamíferos, incluindo o homem (Deplazes *et al.*, 1996; Rosell, 2000; Furia *et al.*, 2007). *Passalurus ambiguus* é o helminta nemátode mais importante em coelhos e tem distribuição mundial, sendo o agente da passalurose (Rosell, 2000; Furia *et al.*, 2007).

O objetivo deste estudo consistiu em investigar se as características das explorações (localização e dimensão - número de fêmeas) podem ser determinantes para a ocorrência de infeções por endoparasitas.

Material e métodos

Este estudo foi efetuado entre janeiro de 2007 e abril de 2011, no Norte e Centro de Portugal. Procedeu-se a um estudo epidemiológico de infeções por endoparasitas utilizando uma amostra de 41 explorações com um total de 262 animais. A unidade de interesse neste estudo foi a exploração de coelhos em termos individuais, para qualquer premissa definida, onde eram criadas pelo menos 40 animais. As explorações utilizadas no estudo foram selecionadas com base na conveniência e vontade do proprietário para participar.

Uma exploração foi considerada positiva, para cada um dos agentes etiológicos, se um ou mais animais fossem positivos ao exame parasitário durante o período de estudo. Quando um animal apresentava sinais clínicos compatíveis com doença parasitária era enviado para um laboratório independente para a realização de exame parasitológico.

Resultados e discussão

As características das explorações foram estudadas nas 41 explorações de coelhos de 62 selecionadas. A maioria das explorações (n=33; 80,5%) localizava-se no norte de Portugal. Trinta explorações (73,2%) tinham menos de 900 fêmeas, dez (24,4%) tinham 900 ou mais fêmeas, e uma exploração só tinha coelhos machos. Em 95,1% das explorações (n=39) o cheiro a amoníaco não era detetável e em 61% (n=25) os níveis de humidade situavam-se entre os 55% e os 80%.

A frequência de endoparasitoses nas explorações estudadas encontra-se resumida na Tabela 1. Um total de 9 explorações (21,9%) foram positivas para endoparasitas. *Eimeria* foi diagnosticada em 5 (12,2%) explorações, das quais, 4 eram do norte do país. Três das explorações positivas tinham mais de 900 fêmeas. *Passalurus ambiguus* foi isolado em 3 explorações (7,3%), todas com menos de 900 fêmeas, das quais 2 situavam-se no norte de Portugal. Numa das explorações positivas o cheiro a amoníaco era perceptível. Numa exploração ocorreu infeção concomitante entre *Eimeria* e *Passalurus*.

Encephalitozoon cuniculi foi diagnosticado em 3 explorações, todas localizadas a norte, uma das quais com mais de 900 fêmeas. Em nenhuma exploração o cheiro a amoníaco era detetável e numa das explorações havia infeção concomitante com *Passalurus*.

TABELA 1. Frequência de endoparasitoses em explorações cuniculas Portuguesas.

| Endoparasitas | Número | % |
|---------------------------------|--------|------|
| <i>Eimeria</i> | 5 | 12,2 |
| <i>Passalurus ambiguus</i> | 3 | 7,3 |
| <i>Encephalitozoon cuniculi</i> | 3 | 7,3 |

A coccidiose foi a infeção parasitária mais frequente nas explorações estudadas. A infeção concomitante entre *Eimeria* e *Passalurus* ocorreu numa exploração e *Encephalitozoon cuniculi* com *Passalurus* noutra. Num estudo efetuado na Polónia, *Eimeria* e *Passalurus* foram também isolados de forma concomitante em explorações de coelhos (Nosal *et al.*, 2007). Contudo, a percentagem referida no nosso estudo foi menor que a reportada no trabalho polaco.

O stress e as doenças infecciosas favorecem o desenvolvimento de coccidioses, tal como estas favorecem as doenças infecciosas. Os coelhos estão muito bem adaptados à encefalitozoonose (Rosell, 2000) pelo que frequentemente não se observam sinais clínicos da doença (Furia *et al.*, 2007). O agente *P. ambiguus* provoca a irritação da mucosa do ceco e do resto do intestino grosso, favorecendo infeções con-

comitantes por outros parasitas (*Eimeria* spp., *Cryptosporidium* spp.) ou bactérias (*Escherichia coli*) (Rosell, 2000). Quando o grau de higiene das explorações é deficitário, é necessário aumentar a frequência dos tratamentos e rever a higiene das explorações para reduzir a prevalência das infeções endoparasitárias.

Estes resultados demonstram que a presença de endoparasitas deve ser continuamente monitorizada para se tomarem medidas apropriadas de forma a reduzir as infeções endoparasitárias nas explorações.

Agradecimentos

O trabalho foi apoiado pelo projecto de investigação estratégica PEst-OE/AGR/UI0772/2011 financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT). Os autores agradecem à Sumicor Portugal, Lda.

Bibliografía

- Deplazes P., Mathis A., Baumgartner R., Tanner I., Weber R. 1996. Immunologic and molecular characteristics of *Encephalitozoon-Like* Microsporidia isolated from humans and rabbits indicate that *Encephalitozoon cuniculi* is a zoonotic parasite. *Clin. Infect. Dis.*, 22:557-559.
- Furia P., Perera M.V., Vidal J.A. 2007. Conejos. In: Furia P., Perera M.V., Vidal J.A. 2007. *Manual Merck de Veterinária*. 6ª eds. Merial.
- Nosal P., Kowal J., Nowosad B., Bieniek J., Kowalska D. 2009. Dynamics of endoparasite infections in rabbits at different rearing regimes. *Wiadomości Parazytologiczne*, 55:173-177.
- Peeters J.E., Geeroms R., Halen P. 1988. Evolution of coccidial infection in commercial and domestic rabbits between 1982 and 1986. *Vet. Parasitol.*, 29:327-331.
- Rosell J.M. 2000. *Enfermedades del conejo*. Barcelona, Espanha. Ediciones Mundi-Prensa, 2000
- Suter C., Müller-Doblies U.U., Hatt J.M., Deplazes P. 2001. Prevention and treatment of *Encephalitozoon cuniculi* infection in rabbits with fenbendazole. *Vet. Rec.*, 148:478-480.

GESTIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

- **Estrategias productivas en el sector cunícola ante una situación de crisis. Capacidad de reacción frente a mercados inestables**

Rafel O., Ramon J. Piles M.

- **Seguimiento de la Estrategia de FOCCON a favor del encaje del sector en la Política Agrícola Común. Una carrera de obstáculos**

Valls Pursals R., Rafel Guarro O.

- **Seguimiento de la Estrategia FOCCON a favor del encaje del sector en la Política Agraria Común. Una carrera de obstáculos**

Valls R., Rafel O.

- **Análisis de la evolución de resultados de gestión técnica y precios de mercado**

Pascual M., Serrano P., Cartuche L., Gómez E. A.

- **Caracterización del marketing en Internet de las granjas cingéticas comerciales españolas de conejo de monte**

González-Redondo P., Finzi A.

- **Características de las explotaciones de conejo de monte en el norte de Portugal**

Pinheiro V., Outor-Monteiro D., Mourão J.L., Oliveira J.

Estrategias productivas en el sector cunícola ante una situación de crisis

Capacidad de reacción frente a mercados inestables

Analysis of several productive strategies in a context of economic crisis of the rabbit sector. Ability to react to volatile markets

Rafel O.*, Ramon J., Piles M.

IRTA. Unidad de Cunicultura. Torre Marimón. 08140 Caldes de Montbui

*Dirección de contacto: oriol.rafel@irta.cat

Resumen

Se analiza la situación económica del sector de la cunicultura y se evalúan distintas alternativas de manejo. Partiendo de los resultados técnicos del año 2011 de los programas de gestión (GTE) de España: FACC, bdCuni, COGAL se han calculado los parámetros económicos mediante la herramienta de simulación creada por Rafel y colaboradores, utilizando los valores de parámetros económicos del año 2013. En las simulaciones se han aplicado como precio de venta del conejo en vivo 1,85€/kg y precio de compra del pienso de 0,30€/kg. La medida del rendimiento económico se ha basado en el flujo de caja. En los resultados se observa como todos los programas de gestión tienen un VAN negativo, mientras que de las granjas con mejores índices técnicos alcanzan un VAN positivo. La primera alternativa analizada para nivelar el balance económico es la **mejora de la productividad**. El cálculo de las curvas de isobeneficio (VAN) muestran como en las condiciones actuales es necesaria una producción entre 15 o 16 kg/inseminación. La **extensificación del ritmo de reproducción** empeora el balance si no va acompañada de mejoras técnicas que compensen la pérdida de producción asociada al menor número de partos año. La extensificación del ritmo de 11 días post parto a 32 comporta una pérdida del 33% de la producción, un incremento de los costes de producción del 33% y un descenso del Margen Coste Alimentación (MCA) del 34%. La sobreocupación asociada a la extensificación del ritmo de reproducción degrada todavía más el balance. La **reducción del número de hembras** de la explotación permite reducir los costes fijos del personal asalariado. Reducir el número de hembras es una mejor estrategia que la extensificación del ritmo, pero la única opción válida es la mejora de los índices técnicos.

Palabras clave: conejo, manejo, economía, ritmo reproducción, intervalo entre parto

Abstract

The economic situation of rabbit breeding sector was analyzed by using the information reported by different Spanish management programs (FACC, bdCuni, Cogal). Results indicate that most of the farms have a negative NPV, while farms with better technical indexes reach a positive NPV. A simulation was performed in order to evaluate three strategies to minimize the economical losses: i) an increase in the efficiency of production; ii) a change to a more extended reproductive rhythm; and iii) the reduction of the amount of does in the farm. The values of the economical parameters required for the simulation were mean values in 2013: market price 1.85€ per kg of live rabbit and 0.30€ per kg of rabbit feed. The measure of economic performance is based on cash flow. The calculation of the iso-profit curves (NPV) shows that, under the present conditions, a production of 15 to 16 kg per artificial insemination (AI) is required in order to have positive returns. An extended reproduction rhythm worsens the balance when it is not accompanied by technical improvements to offset the loss of production associated with the lowest number of annual births. Thus, performing AI at 32 d

postpartum results in a loss of 33% of production, a 33% of increase in the production costs and a decline in IOFC margin of 34%, with regard to results when AI is performed 11d postpartum. The overcrowding associated with a more extended the reproductive rhythm worsens even more the balance. Reducing the number of does reduces fixed costs of salaried staff and it is a better strategy than the implementation of an extended reproductive rhythm. However, the only strategy leading to positive economical results is the improvement of productive and technical indexes.

Key words: management, profit, rabbit, reproductive rhythm

Introducción

El sector de la cunicultura en el año 2013 sigue inmerso en dos crisis simultáneas: la originada por el encarecimiento de las materias primas y, en consecuencia, de los piensos, y la originada por la inestabilidad en los precios de referencia de las lonjas y de venta al consumidor. Esta crisis sectorial se produce en el contexto de la crisis económica general que no solo afecta a España. El sector cunícola se ve afectado por el retraimiento del consumo en general y particularmente de este tipo de carne. La coincidencia de dos crisis sectoriales en el tiempo no se había producido anteriormente, por ello son necesarias explorar y aplicar soluciones novedosas para alcanzar balances económicos de signo positivo.

La alternativa para asegurar la sostenibilidad de las explotaciones cunícolas a medio y largo plazo es optimizar el rendimiento económico de las explotaciones sin olvidar los aspectos sociales y los medioambientales. (Fortun-Lamothe, 2007).

Los objetivos de este trabajo son: i) Analizar la situación actual a partir de los índices de los programas de Gestión Técnico Económica (GTE) y ii) Evaluar las consecuencias, ante una situación de crisis marcada por los altos precios de los piensos y la inestabilidad del precio de venta de los conejos y de la carne, de aplicar distintas alternativas de manejo y organización de las granjas productoras de carne de conejo que permitan mejorar los balances económicos.

Material y métodos

Para conocer el estado actual de las explotaciones de conejos se ha partido de los resultados técnicos del año 2011 de diferentes programas de gestión (GTE) existentes en España: FACC (Abadal *et al.*, 2012), bdCuni (Pascual *et al.*, 2012), COGAL (Sánchez del Cueto *et al.*, 2012) y se han calculado los parámetros económicos mediante la herramienta de simulación creada por Rafel y colaboradores (2012) que permite realizar cálculos a partir de datos técnicos y/o económicos simultáneamente, y obtener medidas de rendimientos tanto productivos como económicos para cada uno de los escenarios simulados. Los índices técnicos de cada uno de los programas se especifican en la Tabla 1. Cada programa de gestión es fruto de una realidad socioeconómica diferente y una metodología de cálculo concreta; en consecuencia, para evitar comparaciones no apropiadas cada programa de gestión se ha identificado con una letra y no con su nombre real.

TABLA 1. Índices Técnicos de los programas de gestión en España año 2011.

| Programa | A | B | C |
|---------------------------------|-------|-------|-------|
| Fertilidad (%) | 82,00 | 84,40 | 84,46 |
| Prolificidad (NV) | 9,10 | 9,60 | 10,13 |
| Mortalidad Lactación (%) | 14,00 | 10,90 | 12,85 |
| Moralidad Cebo (%) | 10,00 | 7,70 | 8,32 |
| Peso venta (kg) | 2,074 | 2,171 | 2,307 |

NV: Nacidos vivos.

Las simulaciones se han realizado en un escenario de estrés tomando como precio de venta del conejo en vivo el promedio de la lonja de Bellpuig para el año 2012, es decir, 1,95€, y restándoles 0,10€, de manera que el valor utilizado en las simulaciones es de 1,85€/kg. El valor del precio de compra de los piensos se ha calculado a partir de encuestas a fabricantes de piensos de esta especie, que por el volumen de ventas son proveedores significativos. A éstos se les ha pedido el precio de los diferentes tipos y el porcentaje de uso de los mismos. En el precio del pienso se incluye el coste de la alimentación con coc-

cidioestático más gastos de transporte, pero no se incluye ni la medicación ni los impuestos (IVA). La metodología para calcular dicho precio ha sido la ponderación del precio de cada uno de los tipos de pienso usados por los cunicultores por el porcentaje de utilización de los mismos. El resultado para el presente estudio es de 0,30€/kg. Otras variables empleadas son tamaño explotación de 1.000 hembras manejada por 1,43 UTH que corresponde a 700 hembras/UTH para el ritmo de reproducción de 11 días post parto (banda de 42) y de 842 hembras/UTH para el de 32 días (banda de 63) en el supuesto de sobreocupación. El resto de parámetros se han tomado de Rosell *et al.* (2008) y de Gómez *et al.* (2010) más encuestas a productores.

Los datos técnicos (GTE 2011) y económicos (2013) corresponden a diferentes periodos de tiempo pero se pueden considerar válidos para las simulaciones, asumiendo que los datos técnicos varían poco entre años. Se ha dado prioridad a que los datos económicos estén actualizados a día de hoy.

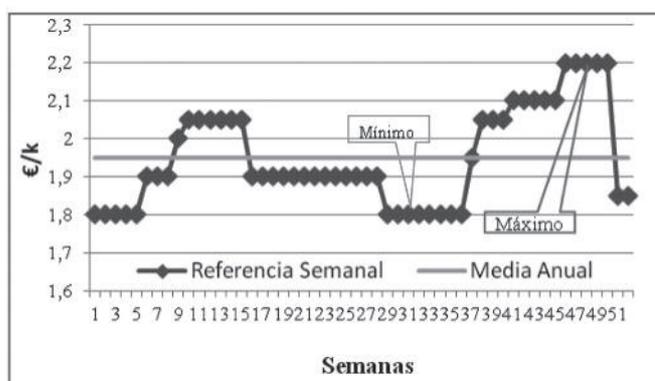
La medida del rendimiento económico se ha basado en el flujo de caja, o diferencia entre los pagos y los cobros durante toda la vida útil de la explotación. Se han calculado: El Tiempo de Recuperación de la inversión (TR), el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Recuperación (TIR), el coste de producción por kg de animal vivo, y los kilos de conejos vivos producidos por inseminación (Pinto, 2011).

Resultados y discusión

1. Análisis de la situación actual

Para la realización de los estudios económicos no se dispuso de datos reales del precio cobrado por los cunicultores por la venta de sus productos al no figurar este dato en los programas de GTE. La alternativa escogida fue tomar la media de los precios de referencia de la lonja de Bellpuig. Este método a priori presenta algunas debilidades.

FIGURA 1. Evolución semanal de los precios de referencia. Bellpuig. Año 2012.



De entrada la media anual esconde las desviaciones interanuales que oscilaron entre 1,80€ y 2,20€ siendo una variación del 22% con referencia el precio mínimo. También la distribución de las frecuencias de precios semanales es claramente asimétrica al encontrarse 31 semanas el precio por debajo de la media mientras que en 25 lo está por encima de la misma. Otro aspecto a considerar es la regularidad de la producción de las granjas. En este modelo se asume que la producción es homogénea a lo largo de todo el año, realidad que no se produce. Una mejora del modelo pasaría por ponderar el precio por la producción semanal. Es posible que con los datos actuales se esté sobrevalorando el precio realmente percibido por el cunicultor y en consecuencia los resultados económicos.

El análisis de los resultados actuales (Tabla 2) permite apreciar que en todos los programas de gestión el VAN es negativo, es decir la rentabilidad económica de las explotaciones no alcanza el nivel previsto para la totalidad de la vida del proyecto. El coste de producción del kilo de conejo vivo se sitúa en una franja muy amplia que va desde el 1,60€/kg hasta el 1,85€/kg.

Algunos de los programas de GTE aportan información sobre los resultados máximos, mínimos o del

FIGURA 2. Distribución de las frecuencias semanales de los precios. Bellpuig 2012.

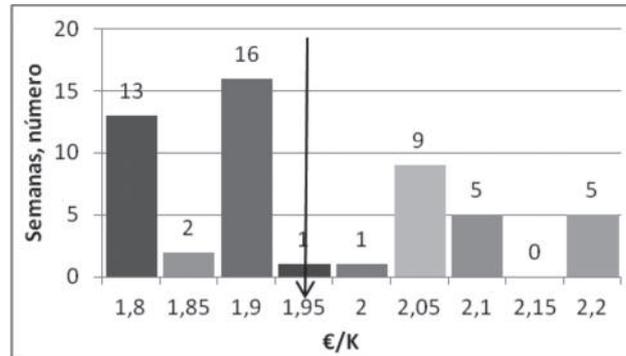


TABLA 2. Valores económicos de los programas de GTE de España. Año 2011.

| | Programas de Gestión | | |
|-----------------------------|----------------------|----------|---------|
| | A | B | C |
| VAN (€) | -491.467 | -223.194 | -65.838 |
| TIR (%) | | -1% | 3% |
| Término Recuperación (años) | >20 | >20 | 16 |
| Coste Producción (€/kg) | 1,85 | 1,68 | 1,60 |
| MCA (€ hembra/año) | 58,25 | 80,87 | 93,91 |

VAN: Valor Actual Neto. TIR: Tasa Interna de Recuperación. MCA: Margen Coste Alimentación.

TABLA 3. Parámetros productivos GTE 2011. Medias y TOP.

| | Programa A | | Programa B | |
|----------------------------|------------|---------|------------|-------|
| | Media | Top | Media | Top |
| VAN (€) | -491.467 | 545.389 | -223.194 | 7.523 |
| kg producidos/inseminación | 11,66 | 19,96 | 14,41 | 16,35 |
| Coste Producción (€/kg) | 1,85 | 1,37 | 1,68 | 1,56 |
| Palpaciones positivas (%) | 80,9 | 91 | 84,1 | 86,5 |
| Nacidos Vivos | 9,00 | 10,50 | 9,6 | 9,8 |
| Mortalidad lactación (%) | 14,3 | 4,2 | 10,9 | 9,5 |
| Mortalidad cebo (%) | 10,9 | 2,5 | 7,7 | 4,0 |
| Peso venta (kg) | 2.075 | 2.298 | 2.170 | 2.220 |

VAN: Valor Actual Neto.

33% de explotaciones con mejores resultados. El análisis de estos datos (Tabla 3) permite apreciar que las explotaciones con mejores resultados productivos sí obtienen resultados económicos positivos. Así pues el camino a seguir ya está trazado por estas explotaciones y en ellas se demuestra que el objetivo de rentabilidad económica es alcanzable. Por tanto es necesario que el resto de las explotaciones del sector caminen en esta dirección.

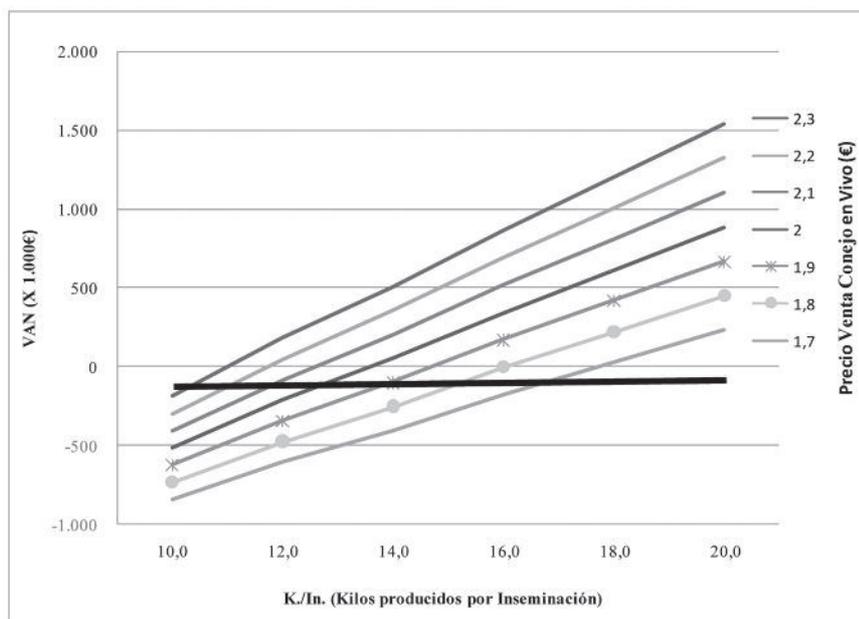
2. Análisis de las alternativas de mejora de los resultados económicos

2.1. Mejora de la capacidad productiva

Aunque no son los únicos factores que intervienen, los resultados económicos dependen directamente de los resultados productivos como previamente hemos comentados al analizar la situación actual.

Los kilos producidos por inseminación, en adelante (kg/In), es el índice que de forma sintética mejor indica el nivel de producción de una granja de conejos, ya que en él se combinan los diferentes parámetros productivos como son: la fertilidad, la prolificidad, las mortalidades al parto, lactación y cebo y el del peso de venta. El correcto control de estos índices permite incrementar los kilos producidos por inseminación y consecuentemente los resultados económicos.

FIGURA 3. Curvas de Isobeneficio (VAN) en función de la productividad y el precio de venta en vivo.



En la Figura 3 se muestran las curvas de isobeneficio (VAN) en función de la productividad y del precio de venta de los conejos. Con los precios medios de venta utilizados en el presente trabajo, son necesarias producciones en torno a los 15 o 16 kilos por inseminación para alcanzar una situación de equilibrio o VAN cero, por encima de estos niveles productivos las rentabilidades son positivas.

2.2. Extensificación del Ritmo de reproducción

Últimamente se observa a nivel de campo una tendencia a la extensificación del ritmo de reproducción, no sólo como una estrategia para minimizar los problemas asociados a la enteropatía sino como un mecanismo para atenuar las pérdidas económicas o para reducir las necesidades de capital circulante. Para el siguiente análisis se ha partido de los índices técnicos del año 2011 del programa de gestión bdCuni y se han comparado dos ritmos de producción diferentes: i) El ritmo de producción habitual en la mayoría de las granjas en que la monta o la inseminación se realiza a 11 días post parto (intervalo entre partos de 42 días; Abadal *et al.*, 2012), y ii) aquel en que la cubrición se realiza a los 32 días, lo cual supone un alta extensificación del ritmo, con intervalos entre partos de 63 días y ningún solape entre gestación y lactación.

Las simulaciones realizadas confirman los resultados obtenidos por Rafel *et al.* (2012) referentes a que la extensificación del ritmo de reproducción no mejora el balance económico de las explotaciones, sino todo lo contrario. Este tipo de manejo es apropiado para obtener una respuesta positiva en los resultados económicos únicamente si conduce a una mejora de los índices técnicos. Por ejemplo Rafel y colaboradores (2012) demuestran que al pasar de un ritmo de 11 días a otro de 18 días, la mejora de la mortalidad debe ser del 1% como mínimo para evitar pérdidas económicas asociadas a la menor producción. Al pasar de 18 días a 25 días esta mejora deberá ser del 7,5% y superior a 17,5% y 32% al pasar de 25 días a 32 días y de 32 días a 39 días, respectivamente. Velasco *et al.* (2009) al pasar de un ritmo de 18 días post-parto asociado a una lactación de 40 días al ritmo de 25 días con lactación asociada de 47 días encontraron una mejora en la fertilidad de 8%, 1,08 gazapos nacidos vivos por inseminación y un peso de venta superior en 120 gramos.

En la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos como consecuencia de la extensificación del ritmo de reproducción. En todos los casos el VAN es negativo. Cuando se pasa de un ritmo de 11 días post parto al de 32 días, la producción por hembra desciende un 33,33% al pasar de 125,21 kg producidos/año a los 83,48 kg como consecuencia del menor número de partos realizados (8,7 frente a 5,8). El descenso de la producción reduce los ingresos, mientras que el incremento de los días en que las hembras consu-

TABLA 4. Comparación de resultados en función del ritmo de reproducción y el nivel de sobreocupación.

| | Ritmo Reproductivo / Intervalo entre partos (días) | | |
|--|--|----------|------------------------|
| | 11 / 42 | 32 / 63 | 32 / 63 sobreocupación |
| VAN (€) | -223.194 | -817.736 | -1.226.604 |
| TIR | -1% | <-1% | <-1% |
| Término Recuperación (años) | >20 | >20 | >20 |
| Índice de conversión | 3,43 | 4,27 | 4,27 |
| kg producidos por inseminación | 14,41 | 14,41 | 14,41 |
| kg producidos por hembra y año | 125,21 | 83,48 | 83,48 |
| Coste Producción (€/kg) | 1,68 | 2,17 | 2,17 |
| Total costes | 209.885 | 181.057 | 271.585 |
| Total Ingresos | 231.644 | 154.430 | 231.644 |
| Cash-Flow | 21.759 | -26627 | -39941 |
| Cash-Flow gazapo producido | 0,38 | -0,69 | -0,69 |
| Cash-Flow kg Producido | 0,17 | -0,32 | -0,32 |
| MCA margen coste alimentación | 80.872 | 27.173 | 40.759 |
| MCA margen coste alimentación / hembra | 80,87 | 27,17 | 27,17 |

VAN: Valor Actual Neto. TIR: Tasa Interna de Recuperación.

men pienso sin producir empeora el IC. Ambos aspectos repercuten negativamente sobre todos los parámetros económicos. El coste de producción se incrementa en un 33% al pasar de 1,68€/kg a 2,17€/kg. El MCA desciende un 34% al pasar de 8,87€/hembra/año a 27,17€/hembra/año.

Por otra parte, cuando el ritmo reproductivo es a 32 días post-parto, existe la posibilidad de realizar sobre ocupación del 50% para igualar la producción del ritmo reproductivo de 11 días post-parto. La mejora de la producción global de la explotación (que no por hembra) consigue retornar a los mismos ingresos del ritmo de 11 días post parto, pero la presencia de un número de hembras mayor en la granja incrementa el capítulo de gastos en una proporción mayor que los ingresos y en consecuencia no mejora la rentabilidad del negocio.

De los tres modelos analizados el ritmo de reproducción de 11 días post parto a pesar de tener un VAN negativo, por la baja productividad, es el más eficiente económicamente hablando.

2.3. Reducción del número de hembras de la explotación.

El Tamaño máximo de explotación que, de forma sostenible, puede manejar un cunicultor se sitúa en torno a las 700 o 750 jaulas de reproductoras, disponiendo de altos niveles de mecanización y bajo algunas opciones de manejo concretas. En explotaciones donde se ha sobrepasado esta dimensión y la mano de obra familiar no puede cubrir el excedente de trabajo, es necesario disponer de mano de obra asalariada. Una opción para reducir los gastos fijos es prescindir de la mano de obra asalariada y retornar a la dimensión que puede manejar un cunicultor en solitario. En la Tabla 5 se muestran los resultados económicos de dicha decisión.

Tabla 5. Evolución de los resultados en función del nº de conejas de la explotación (jaulas/hembras).

| Nº de conejas de la explotación (jaulas Hembra) | 1000 | 700 | 500 |
|---|----------|----------|----------|
| UTH necesarias para la explotación | 1,43 | 1,00 | 0,71 |
| VAN (€) | -223.194 | -156.236 | -111.597 |
| TIR | -1% | -1% | -1% |
| Término Recuperación (años) | >20 | >20 | >20 |
| Índice de conversión | 3,43 | 3,43 | 3,43 |
| kg producidos por inseminación | 14,41 | 14,41 | 14,41 |
| kg producidos por hembra y año | 125,21 | 125,21 | 125,21 |
| Coste Producción (€/kg) | 1,68 | 1,68 | 1,68 |
| MCA margen coste alimentación / hembra | 80,87 | 80,87 | 80,87 |
| Mano de Obra (€/año) | 28.134 | 19.694 | 14.067 |

UTH: Unidad de Trabajo Humano. VAN: Valor Actual Neto. TIR: Tasa Interna de Recuperación.

La disminución del número de reproductoras de la granja reduce las necesidades de mano de obra y su coste. Con esta opción se mantienen inalterables los índices técnicos: el índice de conversión, los kg producidos por inseminación o por hembra año. A nivel económico la disminución de los gastos de mano de obra sólo tiene repercusión en incrementar el VAN por un efecto de escala.

El sentido de la reducción del número de hembras debe buscarse en la disminución de los gastos fijos (mano de obras asalariada) pero manteniendo una dimensión de la actividad que permita generar un sueldo para el cunicultor y el pago de tasas, impuestos y seguridad social, etc., de manera que no precise dedicar tiempo a otras actividades económicas, lo cual es importante si se quiere conseguir un sector claramente profesionalizado e industrial.

Si se compara la alternativa de la reducción del número de reproductoras de la explotación de 1.000 a 700 hembras con la de la extensificación del ritmo reproductivo de 11 a 32 días post parto, se observa que la reducción del nivel productivo es casi equivalente en ambos casos, mientras que los resultados económicos empeoran de forma más importante en el caso de extensificar el ritmo. Parece razonable que si el cunicultor quiere o debe modificar el manejo opte prioritariamente por la reducción del número de hembras antes que por la extensificación.

No obstante si el cunicultor toma la decisión de realizar uno de estos cambios analizados, ya sea la extensificación del ritmo de reproducción o la reducción el número de reproductoras de la explotación, ha de ser consciente de que retornar a los niveles de producción anterior requiere un tiempo y tiene un coste económico.

El cunicultor que ha optado por extensificar el ritmo de reproducción es el que de forma más rápida puede retornar a la situación anterior puesto que solo requiere para ello cambiar la fecha de inseminación. El tiempo de reacción es el tiempo transcurrido desde la toma de la decisión hasta que se inicia un nuevo ciclo en las condiciones anteriores. En este caso este será el periodo hasta la nueva inseminación y tendrá un valor máximo de 21 días. La producción de todas formas no alcanzará los niveles de partida hasta 90 días después de la nueva inseminación. El coste del periodo de retorno a la producción de partida y con los datos de las tablas anteriores es de 17.388€ para una explotación de 1000 hembras.

Por el contrario si el cunicultor reduce el número de madres de la explotación, el tiempo de reacción se prolonga hasta que las nuevas reproductoras empiezan la etapa reproductora, es decir hasta la primera inseminación de las hembras de reposición. En este caso si las hembras de reposición se adquieren a dos meses de edad será necesario esperar un mínimo de 2,5 meses para poder hacer la primera inseminación. A partir de este punto son necesarios 90 días como en el anterior caso. Por tanto el tiempo de retorno a la situación anterior es de 167 días y un coste de 28.875€ mas 2.100 por la compra de reproductores. En total 30.975€ para una explotación de 1000 hembras. Así pues la extensificación es una alternativa más flexible que la alternativa de reducción del número de hembras, pero las pérdidas económicas que supone la disminución de la producción son considerablemente mayores. Si la modificación del ritmo de reproducción supera los 27 días, de acuerdo a:

$$\frac{\text{Coste económico extensificar ritmo} - \text{Coste económico reducción hembras}}{\text{Kilos producidos día} \times \text{Coste producción}} = \text{Días}$$

como en la práctica esto sucede siempre, económicamente es más interesante reducir el tamaño de la explotación.

Conclusiones

- La no existencia de datos reales del precio cobrado por los cunicultores por la venta de sus productos hace necesario trabajar con el precio medio de las lonjas, aproximación que obliga a asumir contextos que pueden conducir a una sobreestimación del precio real de venta y de los resultados económicos de las granjas.
- El cálculo de los resultados económicos a partir de los índices técnicos de los programas de GTE de España en las condiciones de mercado actuales, muestra que todos los programas analizados tienen un VAN negativo y únicamente las granjas con mayores resultados productivos alcanzan un VAN positivo.

- De las alternativas estudiadas, la única que reporta mejoras sobre el balance económico es la mejora de los índices de técnicos de producción. En las actuales circunstancias de mercado son necesarios producir entre 15 o 16 kg/inseminación para asegurar la sostenibilidad de las granjas de conejos.
- Extensificar el ritmo reproductivo de 11 a 32 días post parto empeora el VAN y empeora en un 33,3% el coste de producción que pasa de 1,68€/kg a 2,17€/kg.
- Disminuir el número de reproductoras de la explotación permite reducir los costes fijos de mano de obra manteniendo la eficacia de producción, pero disminuyendo de ingresos por la menor cantidad de producto vendido.
- Si el periodo en que se practica la extensificación del ritmo reproductivo de 11 a 32 días postparto supera los 27 días, lo que en la práctica sucede siempre, es mejor reducir el tamaño de la explotación para minimizar las pérdidas económicas.

Bibliografía

- Abadal L., Casa J., Garriga R., Martínez M., Rosell J. 2012. Resultats de gestió tecnicoeconómica de la Federació d'Associacions de Cunicultors de Catalunya durant 2011. *Conills*, 59:18-19.
- Bellpuig, Llotja 2012, <http://llojtabellpuig.com/index.php/ca/avicolaconill/conill> Consulta 8/02/2013
- Fortun-Lamothe L. 2007. Quelle est la durabilité de la production cunicole? Atouts et limites de conditions d'élevage actuelles. *12^{ème} Journées de la Recherche Cunicole*, Le Mans, France, 27-28 novembre 2007, pp.:155-165.
- Gómez E.A., Pascual M., Serrano P. 2010. Comunicación personal.
- Pascual M., Serrano P., Gómez E.A. 2012. Evolución de resultados técnicos 2008-2011 con bdcuni. *XXXVII Symposium Cunicultura ASESCU, Barbastro*, 24-25 de mayo de 2012, pp.:83-87.
- Pinto M. 2011. Viabilidad técnico-económica de una cunicultura. *V Jornadas Internacionais de Cunicultura ASPOC/APEZ*, noviembre 2011. Vilareal, Portugal, pp.:77-91.
- 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. *XXXVII Symposium de Cunicultura de ASESCU, Barbastro*, 24-25 de mayo de 2012, pp.:36-42.
- Rosell J., Fluvià M. 2008 Análisis técnico económico de explotaciones cunícolas. *Cunicultura*, 192:9-13.
- Sánchez del Cueto M., Prieto C., Gullón J., García N. 2012. Gestión Técnica COGAL año 2011. COGAL marzo 2012, pp.:22-29.
- 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*, 4-5 de junio de 2009, pp.:179-184

Seguimiento de la estrategia de FOCCON a favor del encaje del sector cunícola en la Política Agrícola Común. Una carrera de obstáculos

Follow-up FOCCON strategy for the rabbit sector attachment in the Common Agricultural Policy. An obstacle course

Valls Pursals R.¹, Rafel Guarro O.^{2*}

¹Experto en Temas Comunitarios.

²IRTA. Torre Marimón, 08140 Caldes de Montbui, Barcelona.

*Dirección de contacto: oriol.rafel@irta.cat

Resumen

En el presente trabajo se describe el seguimiento de la estrategia planteada por FOCCON para introducir el sector cunícola en la Política Agrícola Común (en adelante PAC) post 2013, ya que dicho sector ha estado históricamente fuera de dicha política agrícola y con ello ausente de los beneficios que disfrutaban prácticamente todos los otros sectores agrícolas y ganaderos. Se analiza la cadena de valor, producción, transformación, autoabastecimiento y consumo para fundamentar las demandas planteadas así como el proceso de presentación de las propuestas, acciones de soporte (lobbying), coordinación con organismos competentes, tramitación parlamentaria y proceso de co-decisión entre el Parlamento y el Consejo.

Palabras clave: Cunicultura, Política Agrícola Común (PAC)

Abstract

This paper describes the follow-up of the strategy set up by FOCCON to attach the rabbit sector in the Common Agricultural policy (hereinafter CAP) post 2013, as this sector has historically been outside that agricultural policy and thus absent from the benefits enjoyed by virtually all other agricultural and livestock sectors. It analyzes the value chain, production, processing, consumption and self-sufficiency to support the demands presented and as well the process of submitting proposals, support actions (lobbying), coordination with relevant agencies, parliamentary procedure and co-decision process between Parliament and Council.

Key words: Rabbit sector, Common Agricultural Policy (CAP)

1. Introducción

Históricamente la producción cunícola ha sido un sector no considerado en la PAC, ello debido, en gran parte, por ser un sector con un desarrollo ganadero muy tardío (años 80's del siglo pasado) y al concenir a unos pocos países de la Unión Europea. La PAC es una política Europea plurianual y la versión actual se termina a finales del presente año 2013. Conscientes de la oportunidad que representa el proceso de redacción de la nueva PAC, para el período 2014-2020, por parte de las instituciones comunitarias, FOCCON inició un conjunto de actuaciones para posicionar al sector cunícola de forma explícita en el futuro texto de reglamentación comunitaria.

2. Resumen de las actuaciones hasta la celebración del último Symposium Asescu 2012

2.a) Análisis de la situación del sector cunícola

La primera actuación de FOCCON fue la redacción de un Informe donde se definieron las fortalezas y debilidades y el posicionamiento del sector cunícola Español frente a la nueva PAC 2014-2020. Dicho documento sirvió de base de trabajo para su presentación al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), interprofesionales de otros estados miembros, europarlamentarios y organismos comunitarios y fundamento de justificación de todas las demandas realizadas.

En dicho informe aparecía una descripción de la situación del sector. A modo de resumen de dicha situación en el año 2010, se puede mencionar que la cunicultura es una producción ganadera sin tierra pero no intensiva donde España, aporta el 4% de la producción mundial, estimada en 1.5 millones de toneladas frente al 27% que aporta la UE27. La globalización de la producción ganadera (al igual que otras producciones agrarias), está influyendo de forma directa sobre el sector cunícola con grandes incrementos de los costos de producción y bajos precios del producto, en este contexto de reducción de márgenes económicos el número de explotaciones se ha reducido drásticamente a lo largo del último quinquenio, las previsiones mantienen esta tendencia con una reducción de aquellas con una talla menor de 400 plazas de madres. La antigüedad de las explotaciones es de 14 años con un nivel de mecanización bajo, por ello, durante la vigencia de la nueva PAC se deberán replantear o renovar la mayoría de las actuales explotaciones. La cunicultura que se prevé para el año 2020, pasa por la concentración de la producción en granjas de mayor dimensión altamente tecnificadas y eficaces, en un número que oscilará entre las 1.000 y las 1.500 según evolucione el consumo de esta carne. El nivel de autoabastecimiento se situó en el 106% (producción/consumo), el excedente se destinó a las exportaciones correspondiendo el 94% al comercio intracomunitario (Portugal, Francia y Bélgica) y el resto a países terceros. El precio del pienso, principal insumo de las explotaciones cunícolas puede representar el 60 % de los gastos de producción, oscila en función de las cotizaciones de las materias primas que en los últimos años han evolucionado fuertemente al alza. Otro insumo con características excepcionales para el sector son los productos sanitarios, la aparición de nuevos procesos patológicos del sector como la Enteropatía Epizootica del Conejo (EEC) ha obligado a incrementar el consumo de medicamentos cuyos precios también han evolucionando al alza. El sistema actual de comercialización y formación de precios de referencia denota una cierta desunión del sector productor y consecuentemente su debilidad frente a la distribución. La concentración de la oferta junto con la firma de contratos verticales y una mayor presencia de las Organizaciones de Productores (OP's) debería mejorar la posición de la producción frente a la distribución. La industria de transformación manifiesta importantes deficiencias estructurales además de un exceso de capacidad productiva, que afectan la viabilidad global del sector. La tendencia, al igual que el sector productor, es evolucionar hacia una concentración de la actividad en grandes operadores, entre otros aspectos. Finalmente el consumo de carne de conejo en España ha descendido desde la década de los 90's en un 35%. Finalmente, la rápida evolución del sector desde el año 2010 en que se redactó el informe, muestra como la situación del sector, lejos de mejorar, ha empeorado al reducirse los márgenes económicos por el incremento de los insumos y los mayores costes de producción que no se han podido repercutir en el producto comercializado. Del año 2006 al 2012 el precio del pienso para conejos se ha incrementado cerca del 50% mientras el precio del conejo vivo se ha reducido en un 10% en dicho período, indicar que la mayor parte de estas evoluciones se han producido entre los años 2010-2012. Esta situación está descapitalizando las explotaciones y dificulta la realización de mejoras encaminadas a su modernización y en particular para reducir los costes de producción.

2.b) Iniciativas desarrolladas

En la ponencia presentada en el XXXVII Symposium de Asescu¹ se describió las iniciativas desarrolladas desde la presentación del Informe hasta la primavera de 2012.

Resumiendo: Una vez presentado, en Octubre 2011, el Informe de FOCCON al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), así como a los estamentos profesionales (sindicatos, organizaciones profesionales y otros interesados) se inició el desarrollo de una estrategia² para conducir al encaje del sector cunícola en la nueva PAC. Las principales actuaciones iniciales se centraron en la presentación del Informe de FOCCON, en las jornadas de la Federación de Asociaciones de Cunicultores de

Catalunya de noviembre 2011 (reseñadas en la revista "Cunicultura" de diciembre 2012), también la publicación de un resumen en el Boletín de Cunicultura³. En febrero 2012 tuvo lugar una reunión con técnicos del MAGRAMA, para coordinar las actuaciones. En marzo 2012, una delegación de FOCCON, integrada por los presidentes de CONACUN (Xavier Arriolabengoa) y MADECUN (Javier Gómez) y acompañados por los autores del Informe (Rafael Valls y Oriol Rafel), se desplazó a Bruselas para mantener una serie de contactos destinados a presentar la situación y propuestas del sector a los diferentes estamentos europeos. Con este objetivo se mantuvieron entrevistas con Euro parlamentarios españoles miembros de la comisión de agricultura (Sras. Esther Herranz García del PP, Iratxe García-Pérez del PSOE y Sr. Ramón Tremosa i Balcells (CiU) del Grupo Liberal). También con la consejera política del Copa-Cogeca Sra. Lucia Zitti y finalmente con el jefe de la Unidad de Productos Animales, junto con el jefe de sector de Carnes de la Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural de la Comisión (Sres. Luis Carazo Jiménez y Miguel García Navarro) interviniendo en representación del Director General.

3. La carrera de obstáculos

A partir de la primavera 2012, se presentaban tres líneas de actuación, a saber: el Estado Español, las interprofesionales de otros Estados miembros de la Unión y las Instituciones Europeas (básicamente el Parlamento Europeo y el Consejo Europeo). Veamos las tareas desarrolladas en cada una de ellas:

3.a) El Estado Español

Después de las reuniones mantenidas en Madrid con el MAGRAMA en otoño 2011 y febrero 2012 se organizó otra reunión en noviembre 2012 para presentar el balance del último año e insistir sobre la necesidad de actuar en la fase final de discusión política y parlamentaria. En aquel momento el MAGRAMA continuó manifestando su apoyo total al sector y a las iniciativas presentadas (básicamente las enmiendas al Parlamento Europeo). Mientras tanto, el MAGRAMA por su lado, proseguía las discusiones en el marco del Consejo de Ministros de la UE reunidos para la reforma de la PAC.

3.b) Las interprofesionales cunícolas europeas

En este caso, se desarrolló una persecución sin desmayo de la Interprofesional francesa, importante tanto por su relevancia cunícola, como por el hecho de que el ponente parlamentario del proyecto de reforma de la OCM (Mr. Dantin) es francés, como para lograr integración de dicha interprofesional en el proyecto. Tras varios intentos frustrados de reunión en Madrid y París, finalmente se logró contactar mediante una reunión del Copa-Cogeca que tuvo lugar en Bruselas en octubre 2012. Durante esta reunión del subgrupo de Conejos (englobado en el grupo de aves y huevos), hubo un apoyo unánime de los presentes al proyecto de integración del conejo en la PAC presentado por los representantes españoles, en particular por parte del grupo francés (Mr. Marinov), pero después dicho apoyo aparentemente no trascendió más allá de la reunión. Igualmente a través del Profesor Finzi se contactó con la Inter-profesional italiana igualmente sin repercusión. Muy diferente fue el resultado con la Inter-profesional Portuguesa que financió, por su cuenta, un estudio sobre su estrategia cunícola similar al Español y apoyando nuestros objetivos. Finalmente preparamos una carta (31.10.12) para el consejero político de varios sectores ganaderos incluyendo las aves, huevos y conejos del Copa-Cogeca destinada a los miembros del Grupo de aves y huevos pidiendo su apoyo para el sector cunícola. Tampoco esta iniciativa tuvo mayor éxito, por cuanto dicho grupo no reaccionó a la demanda de apoyo. Como conclusión no se tiene constancia de ninguna acción positiva de dichas interprofesiones en relación a la integración del sector en la reforma de la PAC. De todas formas, un avance importante, es que se ha abierto una vía de comunicación a nivel europeo, que en el futuro dará sus frutos.

3.c) Las instituciones Europeas

El Parlamento Europeo

Como fruto de los contactos mantenidos por FOCCON en Marzo 2012 con parlamentarios españoles de la Comisión de Agricultura, estos presentaron 14 enmiendas específicas destinadas a incluir el sector cunícola en la PAC. Estas enmiendas cubrían aquellos aspectos en que existían listas cerradas y en ellas no aparecía esta especie doméstica, a saber:

i) Para el proyecto de *reglamento de Pagos Directos*:

- Acceso a la posibilidad de obtener pagos directos acoplados (Artículo 38). (1 enmienda)

ii) Para el proyecto de *reglamento de nueva OCM*:

- Acceso a la intervención pública (artículo 10). (1 enmienda)
- Acceso a la posibilidad de beneficiar del almacenaje privado (artículo 16). (6 enmiendas)
- Acceso a las posibilidades de ajuste de la oferta por parte de las Organizaciones profesionales e Interprofesionales (artículo 112). (2 enmiendas)
- Acceso a las medidas de apoyo excepcional en el caso de la aparición de enfermedades animales (artículos 154 a 156). (2 enmiendas)
- Obligación de redacción de informes por la Comisión (artículo 158). (2 enmiendas)

Tras la publicación de las enmiendas (unas 7000) siguió un proceso de discusión de las mismas en el grupo agrícola (COMAGRI) alcanzándose finalmente, el 13 de marzo 2013, un acuerdo de compromiso de negociación del Plenario del Parlamento Europeo. A partir de aquí se inician las discusiones con el Consejo Europeo mediante un procedimiento inédito (es la primera vez que se aplica en el proceso de reforma de la PAC) de co-decisión. Durante esta etapa hemos mantenido contactos frecuentes con los asistentes parlamentarios y casi se logró (se malogró en la última votación de la COMAGRI de febrero 2013) la inclusión de las enmiendas sobre el almacenaje privado de conejo (aquí hay que mencionar la excelente defensa por parte de la Eurodiputada Sra. Esther Herranz que causó estupor, por su brillantez y entusiasmo, en el grupo agrícola) pero que al final (por falta de interés de los eurodiputados de otros estados y por razones acomodaticias de dejar las cosas tal cual) no logró entrar en el proyecto último de compromiso.

El Consejo de Ministros Europeo (integrado por los representantes de los Estados miembros)

Ha estado discutiendo el proyecto de reforma desde su presentación por la Comisión en octubre 2011 hasta el 19 marzo 2013 en que se alcanzó un acuerdo (25 Estados miembros a favor) de los 4 reglamentos principales de la PAC y que constituye el elemento negociador con el Parlamento y el Consejo. La negociación de las tres instituciones (trilogo) ha empezado el 11 de abril 2013. El objetivo es el de alcanzar un acuerdo antes de finales de junio 2013, en caso contrario probablemente habría que posponer el inicio de la reforma de la PAC a 2015.

Igualmente, ya ha habido, a principios de febrero 2013, un acuerdo político del Marco financiero plurianual (necesario para saber el montante de los fondos y por tanto qué acciones se podrán desarrollar) por parte del Consejo de la UE. De todas formas, este acuerdo, no ha sido aceptado por el Parlamento Europeo, que considera insuficientes los fondos previstos y que de acuerdo con el Tratado de Lisboa participa, por primera vez, como colegislador.

FOCCON ha procedido a un seguimiento de los avances mediante contactos directos informales con funcionarios de la Comisión y del Estado español.

4. Proyecciones de futuro

En esta carrera estimamos que FOCCON, ha conseguido un éxito remarcable, en efecto, el sector cunícola ha pasado de ser una producción ganadera totalmente desconocida a nivel oficial en las instancias europeas a formar parte de las discusiones agrícolas de la PAC. Si otros estados miembros o las ínter profesiones de estos estados (en particular las Francesas e Italianas, que suponen los mayores productores europeos), hubieran actuado de la forma que ha actuado FOCCON, con seguridad la situación del encaje del sector en la PAC sería muy diferente.

En el momento de redactar esta comunicación (abril 2013), la situación de las demandas del sector cunícola es la siguiente:

- en el *proyecto de reglamento de pagos directos*, la posibilidad de pagos directos acoplados y aplicados al sector cunícola, lo permitiría el proyecto del Parlamento (se suprime la lista cerrada y se amplía a todos los productos agrarios) no así la propuesta del Consejo, ni la posición conocida de la Comisión,

- en el proyecto de *nueva OCM única*, en el caso de las medidas de intervención y almacenaje privado, los 3 estamentos siguen con su propuesta de lista cerrada (excluyendo así el conejo), por lo que habría que descartarlas, no así con las medidas de ajuste de la oferta que se amplían a todos los sectores agrarios (incluyendo el sector cunícola), respecto a las medidas de crisis en casos de aparición de enfermedades, deberíamos confiar en la propuesta del Parlamento que manteniendo la lista cerrada, abre la puerta a una actuación de la Comisión si hiciera falta, y finalmente en el tema de Informes ninguna de las propuestas de negociación incluye la de examinar la situación del sector cunícola, por lo que habría que luchar (Estado Español) para lograrlo.

Cuando nos vamos acercando al final de la carrera, en donde ya no es posible una actuación de FOC-CON por cuanto las discusiones son a un muy alto nivel, conviene seguir insistiendo en las instancias que sí participan en la negociación, a saber:

a) Estado Español

Entendemos que ha llegado el momento de que el Estado Español, no solo acompañe la iniciativa de FOC-CON, sino que asuma un papel protagonista (tal como ha sucedido con otras producciones agrícolas o ganaderas) y teniendo en cuenta la situación del sector⁴ presione políticamente, en las próximas discusiones para que el conejo aparezca finalmente en la PAC. En estos momentos, cuando los temas ya están prácticamente cerrados, solo se nos ocurre insistir en la introducción, dentro del proyecto de reglamento de la OCM única (en el artículo 158), de la obligación por parte de la Comisión de realizar un informe sectorial en un plazo próximo (2-3 años de la aprobación del reglamento).

Un modelo de texto podría ser el siguiente: “La Comisión presentará al Parlamento Europeo y al Consejo: a más tardar el 31 de diciembre 2016, un informe sobre la situación del mercado en el sector de la carne de conejo, la evolución de su consumo y del número de explotaciones, en particular en el medio rural. Este informe, irá acompañado de las propuestas adecuadas.”

Con ello se lograría que, por primera vez aparezca la palabra conejo en la PAC y que a corto plazo las instituciones comunitarias entren en el conocimiento del sector, reconozcan sus problemas y propongan medidas de solución.

b) Interprofesionales

Aunque ya no podemos esperar el apoyo de las Interprofesiones Europeas en esta etapa de la negociación de la reforma de la PAC, entendemos que debemos proseguir las acciones de aproximación y coordinación, no solo a través del Copa-Cogeca dispuesto a apoyarnos, pero que sólo integra a una parte del sector (los sindicatos de productores y cooperativas), sino paralelamente y directamente Intercun (que engloba a todas las partes del sector cunícola y tiene medios y capacidad para lograrlo) que debería insistir y presionar a las otras interprofesionales europeas para la constitución de un grupo informal de contacto que a través de encuentros periódicos, además de la información mutua pudiera intervenir en la valorización o defensa del sector cuando la oportunidad o la necesidad así lo exigiera.

Notas

¹ La reforma de la PAC, ¿qué puede esperar la cunicultura de la UE? Estrategia de FOC-CON a favor del encaje del sector en la PAC. 37 Symposium de Cunicultura de Asescu Barbastro, 24 y 25 de mayo de 2012.

² Estrategias para una Cunicultura sostenible Consejo (Foccon, 2011).

³ Análisis de la situación del sector cunícola frente a la próxima PAC. Boletín de Cunicultura nº 168 febrero 2012.

⁴ Esperanza Orellana. Situación y perspectivas de los sectores ganaderos españoles, Agronegocios, 15-31 marzo 2013, pg. 11.

Análisis de la evolución de resultados de gestión técnica y precios de mercado

Technical management results and market price evolution in rabbit production

Pascual M.^{1*}, Serrano P.¹, Cartuche L.², Gómez E.A.¹

¹ Centro de Investigación y Tecnología Animal, IVIA, Apartado 187, 12400 Segorbe, España.

² Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universitat Politècnica de València, 46022 Valencia, España.

* Dirección de contacto: pascual_mde@gva.es

Resumen

El presente trabajo muestra los resultados medios de gestión técnica de una muestra de explotaciones españolas que utilizan el sistema de gestión **bdcuni** así como la evolución entre 2009 y 2012 y la correlación entre los precios corregidos por IPC de diferentes productos incluidos en la cadena de producción de la carne de conejo. En 2012, las explotaciones presentaron un porcentaje de palpaciones positivas y partos respecto a hembras de 80.5 y 75.8%. Las mortalidades en lactación y engorde fueron de 12.2 y 10.1%. El número de nacidos vivos, destetados, producidos y kg producidos por inseminación fue de 7.5, 6.5, 5.9 y 12.4, respectivamente, y el peso medio de venta a matadero fue de 2.073 kg de conejo vivo. El precio de la cebada, combustible y pienso aumentaron en un 72.7%, 39.2% y 26.7% respectivamente, mientras que el conejo vivo y el precio en destino disminuyeron en un 1.6% y un 14.2%. Se observaron altas correlaciones entre los precios de la cebada, el combustible y el pienso (entre 0.78 y 0.89). Estas variables no aparecieron correlacionadas con el precio de venta al matadero, pero sí estuvieron negativamente correlacionadas con el precio de venta al consumidor en destino (entre -0.72 y -0.80). El precio en matadero y el precio de venta al consumidor no parecían correlacionados. Estos resultados indican que el incremento de los costes de las materias primas de la producción de conejo no se ve reflejado en los ingresos de los cunicultores.

Palabras clave: conejo, gestión técnica, precios de mercado

Abstract

Technical management indicators and constant prices evolution and relations in rabbit meat production in Spain from 2009 to 2012 are presented. In 2012, rabbitries had 80.5% and 75.8% of positive palpations and kidlings with respect to females. Mortality during lactation and fattening were 12.2 and 10.1%. The number of born alive, weaned, produced and kg produced per insemination were 7.5, 6.5, 5.9 and 12.4, respectively, and the mean liveweight at slaughter was 2.073 kg. The barley, diesel and feed prices increased 72.7%, 39.2% and 26.7%, while the kg of rabbit alive and final price paid by the consumers decreased 1.6% and 14.2%. There was a positive correlation between the barley, diesel and feed prices (between 0.78 and 0.89). These products were not correlated to the price paid by the slaughterhouse to the farmer per kg of rabbit alive, but they presented negative correlations with the final price paid by the consumers. There was not correlation between the price paid to the farmer and the price paid by the consumers. These results suggested that the increase of the costs of some raw materials used in rabbit production were not finally reflected in the incomes of the farmers.

Key words: market prices, rabbit, technical management

Introducción

El sistema de gestión **bdcuni** dispone de resultados de gestión técnica en explotaciones españolas desde el año 2008. La información recogida mediante este sistema durante estos años se ha generado en un contexto de crisis global con una variación constante del precio de las materias primas que influyen en el precio del pienso. Estas variaciones no se han visto reflejadas ni en los ingresos que recibe el cunicultor por la venta de gazapos al matadero ni en el precio pagado por el consumidor en destino.

El objetivo del presente trabajo es presentar resultados de gestión técnica de los últimos años, estudiar la evolución del precio de diferentes ítems que intervienen en la cadena de producción y analizar la relación entre esos precios.

Material y métodos

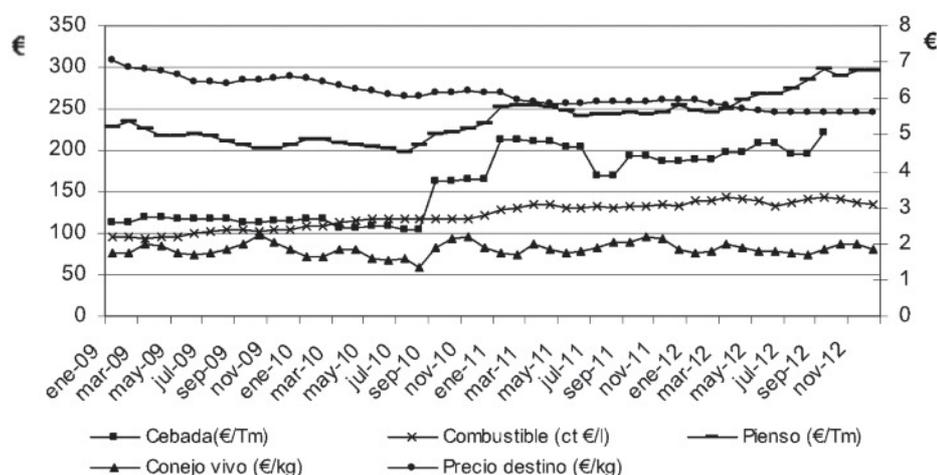
Los resultados de gestión técnica proceden del sistema de gestión técnica **bdcuni** (www.ivia.es/bdcuni) entre los años 2009 y 2012. Se analizaron los datos de un total de 51 explotaciones seleccionadas entre las que utilizan el sistema de recogida de datos por banda, y correspondientes a un total de 43305 hembras. Los precios de la cebada fueron estimados a partir de información publicada por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA, 2013). Los precios de combustible corresponden al precio del gasóleo automoción publicado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR, 2013). El precio del pienso corresponde al precio del pienso “Conejos de engorde super” publicado por Cooperativa de Avicultores y Ganaderos Valenciana (COAVRE, 2012). Los precios pagados por kg de conejo vivo al cunicultor corresponden a los precios medios de lonja publicados por la Asociación Española de Cunicultura (ASESCU, 2013). Por último, los precios en destino corresponden a los publicados por el Boletín Agrario (2013).

TABLA 1. Valores de resultados de gestión técnica de explotaciones pertenecientes a *bdcuni* entre 2009 y 2012.

| | Cebada | Combustible | Pienso | Conejo vivo |
|-----------------------|--------|-------------|--------|-------------|
| Combustible | 0.87* | | | |
| Pienso | 0.89* | 0.78* | | |
| Conejo vivo | 0.22 | 0.07 | 0.09 | |
| Precio destino | -0.80* | -0.95* | -0.72* | 0.00 |

* coeficiente de correlación diferente de 0 (P<0.05)

FIGURA 1. Evolución del precio de la cebada, combustible y pienso (eje izquierdo) y del precio del kg de conejo vivo al cunicultor y kg carne conejo al consumidor (eje derecho) corregidos por IPC desde 2009 hasta 2012.



Los precios fueron expresados como euros constantes a diciembre de 2012, corrigiendo por el Índice de Precios al Consumo (IPC) publicado por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2013).

Las correlaciones entre variables y el análisis de componentes principales se desarrollaron utilizando el paquete estadístico Statgraphics.

Resultados y discusión

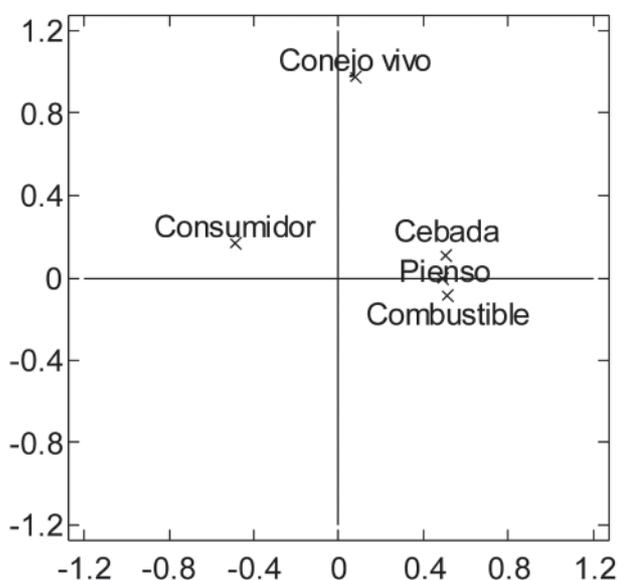
La Tabla 1 muestra los resultados de gestión técnica de una muestra de explotaciones de **bdcuni**. Los resultados estimados para 2012 se encuentran dentro del rango de los obtenidos entre 2009 y 2011. La Figura 1 muestra la evolución del precio de la cebada, del combustible, del pienso, del kg de conejo vivo en matadero y precio del kg de carne al consumidor desde el año 2009 hasta el 2012 en euros constantes. Entre 2009 y 2012, la cebada, el combustible y el pienso aumentaron en un 72.7%, 39.2% y 26.7% respectivamente, mientras que el conejo vivo y el precio en destino disminuyó en un 1.6% y un 14.2%. La Tabla 2 muestra las correlaciones entre estos precios. Existe una alta correlación entre el precio de la cebada, el precio del combustible y el precio del pienso de engorde (correlaciones entre 0.78 y 0.89). Sin embargo, las correlaciones entre estas materias primas y el kg de conejo vivo vendido a matadero fueron bajas, indicando que las variaciones en estas materias primas no se vieron reflejadas en los ingresos percibidos por el cunicultor al vender el conejo vivo. Este resultado puede ser una de las causas del bajo beneficio económico de los cunicultores, ya que se estima que en 2012 la alimentación supuso un

TABLA 2. Coeficientes de correlación entre los precios de la cebada, combustible, pienso, kg de conejo vivo al cunicultor y kg carne conejo al consumidor corregidos por IPC desde 2009 hasta 2012.

| | Cebada | Combustible | Pienso | Conejo vivo |
|----------------|--------|-------------|--------|-------------|
| Combustible | 0.87* | | | |
| Pienso | 0.89* | 0.78* | | |
| Conejo vivo | 0.22 | 0.07 | 0.09 | |
| Precio destino | -0.80* | -0.95* | -0.72* | 0.00 |

* coeficiente de correlación diferente de 0 (P<0.05)

FIGURA 2. Análisis de componentes principales en el que se muestra la relación entre los precios de la cebada, combustible, pienso, kg conejo vivo y kg carne conejo en destino corregidos por IPC desde 2009 hasta 2012.



56.5% del total de los costes de producción en una explotación tipo sin tener en cuenta el coste de la mano de obra y el coste de oportunidad (Cartuche *et al.*, 2013). Parece necesario que el incremento del precio del pienso se vea reflejado en un incremento de los ingresos del cunicultor. Se observa además que el precio en destino no estuvo correlacionado con el precio de venta del cunicultor en matadero, indicando que el precio de venta al consumidor estuvo regido por otros factores diferentes al precio del kg de conejo vivo.

Esta relación entre precios se confirma en el análisis de componentes principales que se muestra en la Figura 2. El precio de la cebada, combustible y pienso se encuentran en la misma zona de la figura, indicando que los precios estaban altamente correlacionados. A 180° se encuentra el precio de venta al consumidor, indicando que existe una correlación negativa entre el precio del pienso, combustible y cebada y el precio que pagaba el consumidor en destino. El precio del conejo vivo, que se encuentra a 90°, no muestra relación con ninguno de los otros precios.

En conclusión, el incremento de los costes de las materias primas no se ve reflejado en el incremento de los ingresos de los cunicultores, provocando así la disminución del beneficio económico y posible-mente el cierre de explotaciones cunícolas.

Agradecimientos

El trabajo ha estado parcialmente financiado por la Secretaría de Estado de I+D+i del Ministerio de Economía y Competitividad de España (PTA2011-5888-T).

Bibliografía

ASESCU. 2013. Evolución del precio medio del conejo en España. En: <http://www.asescu.com/servicios.php?func=mercado> (consultada 08/04/2013).

Boletín Agrario. 2013. Evolución de los precios de conejo de granja. En: <http://www.boletinagrario.com/ap-39,observatorio-precios,5.html> (consultada 08/04/2013).

Cartuche L., Pascual M., Gómez E.A., Blasco A. 2013. Modelización del Beneficio de producción en cunicultura. En: XV Jornadas de Producción Animal. Zaragoza, España.

COAVRE. 2012. Coavre tarifa de precios. En: <http://coavre.blogspot.com/> (consultado 03/012/2012).

INE. 2013. Cálculo de variaciones de Índice de Precios de Consumo (sistema IPC 2011). En: <http://www.ine.es/varipc/index.do> (consultada 08/04/2013).

MAGRAMA. 2013. Seguimiento de los mercados de cereales y soja. Campaña 2012/2013. En: http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/Informe_precios_septiembre_2012_tcm7-227105.pdf (consultada 08/04/2013).

MINETUR. 2013. Precios de carburantes y combustibles. En: <http://www.minetur.gob.es/energia/petroleo/Precios/Informes/InformesMensuales/Paginas/IndexInformesMensuales.aspx> (consultada 08/04/2013).

Evaluación de la eficiencia de la explotación mediante un índice de productividad de las conejas

Assessment of farm efficiency throughout a rabbit does productivity index

González-Redondo P.^{1*}, Crosta M.², Finzi A.²

¹ Departamento de Ciencias Agroforestales, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Universidad de Sevilla, 41013 Sevilla, España

² Centro Sperimentale Allevamenti Cunicoli Alternativi, Consorzio "Coniglio Verde Leprino di Viterbo", 01030 Vasanello (Viterbo), Italia

* Dirección de contacto: pedro@us.es

Resumen

Para afrontar el problema de la selección en unidades cunícolas pequeñas que no pueden utilizar híbridos industriales, en la década de 1980 se desarrolló un índice simple de selección global. Este índice, denominado Índice de Productividad Anual, se calcula mediante la fórmula: $IPa = \Sigma d / T \times 365$, donde: *IPa* es la estimación de la productividad anual de cada coneja, Σd es el total de gazapos destetados hasta cualquier destete y *T* son los días transcurridos entre la primera cubrición y el destete considerado. Con la finalidad de evaluar estrategias para el muestreo que permitan estimar el valor global del *IPa* se realizó un estudio utilizando las 591 fichas reproductivas de una granja industrial de Viterbo (Italia). El valor medio del *IPa* de la granja fue de 48,5 gazapos destetados por coneja y año. Los valores del *IPa* aumentaron rápidamente desde las conejas que se encontraban en el primer destete, pero se incrementaron más lentamente en conejas desde el tercer al último destete. El *IPa* de las conejas al quinto destete coincidió con el *IPa* medio de la granja. Un muestreo estratificado por órdenes de destete permitió estimar el valor medio del *IPa* de la granja con errores del 5 y del 10%, para un nivel de confianza del 95%, a partir de muestras de aproximadamente el 50 y 25%, respectivamente, del plantel reproductor. En la práctica, si el número disponible de registros al quinto destete no fuese suficiente se podría utilizar el valor obtenido al cuarto destete sumándole 2,5, o el del tercer destete más 4,0. En conclusión, el *IPa* se confirma como herramienta útil para medir fácilmente el nivel global de productividad de una granja, siendo factible un muestreo rápido y económico del índice.

Palabras clave: conejos, sistemas alternativos, gestión, productividad de la explotación

Abstract

To face the problem of selection in small rabbit keeping units that cannot use industrial hybrids, a simple global selection index was developed in the 1980's. This index, named Annual Productivity Index (*IPa*, according to the Italian language), is calculated as $IPa = \Sigma d / T \times 365$, where: *IPa* is the estimation of the annual productivity of each doe, Σd is the sum of kits weaned until any weaning, and *T* is the number of days between the first mating and the considered weaning. In order to evaluate sampling strategies that permit estimating the value of the *IPa*, an analysis was performed using the 591 doe cards of an industrial farm in Viterbo (Italy). Mean *IPa* value of the farm was 48.5 weaned rabbits per doe per year. The *IPa* values rose sharply for does from the first weaning, but increased more slowly for does from the third to the last weaning. Value of the *IPa* for does at fifth weaning coincided with the mean *IPa* of the farm. A stratified sampling by weaning orders allowed estimating mean *IPa* of the entire breeding herd with errors of 5 and 10%, for a confidence level of 95%, from samples consisting of approximately 50 and 25%, respectively, of the breeding herd. In practice, if the available number of records at the fifth weaning were not enough, it could be used the *IPa* value at fourth weaning by adding 2.5, or that of the third weaning by adding 4.0. In conclusion, the *IPa* is confirmed as a useful tool to easily and quickly measure the overall productivity level of a farm.

Key words: rabbits, alternative systems, management, on-farm performance

Introducción

En granjas cunícolas pequeñas que no pueden trabajar con híbridos hay que afrontar el problema de seleccionar para mantener un nivel aceptable de tasa de reproducción. Para abordar este problema, en la década de 1980 se desarrolló un índice de selección (Finzi *et al.*, 1997) que tenía que ser simple, eficiente y aceptado por los productores. Este índice fue utilizado para producir una nueva raza específicamente seleccionada para la cría al aire libre. La raza, denominada “Leprino de Viterbo” (ANCI-AIA, 2006), es criada hoy en día por una cooperativa de cunicultores en Italia (Conorzio Coniglio Verde, 2011). El índice, denominado Índice de Productividad Anual (IPa), se basa en el valor acumulado del número de gazapos destetados por coneja desde la primera cubrición al último destete. Con referencia a este valor es posible estimar la capacidad reproductiva referida al año por cada coneja. Este índice fue fácilmente adoptado a nivel de granja, lo que permitió la selección de las mejores conejas que destetaban más gazapos por unidad de tiempo, y sustituir rápidamente las peores. Así, era posible mantener un nivel medio aceptable de reproducción que se consideraba bueno, pero ampliamente variable, en torno a 40 gazapos destetados/coneja/año (González-Redondo *et al.*, 2008) en granjas alternativas, o un valor medio del IPa en torno a 50 gazapos destetados/coneja/año en granjas industriales (Finzi *et al.*, 2012). También se ha demostrado el valor predictivo del IPa de un determinado orden de destete para estimar la productividad de órdenes de destete sucesivos (Finzi *et al.*, 2012). En la práctica profesional muy a menudo el técnico no puede confiar en una estimación de la eficiencia productiva de la explotación cuando los cunicultores no tengan registros con datos técnicos. Pero, cuando exista registro de fichas de las reproductoras, se podría calcular la producción de la granja en el momento del análisis a través del cálculo del IPa de todas las conejas. El objetivo de este estudio es utilizar las fichas de una granja industrial para estimar el valor del IPa medio de la explotación a partir de una muestra de dichas fichas.

Material y métodos

Granja y animales experimentales

Se utilizaron datos de una granja de la provincia de Viterbo (Italia) que producía conejos híbridos de carne, integrada por 600 jaulas madre e instalaciones industriales consistentes en una nave estándar con sistema de ventilación dinámica y control de las condiciones ambientales. El manejo se caracterizaba por: bandas trisemanales; inseminación artificial 11 días después del parto; homogeneización del tamaño de camada tras el parto a 9 gazapos; destete a los 35 días; y sacrificio a las 11 semanas de edad con un peso vivo medio de 2,5 kg. En la alimentación de las conejas reproductoras se utilizó, *ad libitum*, un pienso granulado comercial (17% PB y 16% FB).

Datos registrados y diseño experimental

Los datos reproductivos incluyeron 591 fichas zootécnicas de conejas reproductoras que fueron procesados para calcular, para el último destete de cada coneja, un Índice de Productividad Anual (IPa) de acuerdo con la fórmula:

$$\text{IPa} = \Sigma d/T \times 365$$

donde: IPa es la estimación de la productividad anual de cada coneja, Σd es el total de gazapos destetados desde la primera cubrición hasta cualquier destete y T son los días pasados desde la primera cubrición hasta el destete considerado (Finzi *et al.*, 1997).

Dado que las camadas se homogeneizaron tras el parto mediante adopciones, se introdujeron correcciones en esta fórmula: a) cuando una coneja producía gazapos excedentes que eran adoptados por otras, la mitad del número de los gazapos adoptados se añadía al número de gazapos destetados de la coneja donante; b) cuando una coneja recibía gazapos en adopción, si el número de destetados era mayor que el de nacidos vivos se sumaba a éstos sólo la mitad de los excedentes respecto a dichos nacidos vivos. De hecho, los gazapos o sólo paridos o sólo amamantados por una coneja se consideraban equivalentes por razones prácticas y se estimaba que suponían para la coneja la mitad del esfuerzo biológico de gestación o de lactación, en comparación con los gazapos que eran tanto paridos como amamantados por la coneja.

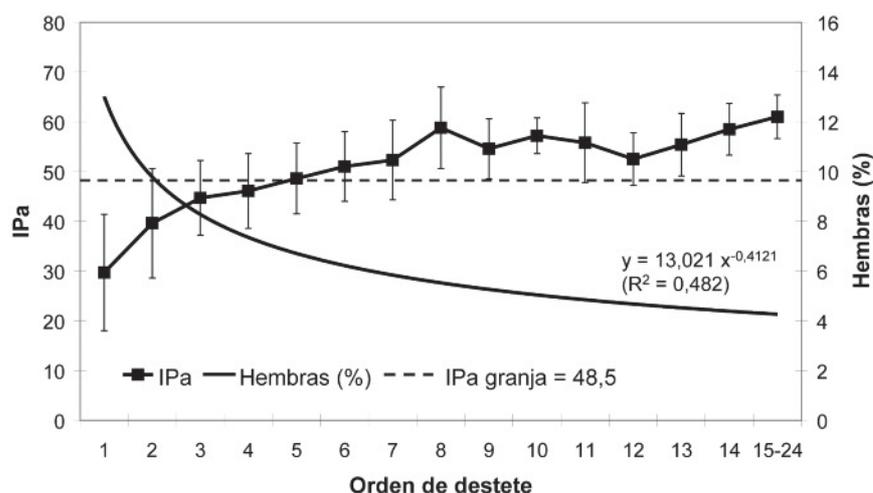
Análisis estadístico

Se calculó la media y desviación típica del valor del IPa actual de las conejas, para los órdenes de destete 1 al 14 independientemente, para los órdenes 15 al 24 agrupados y para el conjunto de la granja. Se ajustó una curva para predecir el porcentaje de hembras que se encontraban en cada orden de destete. Se realizó un análisis de la varianza de un factor y una prueba *post hoc* de comparaciones múltiples de Duncan para analizar las diferencias en los valores del IPa entre órdenes de destete diferentes. Para cada estrato constituido por las conejas de cada orden de destete, se calcularon pruebas t de Student que permitieron identificar la existencia de diferencias respecto al valor del IPa medio de la granja. Dichos análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS 15.0 (SPSS, Inc., 2006). Para analizar el tamaño de muestra adecuado para estimar los valores del IPa del conjunto de la granja, se utilizó el programa Win Episcope 2.0 (Thrusfield *et al.*, 2001), practicándose un muestreo estratificado por órdenes de destete y realizándose los cálculos para errores del 5 y del 10% con nivel de confianza del 95%.

Resultados y discusión

La Tabla 1 y Fig. 1 muestran el valor del IPa que presentaban las conejas de la granja al realizar el estudio, en función del orden de destete en que se encontraban. El valor medio actual del IPa de toda la granja fue 48,5 conejos destetados por coneja y año. Los valores del IPa variaron entre órdenes de destete, aumentando progresivamente con el orden del destete. Concretamente, el IPa medio aumentó considerablemente desde 29,7 conejos/hembra/año para conejas en el primer destete hasta 44,7 conejos/hembra/año para conejas en el tercer destete. El IPa medio de las conejas en el quinto destete (48,6 conejos/hembra/año) igualó ($P>0,05$) el valor del IPa medio de toda la granja (Tabla 1, Fig. 1). A partir de entonces los valores del IPa se incrementaron más gradualmente hasta alcanzar un promedio máximo de 61 conejos/hembra/año en las madres más longevas (destetes 15 a 24). Esta tasa de incremento, como se evidencia por la proporción decreciente de conejas que se encuentran en órdenes de destete superiores (Tabla 1, Fig. 1), dependía obviamente de la eliminación progresiva de las menos productivas. Los valores del IPa observados son acordes con los valores de productividad anual en términos de conejos producidos por hembra y año tanto en régimen intensivo (Ramon *et al.*, 2003; Xiccato y Trocino,

FIGURA 1. Valores del IPa (*media*±*DT*) y evolución curvilínea de la proporción de conejas en la granja para cada orden de destete (número de conejas=591).



2007; Serrano *et al.*, 2011) como en sistemas alternativos (González-Redondo *et al.*, 2008).

Los menores valores del IPa de los órdenes de destete iniciales y su mayor variabilidad (Tabla 1, Fig. 1) se deben a que las conejas más jóvenes tienen una menor y más ampliamente variable eficacia reproductiva (Rommers *et al.*, 1999), más problemas reproductivos, y son sometidas a una mayor tasa de reposición (Rommers *et al.*, 2006). De hecho, la mayor tasa de descarte de conejas reproductoras hasta el

tercer destete se ilustra en la Tabla 1 y Fig. 1, donde queda de manifiesto que la disminución porcentual de hembras que alcanzan un orden de destete respecto a las que han llegado al orden de destete precedente es más patente desde el orden de destete tercero. Por esta razón, la eficacia reproductiva se incrementa con el orden de parto y de destete (Xiccato *et al.*, 2004). También hay que considerar un efecto minorador de la formulación del índice IPa en los primeros órdenes de destete porque los valores de tiempo T son calculados desde el primer apareamiento, de manera que hasta el primer destete transcurre un tiempo proporcionalmente más largo que para los destetes sucesivos. Este efecto se reduce al progresar la carrera reproductiva de las conejas, al estar T en el denominador de la fórmula del IPa. Esta precisión se considera importante porque en la estimación del valor reproductivo de las conejas se introduce un factor que premia la longevidad. Pero la corrección sería simple: si la muestra al quinto destete no fuera suficiente, para una evaluación correcta del IPa bastaría añadir 2,5 al IPa del cuarto destete.

TABLA 1. Valor del IPa para cada orden de destete y tamaño de muestra necesario para estimar el valor del IPa, mediante muestreo estratificado por órdenes de destete, con errores relativos del 5 y 10% del valor medio del IPa (nivel de confianza 95%). Comparación entre el valor del IPa de las conejas de cada orden de destete y el IPa medio de toda la granja.

| Orden destete | Madres | | IPa, media ± DT (CV%) | Diferencia entre IPa de orden <i>i</i> e IPa medio de la granja (48,5) P | Muestra para 5% de error ¹ n (% del estrato) | Proporción del total muestreado (error 5%) | Muestra para 10% de error ¹ n (% del estrato) ¹ | Proporción del total muestreado (error 10%) |
|---------------|--------|-------|--------------------------------|--|---|--|---|---|
| | N | % | | | | | | |
| 1 | 80 | 13,5 | 29,7±11,7 ^a (39,4) | <0,001 | 61 (76,3) | 21,4 | 35 (43,8) | 26,7 |
| 2 | 64 | 10,8 | 39,6±11,0 ^b (27,8) | <0,001 | 42 (65,6) | 14,7 | 21 (32,8) | 16,0 |
| 3 | 51 | 8,6 | 44,7±7,5 ^c (16,8) | 0,001 | 24 (47,1) | 8,4 | 10 (19,6) | 7,6 |
| 4 | 44 | 7,4 | 46,1±7,5 ^c (16,3) | 0,039 | 22 (50,0) | 7,7 | 9 (20,5) | 6,9 |
| 5 | 35 | 5,9 | 48,6±7,1 ^{cd} (14,7) | 0,917 | 18 (51,4) | 6,3 | 7 (20,0) | 5,3 |
| 6 | 47 | 8,0 | 51,0±7,0 ^{de} (13,7) | 0,018 | 19 (40,4) | 6,7 | 7 (14,9) | 5,3 |
| 7 | 27 | 4,6 | 52,3±8,0 ^{cd} (15,3) | 0,022 | 16 (59,3) | 5,6 | 8 (29,6) | 6,1 |
| 8 | 32 | 5,4 | 58,8±8,2 ^{ab} (13,9) | <0,001 | 16 (50,0) | 5,6 | 7 (21,9) | 5,3 |
| 9 | 32 | 5,4 | 54,6±6,0 ^{bcd} (11,0) | <0,001 | 12 (37,5) | 4,2 | 5 (15,6) | 3,8 |
| 10 | 32 | 5,4 | 57,2±3,6 ^{ab} (6,3) | <0,001 | 6 (18,8) | 2,1 | 2 (6,3) | 1,5 |
| 11 | 15 | 2,5 | 55,8±8,0 ^{bc} (14,3) | 0,003 | 11 (73,3) | 3,9 | 6 (40,0) | 4,6 |
| 12 | 16 | 2,7 | 52,5±5,3 ^{cd} (10,1) | 0,010 | 9 (56,3) | 3,2 | 4 (25,0) | 3,1 |
| 13 | 25 | 4,2 | 55,4±6,3 ^{bc} (11,4) | <0,001 | 12 (48,0) | 4,2 | 5 (20) | 3,8 |
| 14 | 46 | 7,8 | 58,5±5,2 ^{ab} (8,9) | <0,001 | 10 (21,7) | 3,5 | 3 (6,5) | 2,3 |
| 15 a 24 | 45 | 7,6 | 61,0±4,4 ^a (7,2) | <0,001 | 7 (15,6) | 2,5 | 2 (4,4) | 1,5 |
| Total | 591 | 100,0 | 48,5±12,6 (25,9) | - | 285 (48,2) | 100,0 | 131 (22,2) | 100,0 |

te y 4,0 al IPa del tercer destete.

El análisis y diagnóstico del estado productivo de una explotación cunícola exige el mantenimiento de registros de producción actualizados, a partir de los cuales sea factible calcular índices técnicos en base a los que tomar decisiones de gestión (Serrano *et al.*, 2011). En ausencia de éstos, si hay fichas zootécnicas, es posible estimar la productividad de una granja mediante el muestreo de una parte de las conejas reproductoras y el cálculo subsiguiente de los valores. Esto permite economizar esfuerzo frente a la alternativa de calcular el IPa de toda la explotación, o bien posibilita realizar un diagnóstico rápido en ausencia de registros completos actualizados. Así, para un error relativo del 5% de los valores del IPa y realizando un muestreo estratificado, en una explotación mediana como la estudiada, con 591 reproductoras activas, bastaría calcular el IPa de una muestra de 285 conejas (48,2% del plantel). La muestra podría reducirse a sólo 131 conejas (22,2% del plantel) en el caso de que, por economía de muestreo, se esté dispuesto a asumir un 10% de error, en la estimación del IPa. Con excepción de las conejas de primer y segundo destete, cuyo IPa es muy variable por las razones discutidas, para un 5% de error la proporción de conejas a muestrear ronda el 50% en cada estrato de orden de destete. Análogamente, para el 10% de error dicha proporción ronda el 25% a partir del destete de orden tercero. Los errores del 10% también pueden considerarse aceptables cuando no sea necesario estimar la productividad exacta de la explotación, sino simplemente su nivel productivo para compararlo con el nivel productivo conocido de las granjas de la misma área.

En conclusión, el cunicultor o el técnico que asesora la granja pueden utilizar el cálculo del IPa para evaluar eficazmente la productividad de la explotación. Así, es factible realizar una estimación rápida y

con poco esfuerzo del valor medio del IPa de la explotación mediante su cálculo en una muestra de conejas.

Agradecimientos

Trabajo financiado con una Ayuda de Movilidad del IV Plan Propio de Investigación de la Universidad de Sevilla y una Ayuda para Estancias de Excelencia de la Convocatoria de Incentivos a Actividades de Carácter Científico y Técnico (Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa, Junta de Andalucía) concedidas a Pedro González-Redondo.

Bibliografía

- ANCI-AIA. 2006. Norme tecniche del libro genealogico e del registro anagrafico della specie cunicola. ANCI, Roma, Italia.
- Consorzio Coniglio Verde. 2011. <http://coniglioverdeviterbo.com>
- Finzi A., Margarit R., Macchioni P. 1997. Utilización del germoplasma de diferentes razas de conejos para producir una cepa sintética adaptada al clima mediterráneo. En: XXII Symposium de Cunicultura, ASESCU. Gran Canaria, España, 4 pp.
- González-Redondo P., Negretti P., Finzi A. 2008. Analysis of the efficiency and the reproductive seasonality of an alternative rabbit keeping system. En: 9th World Rabbit Congress. Verona, Italia, pp. 1.545-1.549.
- Ramon J., Rafel O., Piles M. 2003. GTE 2001. Resultados de gestión en España. Boletín de Cunicultura, 130:13-15.
- Rommers J.M., Kemp B., Meijerhof R., Noordhuizen J.P.T.M. 1999. Rearing management of rabbit does: a review. World Rabbit Sci., 7:125-138.
- Rommers J.M., Maertens L., Kemp B. 2006. New perspectives in rearing systems for rabbit does. En: Maertens L., Coudert P. (Eds.). Recent advances in rabbit sciences. ILVO, Melle, Bélgica, pp. 39-51.
- Serrano P., Pascual M., Gómez E.A. 2011. Informe de resultados de gestión técnica con bdcuni 2010. En: Proc. XXXVII Symposium de Cunicultura, ASESCU. Peñíscola, España, pp. 55-57.
- SPSS Inc. 2006. Manual del usuario de SPSS Base 15.0. SPSS Inc., Chicago. EE.UU.
- Thrusfield M., Ortega C., De Blas I., Noordhuizen J.P., Frankena K. 2001. WIN EPISCOPE 2.0: improved epidemiological software for veterinary medicine. Veterinary Record, 148:567-572.
- Xiccato G., Trocino A., Sartori A., Queaque P.I. 2004. Effect of parity order and litter weaning age on the performance and body energy balance of rabbit does. Livest. Prod. Sci., 85:239-251.
- Xiccato G., Trocino A. 2007. Italia, un sistema de producción cunícola integrado. En: II Congreso Ibérico de Cunicultura, ASESCU-APEZ. Vila Real, Portugal, pp. 175-184.

Caracterización del marketing en Internet de las granjas cinegéticas comerciales españolas de conejo de monte

Characterisation of Internet marketing of wild rabbit commercial game farms in Spain

González-Redondo P.1*, Finzi A.2

¹Departamento de Ciencias Agroforestales, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Universidad de Sevilla, 41013 Sevilla, España

²Centro Sperimentale Allevamenti Cunicoli Alternativi, Consorzio "Coniglio Verde Leprino di Viterbo", 01030 Vasanello (Viterbo), Italia

* Dirección de contacto: pedro@us.es

Resumen

Se realizó un análisis de las páginas web de las granjas cinegéticas comerciales españolas de conejo de monte, como herramienta de marketing. Se encontraron 16 páginas, representando sólo el 6,4% de las explotaciones registradas. El 87,5% es localizable realizando una búsqueda con el motor Google mediante palabras clave específicas. El 43,8% están incluidas en portales cinegéticos relevantes. Se caracterizan por presentar suficiente información para la identificación, contacto y acceso a la granja, pero sólo la mitad reflejan la imagen corporativa de la empresa. La mitad de las páginas no permiten deducir el régimen de explotación de los conejos reproductores (en jaula o en cercados). Sólo en el 6,3% de las páginas se indica la subespecie de conejo producida. La mitad de las páginas informan de que la granja suministra los conejos vacunados. Sólo en el 18,8% de las páginas web se indica el precio de los conejos de monte. La cuarta parte de las páginas web especifican el ámbito geográfico en el que las granjas distribuyen la producción, y el 56,3% ofrecen al cliente servicio de transporte de los conejos. En dos tercios de las páginas se indica que la granja produce otras especies cinegéticas. En conclusión, el subsector puede mejorar el uso de las páginas web como herramienta de marketing, lo que permitiría ganar ventaja competitiva en el mercado de los conejos silvestres para repoblación en un contexto de competencia creciente.

Palabras clave: conejo de monte, granja cinegética, marketing, página web

Abstract

An analysis, as marketing tool, of the websites of the commercial wild rabbit game farms in Spain was carried out. Sixteen web sites were found, representing only 6.3% of the registered farms. An 87.5% is reachable in a search with Google by using specific keywords. A 43.8% are included in relevant hunting portals. They provide sufficient information to identify, contact and access to the farm, but only half reflect the corporate identity of the company. Half of the websites do not allow deducing the breeding system of rabbits (in cages or in pens). Only 6.3% of the websites indicate the subspecies of rabbit raised. Half of websites report that the farm supplies vaccinated rabbits. Only 18.8% of the websites report the price of wild rabbits. A quarter of websites specify the geographic area in which the farm distributes its production, and 56.3% offer customer transportation service for the rabbits. In two thirds of the pages it is indicated that the farm also produces other game species. In conclusion, the subsector can improve the use of websites as a marketing tool, which could allow farms to gain competitive advantage in the market for restocking wild rabbits in a context of increasing competition.

Key words: wild rabbit, game farm, marketing, website

Introducción

La aparición de la enfermedad hemorrágica vírica en 1988 originó la demanda de conejos de monte para repoblación, que hasta entonces no era necesaria porque la población cunícola silvestre era abundante y con equilibrio entre la reproducción, la predación y las capturas (González-Redondo, 2006). Como consecuencia, a partir de entonces comenzó la fundación de granjas cinegéticas productoras de esta especie, generándose un subsector alternativo que, pese a su juventud, se puede considerar consolidado y maduro (González-Redondo y Sánchez-Martínez, 2011). De hecho, entre 2007 y 2012 el número de granjas de conejo de monte registradas en España se ha más que duplicado, pasando de 115 a 251 (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2012). Esta proliferación de granjas cinegéticas de conejo de monte, unida al posible impacto de la crisis económica en la reducción de inversiones en gestión cinegética (Asociación de Criadores y Actividades Cinegéticas Turísticas Andaluzas, 2009), pueden estar generando una competencia creciente en cuyo contexto cada granja necesita diferenciarse del resto para ganar ventaja competitiva. Para lograrlo, entre las distintas herramientas de marketing a disposición de las empresas se encuentran las páginas web corporativas. De hecho, el 38,1% de 21 granjas cinegéticas comerciales españolas de conejo de monte encuestadas en 2009 en un estudio de caracterización sectorial mantenían una web propia (González-Redondo y Sánchez-Martínez, 2011). En este contexto, el objetivo de este trabajo es caracterizar las páginas webs de las granjas cinegéticas de conejo de monte en España como herramienta de marketing, con el fin de detectar ámbitos de mejora de las mismas.

Material y métodos

La búsqueda de páginas webs de granjas cinegéticas de conejo de monte se realizó en marzo de 2013 utilizando el motor de búsqueda <http://www.google.es>, incluyendo solo explotaciones comerciales (n=16) ubicadas en España. Los criterios de búsqueda fueron las palabras clave: granja, cinegética, conejo de monte, conejo silvestre, conill de bosc (en catalán), coello bravo (en gallego), repoblación y criadero. Además se incluyeron otras páginas web de las que se tuvo conocimiento por otras vías. Para determinar la proporción de páginas web incluidas en portales cinegéticos, se buscó en los siguientes: <http://www.cazarhoy.com>, <http://cazaworld.com>, <http://www.centralcaza.com>, <http://www.elcotodecaza.com>, <http://www.perrosycazadores.com> y <http://www.tuperdizroja.com>. Se analizó la proporción de páginas web que contenían los elementos e información relacionados con las características de la granja y de su página web indicados en la Tabla 1 y con variables del marketing mix (producto, precio, distribución y promoción; Caldentey *et al.*, 1987) indicados en la Tablas 2.

Resultados y discusión

Se encontraron 16 páginas webs funcionales de granjas cinegéticas comerciales que producen conejos de monte. Representan sólo un 6,4% de las explotaciones registradas, lo que revela una muy baja implantación de esta herramienta de marketing en el subsector. La Tabla 1 muestra la información relacionada con la identidad y características de la granja contenida en dichas páginas web, así como sobre la calidad de las propias páginas web.

Entre el contenido que permite identificar la explotación (Tabla 1), cabe resaltar que menos de la mitad de las páginas web contienen información sobre el propietario o gestor de la granja. Puede considerarse una proporción baja en un contexto en el que las relaciones de confianza y el conocimiento de los agentes que operan en el sector son característicos del ámbito cinegético. Respecto a la información orientada a la comunicación de los potenciales clientes con la explotación (Tabla 1), destaca que una cuarta parte de las páginas web no indican un correo electrónico de contacto. Por otra parte, dos tercios de las granjas incluyen en sus páginas web corporativas las instrucciones e indicaciones para acceder a ellas (mapa de localización, coordenadas geográficas o recorrido por carretera). En conjunto, se puede afirmar que contactar con las explotaciones y acceder a ellas a través de dicha información es fácil para los potenciales clientes.

En cuanto a los contenidos relacionados con la visibilidad e imagen de las granjas cinegéticas como empresa (Tabla 1), sorprende en primer lugar que sólo en la mitad de las páginas web se incluye un logotipo, bien porque en algunos casos la empresa no dispone de uno, bien porque en otros se omite su inclusión en la página web. Esto puede constituir una debilidad para la adecuada transmisión y consoli-

TABLA 1. Información contenida en las páginas web de las granjas cinegéticas comerciales de conejo de monte en España, y características de las mismas (n=16).

| Variable | % |
|---|-------|
| Identificación | |
| Denominación de la granja | 100,0 |
| Localidad de ubicación | 93,8 |
| Identidad del propietario o gestor | 43,8 |
| Accesibilidad a la granja | |
| Teléfono de contacto | 100,0 |
| Correo electrónico de contacto | 75,0 |
| Domicilio | 62,5 |
| Localización geográfica (mapa, coordenadas o recorrido por carretera) | 62,5 |
| Visibilidad y transparencia de la granja | |
| Identidad corporativa (logotipo o imagen de marca) | 50,0 |
| Historia de la granja | 56,3 |
| Número de registro de explotación | 18,8 |
| Calificación sanitaria frente a mixomatosis y enfermedad hemorrágica vírica | 6,3 |
| Tipo de instalaciones de reproducción: | |
| - Jaulas | 25,0 |
| - Cercados | 25,0 |
| - No se indica | 50,0 |
| Fotografías de los conejos | 75,0 |
| Fotografías de las instalaciones | 56,3 |
| Visita virtual o galería fotográfica | 43,8 |
| Calidad y accesibilidad de la página web | |
| Página localizable mediante búsqueda con Google | 87,5 |
| Incluida en portales cinegéticos | 43,8 |
| Página web con calidad profesional | 81,3 |
| Formulario de solicitud de información | 56,3 |
| Página con contenido en más de un idioma | 18,8 |
| Información complementaria para el visitante | |
| Nociones sobre bioecología del conejo de monte | 18,8 |
| Recomendaciones sobre el transporte de los conejos de monte | 6,3 |
| Recomendaciones sobre técnicas de repoblación | 12,5 |
| Enlaces a páginas relacionadas con la materia | 50 |

dación de la imagen de marca de la granja entre la clientela. En el mismo sentido, poco más de la mitad de las páginas web incluyen algún apunte sobre el origen y la historia de la explotación (Tabla 1).

En un contexto en el que se insiste desde estamentos oficiales y gestores cinegéticos en el hecho de adquirir conejos de monte procedentes sólo de explotaciones legalmente registradas y que cumplan todos los requisitos exigidos por la Administración, en lugar de en criaderos no registrados, sorprende que menos del 20% de las granjas cinegéticas productoras de esta especie indiquen en su página web el número de registro de explotación (Tabla 1), cuando es obvio que disponen de él. Análogamente, poco más del 6% de las páginas web indican la calificación sanitaria de la granja frente a mixomatosis y enfermedad hemorrágica vírica (Tabla 1), cuando el Real Decreto 1547/2004 sobre ordenación de las explotaciones cunícolas exige que los animales que se empleen para repoblaciones en el medio natural deberán proceder de explotaciones calificadas al menos como indemnes de mixomatosis y enfermedad hemorrágica vírica (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2004). La simple inclusión en la página web tanto del número de registro de explotación como de la calificación sanitaria permitiría mejorar la imagen de la granja y la confianza de eventuales clientes.

La mitad de las páginas web consultadas no informan sobre el sistema de alojamiento de los conejos reproductores (Tabla 1). En el resto de las páginas web, la visita a las mismas permite deducir que la mitad de las granjas alojan los reproductores en jaulas y la otra mitad en cercados. El estudio de caracterización mencionado (González-Redondo y Sánchez-Martínez, 2011) ya ilustró que en torno a tres cuartas partes de las granjas comerciales alojan los reproductores en jaula. Del mismo modo, tres cuartas partes de las explotaciones incluyen fotografías de los animales producidos y en torno a la mitad contienen fo-

tografías o vídeos de las instalaciones, o apartado para la visita virtual (bien mediante vídeos, bien mediante fotografías). Estas informaciones son relevantes porque, de entre los posibles sistemas de producción de conejos de monte, parte de los gestores cinegéticos y potenciales clientes suelen preferir los conejos producidos en sistemas extensivos más afines al hábitat natural del conejo, por correlacionarse con una mayor calidad cinegética de los animales y una mejor adaptación al campo tras la suelta (Díez Valle y Pérez Garrido, 2003; González-Redondo, 2006).

Respecto a la accesibilidad a las páginas web, cerca de un 13% no aparecieron al realizar una búsqueda con Google usando las palabras clave indicadas en Material y métodos (Tabla 1). Menos de la mitad, por otra parte, están incluidas en los directorios de granjas de los portales cinegéticos rastreados (Tabla 1). Ambas circunstancias implican una pérdida de potenciales clientes. Por otra parte, más de las tres cuartas partes de las páginas webs son de calidad profesional desde el punto de vista informático (Tabla 1), mientras que el resto son muy elementales o bien están alojadas en páginas web de otras instituciones. Poco más de la mitad de las páginas web cuentan con un formulario de solicitud de información. Menos del 20% ofrecen su contenido en algún otro idioma además del español. En este caso, los idiomas adicionales encontrados son catalán y francés, por existir exportaciones de conejos al país vecino.

La Tabla 2 muestra el contenido de las páginas web relacionado con las cuatro variables clásicas del marketing mix (Caldentey *et al.*, 1987). Respecto a la información sobre los productos de la granja, cabe destacar que sólo poco más del 6% de las granjas indican en su página web corporativa la subespecie de conejo que producen. La inclusión de dicha información sería útil si se tiene en cuenta que en la Península Ibérica se encuentran presentes, con distintas áreas de distribución, las dos subespecies reconocidas del conejo silvestre (*Oryctolagus cuniculus cuniculus* y *O. c. algirus*; Branco *et al.*, 2000), y que es recomendable que los gestores cinegéticos repueblen con una u otra en función de la ubicación del coto de destino. De todas maneras, posiblemente sean pocas las granjas que hayan determinado, mediante análisis genéticos, la subespecie que producen. Por otra parte, más de la mitad de las páginas webs consultadas hacen mención expresa a la calidad y pureza genética de los conejos que producen con la finalidad de transmitir confianza a los potenciales clientes, ya que es conocido que en ocasiones algunos criaderos han recurrido a la práctica prohibida del mestizaje del conejo doméstico con el silvestre para facilitar el manejo y aumentar la productividad (González-Redondo, 2006). Relacionado también con las características del producto, y en especial en lo relativo a su calidad cinegética, más de la mitad de las páginas webs aluden a la calidad sanitaria de los animales, imprescindible para no introducir problemas en las poblaciones presentes en el coto. Igualmente, menos del 20% de las granjas informan en su página web sobre las características de la alimentación recibida por los conejos, aspecto también clave para asegurar la viabilidad de las repoblaciones a través de una salvaguarda de la adaptabilidad de los animales al alimento natural presente en el campo. Un 50% de las granjas incluyen información relacionada con el sistema de cría utilizado en la producción de los animales, cuestión que puede permitir a los potenciales clientes informados, hacerse una idea de la calidad cinegética de los conejos.

También relacionado con las características del producto, la mitad de las granjas informan en sus páginas web de que suministran los conejos vacunados contra mixomatosis y contra enfermedad hemorrágica vírica (Tabla 2), bien de motu propio o bien a demanda del cliente. Alguna explotación, por otro lado, hace mención en su página web a la falta de unanimidad entre la comunidad científica acerca de la utilidad o conveniencia de vacunar los conejos para suelta, práctica que está muy difundida por achársele en buena medida el declive poblacional a las enfermedades (Díez Valle y Pérez Garrido, 2003). Una cuarta parte de las páginas webs informan de la proporción de sexos de los conejos suministrados o de la posibilidad de suministrar la proporción deseada por el cliente, dado que a la hora de repoblar puede preferirse una sex-ratio concreta (Díez Valle y Pérez Garrido, 2003). Menos del 20% de las granjas informan de la posibilidad de suministrar los conejos marcados, medida que permite realizar un seguimiento de la eficacia de la repoblación a través del recuento de animales que, después de la suelta, son cazados o se encuentran muertos. También menos del 20% de las granjas cinegéticas informan en su página web de la oferta de tipos de conejos diferenciados, pudiendo ser por general animales procedentes de la cría en cautividad y animales procedentes de la captura en vivo en el campo. Cerca de un tercio de las granjas ofrecen en sus páginas webs productos relacionados, como majanos artificiales y otros equipos para realizar repoblaciones. Finalmente, dos tercios de las granjas ofrecen en sus páginas webs otras especies cinegéticas (perdices rojas, faisanes, codornices y liebres) y, en un caso, conejos y cobayas como mascotas. Esta proporción es algo mayor que el casi 20% de las granjas comerciales de conejo de monte que, según el estudio de caracterización mencionado (González-Redondo y Sánchez-

Martínez, 2011), producían también otras especies cinegéticas. La producción de varias especies cinegéticas en una misma granja es frecuente por tener un mismo mercado dirigido a los cotos con estilo de gestión cinegética artificializado basada en la repoblación (González-Redondo, 1999).

TABLA 2. Contenido relacionado con variables de marketing mix incluido en las páginas web de las granjas cinegéticas comerciales de conejo de monte en España (n=16).

| | |
|---|------|
| Variables de marketing relacionadas con el producto ofrecido | |
| Subespecie de conejo producida | 6,3 |
| Calidad genética de los conejos producidos | 56,3 |
| Calidad sanitaria de los conejos producidos | 56,3 |
| Alimentación recibida por los conejos | 18,8 |
| Sistema de cría seguido en la granja | 50,0 |
| Venden conejos vacunados | 50,0 |
| Venden conejos sexados | 25,0 |
| Venden conejos identificados | 18,8 |
| Tipos diferenciados de conejos que venden ¹ | 18,8 |
| Vende productos diferentes al conejo de monte | 31,3 |
| Producción de otras especies animales | 62,5 |
| Variables de marketing relacionadas con el precio | |
| Precio de los conejos | 18,8 |
| Ofertas relacionadas la venta de conejos por lotes | 12,5 |
| Variables de marketing relacionadas con la distribución | |
| Ámbito geográfico en el que distribuyen los conejos | 25,0 |
| Periodos de disponibilidad de conejos durante el año | 31,3 |
| Ofrecen servicio de transporte de los conejos | 56,3 |
| Realiza o asesora la repoblación en el coto del cliente | 31,3 |
| Condiciones de venta y suministro de los conejos | 37,5 |
| Variables de marketing relacionadas con la promoción | |
| Se permiten visitas a la granja | 18,8 |
| Referencias de clientes satisfechos | 12,5 |
| Mención a clientes singulares | 12,5 |
| Premios recibidos | 6,3 |

La escasa proporción de páginas web que informan sobre el precio y las ofertas de animales (Tabla 2) se relaciona con la estacionalidad de la producción (González-Redondo, 2006), con la eventual variabilidad del precio y con la necesidad de actualizar regularmente las páginas web.

Respecto a la información relacionada con la distribución (Tabla 2), otra de las cuatro variables clásicas del marketing mix, la cuarta parte de las granjas informan en sus páginas webs del ámbito geográfico en el que comercializan los conejos de monte. Esto incluye la advertencia de algunas explotaciones acerca de que limitan el área de distribución al territorio peninsular, extensivo en casos a las Islas Baleares. Cabe señalar que el estudio de caracterización ya mencionado revela que tres cuartas partes de las granjas comercializan en todo el territorio español (González-Redondo y Sánchez-Martínez, 2011). En otros casos las páginas web informan de la exportación de conejos de monte a Portugal y sur de Europa (principalmente Francia), países vecinos donde también se caza el conejo silvestre. De hecho, el estudio de caracterización mencionado revela que un tercio de las granjas habían exportado conejos de monte en alguna ocasión (González-Redondo y Sánchez-Martínez, 2011). Menos de un tercio de las páginas web informan de la época de disponibilidad de los conejos durante el año, cuestión útil para los clientes dada la estacionalidad de la reproducción que caracteriza a la especie (González-Redondo, 2006), y porque la demanda fluctúa en función de las épocas más recomendables para la suelta. Por otra parte, las condiciones de venta y suministro de los conejos están especificadas en algo menos del 40% de las páginas web consultadas.

La escasa proporción de explotaciones cuya página web informa sobre cómo transportar los conejos de monte desde la granja al coto se debe (Tabla 2), en parte, a que es una operación delicada por la naturaleza estresable de este animal que, de realizarse inadecuadamente, causa bajas y deteriora la supervivencia de los conejos (González-Redondo, 1995). Es una de las razones por las que más de la mitad de las páginas web se indica que se ofrecen a los clientes servicio de transporte de los animales, con medios propios o mediante mensajería especializada. Otro motivo es por los requisitos que están obli-

gados a cumplir los transportistas de animales (Consejo de la Unión Europea, 2005), para lo que muchos clientes no están habilitados. Relacionado con esto, varias granjas advierten en sus páginas webs de que no se responsabilizan de las bajas causadas durante el transporte que se realice por cuenta del cliente. Según el estudio sectorial ya mencionado (González-Redondo y Sánchez-Martínez, 2011), más del 85% de las granjas ofrecían a los clientes servicio de transporte de los conejos. También es escasa la proporción de páginas webs que informan sobre cómo repoblar con esta especie (12,5%), y menos de un tercio de las explotaciones mencionan en sus páginas web que proporcionen a la clientela servicios de realización de las repoblaciones o asesoramiento al respecto. De hecho, en el estudio de caracterización mencionado, dicha proporción apenas alcanza el 15% (González-Redondo y Sánchez-Martínez, 2011). La escasa prestación de este servicio puede estar relacionada con el hecho de que no existe unanimidad sobre los procedimientos a seguir en las repoblaciones, que tienen viabilidad muy variable, ya que dependen de las características de cada coto de caza y de la problemática específica que genera la necesidad o la decisión de repoblar.

Por otra parte, es muy escasa la proporción de páginas web que incluyen referencias de clientes satisfechos, premios recibidos o mencionan que abastecen a clientes singulares (investigadores, etc.) (Tabla 2), cuestiones que redundan en la creación de una fama positiva de la explotación. Otra práctica que también contribuye a generar confianza entre los potenciales clientes es que se permitan visitas a la granja, cuestión mencionada expresamente en cerca del 20% de las páginas web consultadas. Es una proporción relativamente elevada si se tiene en cuenta la tradicional reticencia de los criadores cinegéticos a recibir visitas, en parte debido a lo estresable de los animales silvestres.

Son pocas las granjas cinegéticas que ofrecen en sus páginas web información complementaria a la anteriormente analizada (Tabla 1). Menos del 20% incluyen nociones sobre la bioecología de la especie, orientada a satisfacer la demanda de información sobre la misma y su gestión cinegética suscitada en las dos últimas décadas. Finalmente, la mitad de las páginas consultadas incluyen enlaces a otras páginas webs relacionadas con la materia (otras empresas cinegéticas, cotos de caza, portales, blogs, etc.).

En conclusión, muy pocas granjas cinegéticas productoras de conejo de monte tienen una página web corporativa. En un contexto en el que las comunicaciones y el comercio mediante Internet están incorporados a la actividad empresarial, este subsector tiene un amplio recorrido para mejorar el uso de dichas páginas web como herramienta de marketing. El estudio sugiere que dichas mejoras deberían orientarse principalmente a la transmisión de una imagen corporativa diferenciada de la competencia y a la mejora de la transparencia y de la calidad de la información sobre las características del producto ofrecido al sector cinegético. De esta manera, las páginas web bien elaboradas y gestionadas permitirán a las granjas cinegéticas ganar ventaja competitiva en el mercado de los conejos silvestres para repoblación en un contexto de competencia creciente.

Bibliografía

- Asociación de Criadores y Actividades Cinegéticas Turísticas Andaluzas. 2009. Informe del estado actual de la cabaña de especies cinegéticas criadas en cautividad en Andalucía. <http://www.acacta.com/uploads/20090323iNFORME%20DEL%20IMPACTO%20DE%20LA%20CRISIS%20EN%20LAS%20G.C.%20ANDALUZAS.pdf>
- Branco M., Ferrand N., Monnerot M. 2000. Phylogeography of the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in the Iberian Peninsula inferred from RFLP analysis of the cytochrome b gene. *Heredity*, 85:307-317.
- Caldentey P., Haro T., Titos A., Briz J. 1987. Marketing Agrario. Mundi-Prensa, Madrid.
- Consejo de la Unión Europea. 2005. Reglamento (CE) nº 1/2005 del Consejo, de 22 de diciembre de 2004, relativo a la protección de los animales durante el transporte y las operaciones conexas y por el que se modifican las Directivas 64/432/CEE y 93/119/CE y el Reglamento (CE) nº 1255/97. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L3:1-44.
- Díez Valle C., Pérez Garrido J.A. 2003. El conejo de monte, pasado, presente y futuro. *Mundo Ganadero*, 160:80-85.

González-Redondo P. 1995. Expedición y transporte de conejos de monte para repoblación cinegética. *Boletín de Cunicultura*, 79:48-50.

González-Redondo P. 1999. Marketing y comercialización de la producción en las granjas cinegéticas de perdiz roja. *Selecciones Avícolas*, 41:494-508.

González-Redondo P. 2006. Cría en cautividad de conejos de monte. *Cunicultura*, 181:151-161.

González-Redondo P., Sánchez-Martínez R. 2011. Caracterización sectorial de las granjas cinegéticas comerciales de conejo de monte en España. *En: II Cong Int sobre el Conejo de Monte*, Toledo, España, pp. 51-51.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2012. El sector de la carne de conejo en cifras. Accesible en: http://www.magrama.gob.es/app/vocwai/documentos/Adjuntos_AreaPublica/INDICADORES%20ECON%3%93MICOS%20SECTOR%20CUN%3%8DCOLA%202011.pdf

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2004. Real Decreto 1547/2004, de 25 de junio, por el que se establecen normas de ordenación de las explotaciones cunícolas. *Boletín Oficial del Estado*, 154:23.472-23.479.

Características de las explotaciones de conejo de monte en el norte de Portugal

Characteristics of wild rabbit farms in Northern Portugal

Pinheiro V.^{1,2*}, Outor-Monteiro D.^{1,2}, Mourão J.L.^{1,2}, Oliveira J.^{1,3}

¹UTAD, ²CECAV - Departamento de Zootecnia, Apt. 1013, 5000-911 Vila Real, Portugal.

³EPAMAC, Escola Profissional de Agricultura e Desenvolvimento Rural do Marco Canaveses, Portugal.

* Dirección de contacto: vpinheir@utad.pt

Resumen

El estudio se realizó con el fin de caracterizar la cría del conejo de monte en cautiverio, estudiando el área, estructura, gestión y productividad, en 69 explotaciones del norte de Portugal en el año de 2010. Fueron encuestados criadores o sus gestores. Las 69 explotaciones, eran de tres tipos, teniendo en cuenta la legislación que regula el sector portugués; cercados, explotaciones particulares y explotaciones asociativas. De las 69 explotaciones, 14 eran cercados (20,3%), 24 explotaciones particulares (34,8%) y 31 explotaciones asociativas (44,9%). Los cercados tenían 4.500 m² de área media, 14 animales reproductores y producían unos 50 conejos por año (2,2 por hembra). Las explotaciones particulares tenían en media 30.290m², 112 animales reproductores y producían anualmente 244 conejos (1,3 por hembra y año). Las explotaciones asociativas tenían 14.300m², 23 reproductores y producían 113 conejos (3,4 por hembra y año). La mayor parte de la producción de las explotaciones se vende para repoblación de zonas de caza. Hay una enorme diferencia entre el potencial productivo de las explotaciones encuestadas (cerca de 26.500 conejos año) y la producción verificada (10.000 conejos año), pues muchas explotaciones presentaban problemas de manejo, ubicación y equipamientos.

Palabras clave: conejo silvestre, explotaciones, características, norte de Portugal

Abstract

The study was conducted in order to characterize the captive rearing of wild rabbits, studying the area, structure, management and productivity of farms in northern of Portugal during the year 2010. Data collection involved face-to-face questionnaire to owners or their taskmasters in 69 farms. Farms were divided into three types, according to the Portuguese legislation; not licensed farms, licensed private farms and licensed associative farms. In the 69 farms there was 14 not licensed farms, (20.3%), 24 private farms (34.8%) and 31 associative farms (44.9%). The not licensed farms had 4500 m², 14 breeding animals and produced about 50 rabbits per year (2.2 per female). The licensed private farms had in 30290 m², 112 breeders and produced annually 244 rabbits (only 1.3 per female and year). Associative farms had 14300 m², 23 breeders and produced 113 rabbits/year (3.4 per female). The majority of farm production is sold for restocking hunting areas. There is a huge difference between the productive potential of these farms (about 26,500 rabbits year) and the production observed (10,000 rabbit year) due to management problems, location and facilities of many farms.

Key words: wild rabbit, farms, characteristics, northern of Portugal

Introdução

O coelho bravo (*Oryctolagus cuniculus algirus*) é uma espécie originária da Península Ibérica e com uma função chave nos ecossistemas mediterrânicos, sendo presa de diversas espécies predadoras. Devido à sua abundância e facilidade de captura, o coelho foi durante muito tempo uma fonte de alimento importante para as pessoas do meio rural e a mais importante espécie cinegética em Portugal. A regressão do coelho bravo ocorrida nas últimas décadas (Alves e Ferreira, 2002; Gonçalves, 2010) é um dos

maiores riscos para a conservação da natureza em Portugal e Espanha pelo que ele representa na cadeia trófica de numerosas espécies. O coelho-bravo sofreu uma regressão massiva nas últimas décadas devido a uma complexa combinação de factores como doenças, predação e caça excessiva bem como perda e fragmentação do seu habitat (Costa, 2004; Calvete *et al.*, 2005; Virgós *et al.*, 2005). Outrora muito abundante em toda a ibéria, sofreu um declínio importante nas últimas duas décadas do sec. XX e traduziu-se em graves problemas de conservação para muitas espécies predadoras. Reverter o declínio do coelho-bravo é um dos maiores desafios para a conservação da natureza (González, 2003), embora não tenham ainda sido encontradas técnicas bem-sucedidas para a sua recuperação. Uma das principais medidas de gestão cinegética associada ao coelho-bravo, implementada para inverter o seu declínio, foram os repovoamentos e a possibilidade de criação em cativeiro regulados pela Portaria nº 466, de 8 de Maio de 2011.

O trabalho visa contribuir para um conhecimento mais exacto da realidade das explorações de criação de coelho bravo em cativeiro, localizadas na região Norte de Portugal.

Material e métodos

As explorações de criação de coelho bravo, em termos de estudo deste trabalho, foram classificadas em três tipos, de acordo com a sua categoria e o seu regime jurídico: 1) os cercados, que são explorações sem alvará pertencentes a detentores de zonas de caça; 2) explorações com alvará pertencentes a Zonas de Caça Associativa (explorações associativas) e 3) explorações com alvará pertencentes a criadores particulares (explorações particulares). O alvará é um documento que é fornecido ao criador quando todos os requisitos técnicos e legais de uma exploração se verificarem e que autoriza a criação do coelho bravo em cativeiro, sendo emitido pela Autoridade Florestal Nacional, após parecer da Direcção Geral de Veterinária.

Os cercados gozam de um regime especial, sendo dispensados deste procedimento. O trabalho realizou-se em toda a região norte de Portugal que corresponde à área territorial da Autoridade Nacional Florestal (Figura 1). A recolha de dados foi efectuada através de inquéritos directos aos criadores ou responsáveis pelas explorações cinegéticas e foi realizada entre Março e Julho de 2010. Foram inquiridas as 69 explorações registadas à data na região em estudo.

Figura 1. Região de estudo.



O inquérito era composto por diferentes partes, procurando caracterizar a exploração nomeadamente a identificação dos proprietários/gestores das explorações e registo do seu perfil (idade, sexo e habilitações literárias), as características da exploração (localização, a data de instalação, forma de financiamento, capacidade produtiva) a sua estrutura (áreas dos diferentes sectores da exploração, tipo de vegetação existentes, sistemas de captura e abrigos), o maneo (alimentação, o maneo reprodutivo e as medidas profiláticas), a existência de registos de dados da exploração, o destino dos animais produzidos

e o grau de satisfação dos proprietários. Os dados obtidos não foram sujeitos a qualquer análise estatística, tendo sido determinados apenas valores médios e percentagens relativas para os parâmetros analisados.

Resultados e discussão

Os resultados obtidos após o tratamento dos inquéritos são apresentados nas tabelas 1, 2 e 3. Da análise dos dados fornecidos pelas entidades e da inquirição directa às explorações, verificamos que na região em estudo, existiam à data da realização do trabalho, sessenta e nove explorações cinegéticas. Destas explorações, 14 eram cercados (20% do total), 24 pertenciam a criadores particulares (35%) e 31 a associações de caçadores (45%).

Verificamos que o número de explorações aumentou consideravelmente a partir de 2005 (Tabela 1), sendo no período de 2006-2010 que se registou o maior aumento. Considerando o total das explorações, verificamos que no período de 2006-2010 foram implantadas em toda a região da AFN-Norte, 45% das explorações, sendo 72% dos cercados e 58% dos criadores particulares, correspondendo a 13 explorações, mais de metade do número total (24).

Tabela 1. Tipos de explorações cinegéticas de coelho bravo no norte de Portugal e seu ano de instalação

| | Cercado | Exploração Particular | Exploração Associativa | Total das explorações |
|---------------------------|----------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| tipo de exploração | 14 (20%) | 24 (35%) | 31 (45%) | 69 |
| data instalação | | | | |
| <1990 | 0 | 0 | 7 | 3 |
| 1991-1995 | 7 | 5 | 12 | 9 |
| 1996-2000 | 0 | 15 | 26 | 16 |
| 2001-2005 | 21 | 22 | 29 | 28 |
| 2006-2010 | 72 | 58 | 26 | 44 |

O número médio mais elevado de animais reprodutores pertence aos criadores particulares, com uma média de 112 por exploração, tendo os cercados o valor médio mais baixo (14) e as explorações associativas têm em média 23 reprodutores. Foi numa exploração particular que se encontrou o maior número de reprodutores (800) e no cercado o valor mais baixo (7 reprodutores). A relação macho/fêmea mais elevada foi observada nos criadores particulares (0,41) e a mais baixa (0,35) nas explorações associativas (Tabela 2).

Tabela 2. Dimensão e efectivos das explorações cinegéticas de coelho bravo no norte de Portugal.

| | Cercado | Exploração Particular | Exploração Associativa | Total das explorações |
|------------------------------------|---------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| reprodutores | | | | |
| Total | 141 | 2673 | 726 | 3540 |
| Média | 14 | 112 | 23 | 54 |
| Máximo | 40 | 840 | 96 | 840 |
| Mínimo | 7 | 8 | 8 | 7 |
| Relação M/F | 0,38 (1/2,84) | 0,41 (1/2,43) | 0,3 (1/3,33) | 0,35 (2,85) |
| dimensão da exploração | | | | |
| Área total (ha) | 6,3 (5%) | 72,7 (59%) | 44,3 (36%) | 12,3 |
| Área média (m ²) | 4500 | 30290 | 14300 | |
| 1 parque | 43 | 25 | 32 | 32 |
| 2 parques | 21 | 29 | 23 | 27 |
| 3 parques | 21 | 54 | 39 | 39 |
| 4 parques | 14 | 4 | 7 | 1 |
| produção de coelhos por ano | | | | |
| Total | 700 (7%) | 5800 (58%) | 3500 (35%) | 10000 |
| Média | 50 | 244 | 113 | |
| Ano e fêmea | 2,2 | 1,3 | 3,4 | |

As explorações apresentavam áreas muito diversificadas, por vezes independente da dimensão dos núcleos reprodutores e da sua capacidade reprodutiva (Tabela 2). A área total de todas as explorações, de toda a região em estudo, era de 123,3 ha. Os catorze cercados, com uma área média de 4500m² e uma área total de 63000m², tinham a menor área correspondendo a 5% da área total das explorações. As trinta e uma explorações associativas com alvará, com uma área total de 443280m² e média de 14300m², correspondiam a 36% da área total das explorações. As vinte e quatro explorações dos criadores particulares com alvará com uma área total de 727000m², correspondente a 59% área total das explorações, são a maior fracção desta área e aquelas que têm também a área média maior (30290m²). A maioria dos cercados tinha a área total dividida em um ou dois parques e a maioria das explorações particulares e de associativas têm 2 ou 3 parques, o que permite um melhor maneio da exploração.

As explorações analisadas tinham um total de 3540 reprodutores (Tabela 2). Se considerarmos uma relação indicada de cerca de 1 macho/3 fêmeas deveriam existir cerca 2620 fêmeas reprodutoras, o que considerando a produção de 10 coelhos por fêmea e ano dará potencialmente uma produção de 26200 coelhos/ano. Comparando estes dados com os expressos dos resultados dos inquéritos (Tabela 2), verificamos uma grande discrepância, o que foi também referido por Gonçalves (2010). Na inquirição apurámos que apenas são produzidos cerca de 10000 coelhos/ano, o que evidencia um mau desempenho em termos de funcionalidade. Do total de 10000 coelhos produzidos por ano, só 700 (7%) correspondem aos catorze cercados, as explorações associativas produzem 3500 coelhos por ano, correspondendo a 35% da produção total, e os criadores particulares produzem o maior número de coelhos, 5800 coelhos, correspondendo a 58% da produção total por ano. Evidencia-se, para cada um destes tipos de explorações, a semelhança entre a percentagem da área em função do total e a percentagem dos coelhos produzidos em função do total de coelhos.

A alimentação nas explorações de coelho bravo inquiridas consistia em alimento concentrado, mistura de sementes, feno ou fornecimento de forragem em verde, para além da vegetação ou pastagem espontânea dos próprios parques (Tabela 3). A obtenção de alimento através da pastagem era representativa, utilizava-se em sessenta explorações, representando 87% do alimento à disposição dos animais (Tabela 3). A mistura de sementes era usada em 57% das explorações, mantendo-se esta tendência nos três tipos de explorações. O concentrado era usado regularmente em 38% das explorações, mas tinha um valor mais baixo nos cercados (14%) do que explorações particulares (46%). O feno apresentou uma distribuição quase homogénea pelos três tipos de explorações e o corte de forragem em verde para administrar dentro da exploração observou-se em cerca 30% das explorações.

Relativamente a medidas sanitárias, verificou-se a prática da vacinação e desparasitação nalgumas explorações, embora não com a regularidade devida e ainda ausente num número significativo (Tabela 3). A vacinação das duas principais doenças víricas (mixomatose e doença hemorrágica viral), era realizada em 59% das explorações, sendo a aplicação inferior nos cercados. As desparasitações ocorriam com menor frequência (48% das explorações) do que as vacinações, sendo também os cercados onde eram menos aplicadas. A periodicidade com que mais ocorriam as vacinações e as desparasitações era de duas vezes por ano.

Tabela 3. Tipo de alimentação e profilaxia sanitária das explorações cinegéticas de coelho bravo no norte de Portugal (%).

| | Cercado | Exploração Particular | Exploração Associativa | Média das explorações |
|-----------------------|---------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Alimentação | | | | |
| Concentrado | 14 | 46 | 42 | 38 |
| Mistura de Sementes | 57 | 54 | 58 | 57 |
| Pastagem | 100 | 88 | 81 | 87 |
| Feno | 57 | 50 | 42 | 48 |
| Erva verde | 21 | 25 | 39 | 30 |
| Profilaxia | | | | |
| Vacina Mixomatose | 43 | 46 | 77 | 59 |
| Vacina DVH | 43 | 46 | 77 | 59 |
| Combinada | 0 | 29 | 29 | 23 |
| Desparasitação | 36 | 58 | 45 | 48 |

A realização do trabalho só foi possível com a colaboração de todos os proprietários e ou responsáveis das explorações, aos quais fica o nosso sincero agradecimento.

Bibliografia

Alves P.C., Ferreira C. 2004. *Determinação da abundância relativa das populações de coelho-bravo (Oryctolagus cuniculus algirus) em Portugal Continental*. Relatório final ao abrigo do Protocolo de Colaboração no âmbito do projecto "Revisão do Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal". CI-BIO-UP/ICN, Porto, Portugal. 32 pg.

Calvete C., Angulo E., Estrada R., Moreno, S., Villafuerte R. 2005. Quarantine length and survival of translocated European wild rabbits. *J. Wildl. Manage.*, 69(3):1063-1072.

Costa E. 2004. *Avaliação da situação demográfica e identificação de medidas de conservação do coelho-bravo (Oryctolagus cuniculus) no Parque Natural do Douro Internacional*. Ed. Parque Natural do Douro Internacional. Mogadouro, Portugal, 25 pg.

Gonçalves A. 2010. *Criação de Coelho-Bravo em Cativeiro (Oryctolagus cuniculus algirus)*. Relatório de Estágio. Licenciatura em Engenharia dos Recursos Florestais. Escola Superior Agrária de Coimbra. Portugal.

González J., 2003. *Revisión de las actuaciones para el fomento de las poblaciones del conejo de monte*. 1^{er} Informe anual. Dirección General de Conservación en España del Ministério de Medio Ambiente. Tragsa, Novembro 2003.

Virgós E., Cabezas-Díaz S., Lozano J. 2005. El declive del conejo en España: evidencias a partir de las estadísticas de caza". *Quercus*, 236:16-20.

NUTRICIÓN

- **Efecto del enriquecimiento en omega 3 del pienso sobre los resultados zootécnicos de conejos de crecimiento**

Colin M., Varella E., Camino T., Prigent A.Y.

- **Variaciones del comportamiento alimentario de conejas y gazapos lactantes según el alojamiento**

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

- **Efecto de la suplementación de enzimas sobre la composición de la canal y la excreción de nitrógeno en conejos en crecimiento**

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

- **Efecto del nivel de fibra soluble y treonina sobre los rendimientos productivos y digestión de gazapos tras el destete**

Castillo C., Saiz A., Garcia A.I., Menoyo D., Garcia J., Carabaño R.

- **Efecto de la suplementación con arginina y glutamina sobre el rendimiento de las conejas y sus camadas durante las cinco primeras lactaciones**

Delgado R., Abad R., El Abed N., Menoyo D., Nicodemus N., García J., Carabaño R.

- **Efecto de las fracciones soluble e insoluble de la pulpa de remolacha sobre la microbiota ileal y cecal de gazapos tras el destete**

El Abed N., Badiola I., Pérez de Rozas A., González J., Menoyo D., Carabaño R., García J.

- **Evaluación de la suplementación con SANACORE EN en el periodo de cebo de gazapo**

Mora F.X., Gifra, J.

- **El uso de diferentes tipos de orujo de aceituna en dietas para conejos en engorde. Efecto sobre el crecimiento y el desarrollo visceral**

Pinheiro V., Pinto A.; Outor-Monteiro D., Portela I., Mourão J.L.

Efecto del enriquecimiento en omega 3 del pienso sobre los resultados zootécnicos de conejos en crecimiento

Effect of the increase of the omega 3 level of the feed on the zootechnical results of the growing-finishing rabbits

Colin M.^{1*}, Camino Callarisa A.², Varella E.², Chesneau G.³, Guillevic M.³, Prigent A.Y.⁴, Teillet B.¹

¹ Cesan, Coat Izella, 29830 Ploudalmézeau, Francia.

² Tecnovit, Pol Ind Les Sorts, 43365 Alforja (Tarragona), España.

³ Valorex, La Messayais, 35210 Combourtillé, Francia.

⁴ EARL 3L, Coat Izella, 29830 Ploudalmézeau, Francia.

* Dirección de contacto: copri@wanadoo.fr

Resumen

El efecto del pienso omega 3 mejora los resultados zootécnicos (mortalidad, peso, consumo de pienso, índice de conversión) de los conejos en crecimiento estudiados en las dos siguientes pruebas de 1825 conejos (36 días de vida). Se compararon tres tipos de pienso, el grupo control con un nivel bajo de omega 3 (0,07%), los otros dos con 0,61% de omega 3 aportado con semillas de lino extrusionadas (Tradi-lin®) o con semillas de colza. En general la mortalidad se reduce significativamente por el aumento de omega 3 en los piensos y este efecto es superior con Tradi-lin® comparado con la semilla de colza. La incorporación del Tradi-lin® en el pienso de los conejos es consecuentemente un componente importante en los programas destinados a reducir o eliminar el uso de antibióticos en la producción de conejos. Al mismo tiempo, cuando el nivel de omega 3 del pienso aumenta, el consumo disminuye y el índice de conversión mejora. En estas dos pruebas, se nota un bajo crecimiento con las dietas que contienen un alto nivel de omega 3, en contradicción con observaciones previas.

Palabras clave: conejos, lípidos, omega 3, ácido alfa linolénico, lino, colza

Abstract

The effects of the feed omega 3 increase on the zootechnical results (mortality, weight, feed intake, feed conversion ratio) of growing-finishing rabbits have been studied in 2 following experimentations involving 1825 "36 days old rabbits". 3 feeds were compared, the control one with a low omega 3 level (0.07%), the 2 other ones with 0.61% of omega 3 brought either by the extruded flax seed (Tradi-lin®) or by rape seeds. Globally, the mortality is highly significantly decreased by the increase of the omega 3 level in the feed and this effect is higher with Tradi-lin® compared to rape seed. The incorporation of Tradi-lin® in the rabbit feed is consequently an important component of the programs destined to reduce or to eliminate the use of antibiotics in rabbit production. In the same time, when the omega 3 level of the feed increases, the feed intake is decreased and the feed conversion ratio is improved. In these 2 experimentations, a lower growth has been noted with the diets containing high omega 3 level, in contradiction with previous observations.

Key words: rabbit, lipids, omega 3, alfa linolenic acid, flax, rape

Introducción

En trabajos precedentes (Colin *et al.*, 2012, 2011), demostramos el interés de enriquecer el pienso con omega 3 mediante la incorporación de semillas de lino extrusionadas (Tradi-lin®). Sin embargo, las consecuencias zootécnicas de dicho enriquecimiento en omega 3 solamente han sido objeto de un número

limitado de publicaciones (Colin *et al.*, 2012). El presente trabajo consiste en estudiar estos efectos del enriquecimiento en omega 3 mediante el aporte de lino extrusionado. Por otro lado, la semilla de lino aporta no solamente ácido alfa-linolénico sino también sustancias susceptibles de presentar un efecto sobre los resultados zootécnicos de los animales como son los lignanos y los mucilagos (Colin *et al.*, 2012). El incremento de los niveles de omega 3 del pienso se ha llevado a cabo incorporando Tradi-lin® o incorporando semilla de colza extrusionada con el fin de distinguir los efectos específicos de los omega 3 y los efectos del resto de componentes del lino.

Material y métodos

Los experimentos se realizaron en el Ploudalmézeau EARL 3L (Francia). 1825 conejos de 36 días de vida, de genética Hyplus se dividieron en 3 grupos, un grupo testigo que recibe un pienso con solo 0.07% de omega 3 y 2 grupos que reciben piensos enriquecidos con omega 3 (0.61%) proveniente del lino (Grupo Tradi-lin®) o proveniente de la semilla de colza entera (Grupo colza) (véase Tabla 1).

TABLA 1. Presentación de pruebas.

| | Prueba 1 | Prueba 2 | Total |
|----------------------|--------------------------------|----------------------|-------|
| Fecha de realización | Diciembre 2010 - Enero 2011 | Mayo - Junio 2011 | |
| Número de jaulas | 205 | 160 | 365 |
| Número de conejos | 1.02 | 799 | 1.82 |

Alimentación

La formulación de los piensos producidos por COPRI SARL se describe en la Tabla 2.

TABLA 2. Fórmulas de los piensos experimentales.

| | TESTIGO | TRADI-LIN® | COLZA |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|
| GIRASOL | 34.00 | 31.74 | 27.70 |
| PULPA DE REMOLACHA | 26.40 | 27.30 | 21.34 |
| AVENA | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| OMEGABALANCE | | 3.00 | |
| SEMILLA DE COLZA | | | 13.00 |
| CONCENTRADO CONEJO 15% | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| ARBOCEL | 1.90 | 1.96 | 5.96 |
| PAJA COLZA | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| OLIFAT | 5.70 | 4.00 | |
| TOTAL | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| HUMEDAD | 10.6 | 10.7 | 10.9 |
| PROTEINA | 16.0 | 16.0 | 16.0 |
| MATERIA GRASA | 6.4 | 6.1 | 7.7 |
| CELULOSA | 18.8 | 18.8 | 20.5 |
| CENIZAS | 9.4 | 9.3 | 8.2 |
| CALCIO | 1.69 | 1.60 | 1.32 |
| FOSFORO | 0.54 | 0.53 | 0.56 |
| LISINA | 0.83 | 0.83 | 0.85 |
| METIONINA + CISTINA | 0.66 | 0.66 | 0.68 |
| ED | 2 450 | 2 450 | 2 475 |
| ALMIDON | 5.2 | 5.2 | 5.1 |
| FND | 37.5 | 36.6 | 38.0 |
| FAD | 22.2 | 22.3 | 24.2 |
| LIGNINA | 5.6 | 5.7 | 6.6 |
| AC LINOLEICO | 1.13 | 1.14 | 1.85 |
| ACIDO OLEICO | 3.56 | 2.79 | 1.32 |
| OMEGA 3 | 0.07 | 0.61 | 0.61 |
| OMEGA 6 / OMEGA 3 | 15.5 | 1.9 | 3.0 |

La granja EARL 3L no utiliza ningún antibiótico desde 2003. Los conejos son alimentados según un plan de alimentación ya publicado (Colin *et al.*, 2010a).

Criterios medidos

Las mortalidades son registradas diariamente. Los conejos son pesados al destete, a los 36 días, a los 56 días y a los 70 días con el fin de determinar los pesos y las velocidades de crecimiento. Los consumos de pienso son medidos globalmente para el conjunto del lote con el fin de obtener el consumo medio por conejo y el índice de consumo técnico y económico.

Análisis estadísticos

Las mortalidades son analizadas al mismo tiempo por un test Chi2 y por análisis de varianza asignando el valor 1 a los conejos muertos y el valor 0 a los conejos vivos (Colin *et al.*, 2007). El peso y la ganancia de peso son estudiados por análisis de varianza. Además de un análisis global de resultados, se estudia el contraste omega 3, es decir, los resultados obtenidos con el pienso testigo se comparan con los 2 tratamientos donde el pienso es enriquecido en omega 3 así como con los contrastes Tradi-lin® versus testigo y Tradi-lin® versus semilla de colza.

Resultados y discusión

Mortalidad

La mortalidad en la prueba 1 es normal (7,8%) mientras que el nivel de mortalidad en la prueba 2 es anormalmente elevada (21,9%) debido a un incidente sanitario ocurrido en maternidad y que probablemente debilitó a los gazapos (Tabla 3). Podemos así, estudiar los efectos de un incremento del nivel de omega 3 en pienso en situaciones normales y en situaciones de debilidad.

TABLA 3. Resultados de mortalidad.

| TRATAMIENTOS | TESTIGO | TRADI-LIN® | COLZA | TOTAL | P | P Oméga 3 | P Tradilin / Testigo | P Tradilin / colza |
|----------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|----------------------------|--------------------------|
| NÚMERO DE GAZAPOS | | | | | | | | |
| 35 DIAS | Prueba 1 | 342 | 342 | 342 | 1 026 | | | |
| | Prueba 2 | 259 | 265 | 275 | 799 | | | |
| | TOTAL | 601 | 607 | 617 | 1 825 | | | |
| 55 DIAS | Prueba 1 | 326 | 325 | 331 | 982 | | | |
| | Prueba 2 | 222 | 238 | 240 | 700 | | | |
| | TOTAL | 548 | 563 | 571 | 1 682 | | | |
| 69 DIAS | Prueba 1 | 306 | 320 | 323 | 949 | | | |
| | Prueba 2 | 204 | 224 | 218 | 646 | | | |
| | TOTAL | 510 | 544 | 541 | 1 595 | | | |
| NÚMERO DE GAZAPOS MUERTOS | | | | | | | | |
| 35 -55 DIAS | Prueba 1 | 16 | 17 | 11 | 44 | 0.49 | 0.67 | 0.86 |
| | Prueba 2 | 37 | 27 | 35 | 99 | 0.40 | 0.29 | 0.26 |
| | TOTAL | 53 | 44 | 46 | 143 | 0.57 | 0.29 | 0.34 |
| 55 - 69 DIAS | Prueba 1 | 20 | 5 | 8 | 33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | Prueba 2 | 18 | 14 | 22 | 54 | 0.47 | 0.89 | 0.44 |
| | TOTAL | 38 | 19 | 30 | 87 | 0.04 | 0.03 | 0.01 |
| 35 - 69 DIAS | Prueba 1 | 36 | 22 | 19 | 77 | 0.04 | 0.01 | 0.07 |
| | Prueba 2 | 55 | 41 | 57 | 153 | 0.24 | 0.35 | 0.12 |
| | TOTAL | 91 | 63 | 76 | 230 | 0.06 | 0.03 | 0.02 |
| MORTALIDAD (%) | | | | | | | | |
| 35 -55 DIAS | Prueba 1 | 4.9 | 5.2 | 3.3 | 4.5 | 0.48 | 0.47 | 0.86 |
| | Prueba 2 | 16.7 | 11.3 | 14.6 | 14.1 | 0.36 | 0.26 | 0.15 |
| | TOTAL | 9.7 | 7.8 | 8.1 | 8.5 | 0.54 | 0.27 | 0.31 |
| 55 - 69 DIAS | Prueba 1 | 6.1 | 1.5 | 2.4 | 3.4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | Prueba 2 | 8.1 | 5.9 | 9.2 | 7.7 | 0.45 | 0.88 | 0.43 |
| | TOTAL | 6.9 | 3.4 | 5.3 | 5.2 | 0.03 | 0.03 | 0.01 |
| 35 - 69 DIAS | Prueba 1 | 11.0 | 6.8 | 5.7 | 7.8 | 0.03 | 0.00 | 0.05 |
| | Prueba 2 | 24.8 | 17.2 | 23.8 | 21.9 | 0.18 | 0.30 | 0.09 |
| | TOTAL | 16.6 | 11.2 | 13.3 | 13.7 | 0.04 | 0.02 | 0.01 |

El aumento de la tasa de omega 3 en el pienso disminuye la mortalidad en las 2 pruebas, resultando significativamente alta en la primera prueba y en el conjunto de las 2 pruebas, no significativamente en la segunda. El contraste testigo - Tradi-lin® es igualmente significativamente alto en la primera prueba así como en el conjunto de datos y al límite de la significación estadística en la segunda prueba (P =

0.009). Las disminuciones de mortalidad asociadas a un aumento de tasa de omega 3 del pienso son más importantes cuando el omega 3 es aportado por Tradi-lin® que cuando proviene de la semilla de colza sobre todo en el periodo de acabado, la diferencia se encuentra en el límite de la significación estadística (P = 0.11).

Estos resultados muestran que el enriquecimiento del pienso en omega 3 disminuye la mortalidad probablemente debido a una estimulación del sistema inmunitario; además, el hecho de que el enriquecimiento mediante el lino extrusionado sea más eficaz probablemente deba relacionarse con los aportes de mucílagos y de lignanos aportados por esta materia prima. (Colin *et al.*, 2011).

Resultados productivos ponderales y crecimientos

Los pesos y los crecimientos disminuyen con la incorporación de Tradi-lin® en las fórmulas (Tabla 4) aunque estudios bibliográficos con respecto a este aspecto no muestran ninguna influencia del lino sobre los resultados productivos ponderales del conejo (Colin *et al.*, 2011). Este punto es probablemente a relacionar con el hecho de que el consumo de pienso es más bajo con dietas enriquecidas en omega 3 que con las dietas testigo.

TABLA 4. Resultados ponderales y de crecimiento

| | TRATAMIENTOS | TESTIGO | TRADI-LIN® | COLZA | TOTAL | P |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| PESO (Gramos) | | | | | | |
| 35 DIAS | Prueba 1 | 981 | 985 | 981 | 982 | 0.99 |
| | Prueba 2 | 1 014 | 1 017 | 1 018 | 1 016 | 0.88 |
| | MEDIA | 995 | 999 | 997 | 997 | 0.94 |
| 55 DIAS | Prueba 1 | 1 679 | 1 577 | 1 703 | 1 653 | 0.00 |
| | Prueba 2 | 1 810 | 1 731 | 1 768 | 1 769 | 0.25 |
| | MEDIA | 1 732 | 1 642 | 1 730 | 1 701 | 0.00 |
| 69 DIAS | Prueba 1 | 2 317 | 2 199 | 2 320 | 2 278 | 0.00 |
| | Prueba 2 | 2 284 | 2 208 | 2 232 | 2 240 | 0.06 |
| | MEDIA | 2 304 | 2 203 | 2 285 | 2 263 | 0.00 |
| GANANCIA DE PESO (g/d) | | | | | | |
| 35 -55 DIAS | Prueba 1 | 36.7 | 31.2 | 38.0 | 34.9 | 0.00 |
| | Prueba 2 | 41.9 | 37.6 | 39.5 | 39.9 | 0.14 |
| | MEDIA | 40.3 | 35.1 | 39.1 | 38.3 | 0.00 |
| 55 - 69 DIAS | Prueba 1 | 45.6 | 44.4 | 44.1 | 44.6 | 0.01 |
| | Prueba 2 | 33.9 | 34.1 | 33.1 | 33.7 | 0.28 |
| | MEDIA | 40.0 | 36.8 | 36.1 | 37.8 | 0.00 |
| 35 - 69 DIAS | Prueba 1 | 40.5 | 36.8 | 40.6 | 39.3 | 0.00 |
| | Prueba 2 | 38.5 | 36.1 | 36.8 | 37.1 | 0.02 |
| | MEDIA | 39.7 | 36.5 | 39.0 | 38.4 | 0.00 |

Consumos

Los consumos de pienso son inferiores en piensos enriquecidos en omega 3 con respecto a la dieta testigo; la diferencia es más importante cuando el enriquecimiento se realiza mediante la semilla de lino extrusionada (Tabla 5).

El índice de consumo mejora en los 2 regímenes enriquecidos en omega 3, la diferencia más importante es obtenida igualmente con Tradi-lin®.

Tabla 5. Resultados de consumo y eficacia alimenticia.

| TRATAMIENTOS | TESTIGO | TRADI-LIN® | COLZA | TOTAL |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| CONSUMO / CONEJO PRESENTE (Gramos) | | | | |
| Prueba 1 | 4,60 | 4,40 | 4,53 | 4,51 |
| Prueba 2 | 4,26 | 4,08 | 4,12 | 4,15 |
| MEDIA | 4,45 | 4,26 | 4,35 | 4,35 |
| IC | | | | |
| Prueba 1 | 3,70 | 3,52 | 3,33 | 3,50 |
| Prueba 2 | 4,12 | 3,64 | 4,15 | 4,03 |
| MEDIA | 3,87 | 3,57 | 3,66 | 3,71 |

Conclusiones

Además del aumento de la tasa de omega 3 en la carne anteriormente señalada (Colin *et al.*, 2010b, 2011), el aumento de la tasa de omega 3 en el pienso permite una disminución notable de la mortalidad y una mejora de la eficacia alimenticia. En estas 2 pruebas se ha observado una disminución de las producciones ponderales. Este punto deberá ser corroborado puesto que no es coherente con las observaciones realizadas con anterioridad. Si se confirma, podrá relacionarse con la disminución de consumo y significar que la utilización de semillas de lino extrusionadas tiene efectos comparables a los del racionamiento del pienso. Para el conjunto de los criterios, los efectos del enriquecimiento en omega 3 son más marcados con el régimen Tradi-lin® que con el régimen de semillas de colza, consecuencia probable de la presencia de lignanos y mucílagos.

Bibliografía

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. En: *12^{ème} Journ. Rech. Cunicole*, Le Mans (France), 27-28 Novembre 2007, pp. 62-64.

Colin M., Camino Callarisa A., Teillet B., Varella E., Prigent A.Y. 2010a. Influencia de un suplemento alimenticio líquido a base de minerales, vitaminas y aminoácidos sobre la mortalidad y el crecimiento de los conejos al engorde. En: *35 Symposium de cunicultura de ASESCU*, Segovia, 27 y 28 de Mayo 2010, pp. 84-88.

Colin M., Teillet B., Prigent A.Y. 2010b. Qualités nutritionnelles de la viande de lapin recevant un aliment enrichi en acide alpha-linolénique. En: *8^{ème} Journées Francophones de Nutrition*. Lille (France). 8-10 Décembre 2010; S97.

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. En: *36 Symposium de Cunicultura de ASESCU*, Peñíscola, 12-13 Mayo 2011, pp. 129-133.

Colin M., Caixi., Prigent A.Y. L'enrichissement des aliments lapin en oméga 3 courtes et longues chaînes: une opportunité pour le producteur et le consommateur. En: *Journée Nationale sur l'Élevage du Lapin de Chair*, Pacé (France), 27 novembre 2012, Itavi éditeur, pp. 33-41.

Variaciones del comportamiento alimentario de conejas y gazapos lactantes según el alojamiento

Variations of feeding behaviour pattern of does and lactating rabbits according to housing

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

¹Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España

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

Resumen

Se ha medido diariamente la ingestión de pienso de 55 conejas y de sus camadas lactantes de 9 gazapos entre los días 18 y 32 post-parto. A los 14 días post-parto se separaron en jaulas contiguas madres y camadas y se midió el consumo de la madre y la producción de leche hasta el día 18. La mitad de las camadas (28) permanecieron separadas de sus madres hasta el día 32, midiendo los consumos de la madre y de las camadas por separado, mientras que la otra mitad (27) se alojaron en la jaula con su madre hasta los 28 días y se volvieron a separar hasta los 32 días, desde los 18 a los 28 días se midió el consumo conjunto y entre los 29 y 32 se midió por separado. Se observó un aumento de la ingestión total (+5%, $P<0,01$) cuando el alojamiento fue conjunto durante los primeros días del inicio del consumo sólido por parte de las camadas (18 a 23 días post-parto) y un mayor consumo de pienso de las camadas (+13%, $P<0,05$) en los últimos días de lactación (29 a 32 post-parto), lo que podría indicar un aprendizaje de la ingestión sólida de las camadas inducido por una modificación del comportamiento alimentario de la madre al principio de este periodo.

Palabras clave: inicio ingestión, aprendizaje, alojamiento separado

Abstract

Daily feed intake of 55 does and standardized litters (9 pups) was measured from 18 to 32 days post-partum. Litters and does were separated at 14 days post-partum and mother feed intake and milk yield were measured from 14 to 18 days. Half of litters (28) remained separated until 32 days and feed intakes of litter and mother measured daily. The other half litters (27) were allocated together with her mother from 18 to 28 days and feed intake measured daily, after that doe and litter were separated until 32 days and daily feed intakes recorded separately. Total feed intake of litters and mother increased (+ 5%; $P<0.01$) from 18 to 23 days when litters were allocated with her mother and feed intake of these litters were higher (+13%; $P<0.05$) from 29 to 32 days. These results could indicate a learning of litter in feed intake at the beginning of solid intake through a modified feed behaviour of her mother.

Key words: beginning feed intake, litter learning, separated housing

Introducción

Los gazapos lactantes inician el consumo de pienso sólido a partir de los 17 días de vida, cuando comienzan a salir del nido y son capaces de alcanzar el comedero y el bebedero.

Según Gidenne y Lebas (2006), un gazapo joven en una camada de 7-9 gazapos habrá consumido 360-450 g de leche hasta los 25 días de vida, pero solo recibirá 100-150 g de leche entre los 26 y 32 días, lo que hace que el consumo de pienso aumente muy rápidamente durante la cuarta semana de lactación. Blas *et al.* (1990) cifraron los consumos de pienso de un gazapo en 1,4 g/día entre 17-23 días, 14 g/día desde los 24 a los 27 días y 28 g/día entre los 28 y 31 días post-parto.

Sin embargo, se han observado variaciones importantes en el inicio y cantidad de consumo sólido por los gazapos, siendo la disponibilidad de leche el factor más importante (Blas *et al.*, 1990; Maertens y De Groote, 1990; Gyarmati *et al.*, 2000), aunque otros factores, tales como la dureza del pienso (Travel *et al.*, 2009) o su composición nutritiva (Cervera *et al.*, 2010) podrían estar implicados.

Algunos autores han señalado que en este periodo de iniciación al consumo sólido se producen una serie de cambios muy importantes en el comportamiento alimenticio de los gazapos, que pasan de recibir la alimentación en una sola toma de leche a realizar un gran número de comidas alternando líquido y sólido, distribuidas irregularmente a lo largo del día, además de iniciarse también el comportamiento de cecotrofia, pudiendo la presencia de la madre afectar a este proceso. Maertens y De Groote (1990) registraron un menor consumo de pienso cuando las camadas se separaron de sus madres y Fortun-Lamothe y Gidenne (2003) constataron una preferencia de los gazapos por comer en el mismo comedero que su madre; en ambos casos lo atribuyeron a una imitación del comportamiento alimentario de la madre por parte del gazapo.

Sin embargo, el comportamiento alimentario de los gazapos jóvenes permanece bastante desconocido y se dispone de poca metodología que permita valorar el nivel de ingestión de los gazapos alojados colectivamente (Gidenne y Lebas, 2006). El presente trabajo pretende aportar más información sobre las modificaciones en la ingestión de madres y de gazapos alojados separados o conjuntamente.

Material y métodos

Se utilizaron 55 camadas de conejas primíparas (14) y múltiparas (41) estandarizadas a 9 gazapos durante toda la fase experimental, que lactaron libremente hasta los 14 días post-parto y empleando un pienso comercial de lactación. A los 14 días se cerraron los nidos y se controló la producción de leche y el consumo de pienso de la madre hasta los 18 días, momento en que se pesaron las camadas y se distribuyeron en dos grupos experimentales. El grupo experimental (G14) incluyó a 28 camadas que continuaron alojadas en otras jaulas separadas de su madre desde los 18 hasta los 32 días, llevando diariamente a la madre para amamantar durante unos minutos y controlando la producción de leche entre los 29 y los 32 días. En el grupo control (G28) otras 27 camadas permanecieron en lactación libre junto a su madre hasta los 28 días y se separaron de ella en otra jaula desde los 28 hasta los 32 días, llevando a la madre para amamantarlos una vez al día y controlando la producción de leche.

En ambos grupos se midió diariamente el consumo de pienso en todas las jaulas desde el día 18 al 28, así como el consumo de las camadas desde el día 29 hasta el día 32. Los pesos de las camadas se registraron a 1, 14, 18, 28 y 32 días post-parto.

Se estimó también el consumo correspondiente a las camadas del G28 desde los 18 a los 28 días, restando al consumo conjunto (madre y camada) registrado en esos días el consumo de la madre registrado en el periodo 14-18 días incrementado en un porcentaje igual al registrado con las madres del G14.

Los datos de peso de las camadas, producción de leche y consumo de la coneja en la tercera y quinta semana de lactación se analizaron estadísticamente mediante un análisis de la varianza (SAS, 2001), que incluyó el grupo (G28 y G14) y el parto (1º y 2º) como factores con su interacción, y el peso de la camada estandarizada al post-parto se incluyó como covariable en los análisis de peso de las camadas. La ingestión de pienso de madres junto con las camadas y de las camadas solas desde el día 18 hasta el 32 se analizaron estadísticamente mediante un análisis de la varianza que incluyó el día (18 a 28 para consumo conjunto y 18 a 32 para consumo de camadas), grupo (G28 y G14) y parto (1º y 2º) como factores con sus interacciones.

Resultados y discusión

Los resultados de ingestión de pienso de la madre y producción de leche en la tercera y quinta semana en los dos grupos experimentales, así como el peso de las camadas durante la lactación se muestran en la Tabla 1.

Como cabía esperar, el número de parto tuvo un efecto muy significativo ($P < 0,001$) sobre todas las variables analizadas, con valores siempre superiores para las conejas múltiparas, este efecto es ya conocido y referenciado por muchos autores, por lo que no será comentado en este trabajo.

TABLA 1. Datos productivos de las camadas y de las madres (primíparas o múltiparas) alojados juntos o separados desde los 18 días postparto.

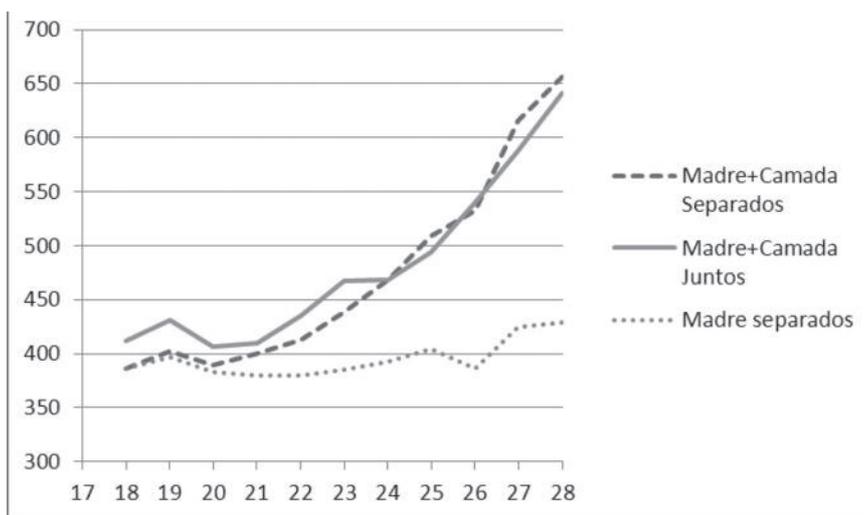
| | Alojamiento(A) | | Parto(P) | | CV (%) | A | P |
|-----------------------------------|----------------|--------|----------|---------|--------|------|------|
| | Separados | Juntos | Primero | Segundo | | | |
| Peso camada (g; 9 gazapos) | | | | | | | |
| Post-parto | 552b | 487a | 520 | 519 | 39 | ** | n.s. |
| 14 días | 2194 | 2094 | 1859a | 2429b | 18 | n.s. | *** |
| 18 días | 2601 | 2516 | 2209a | 2909b | 18 | n.s. | *** |
| 28 días | 5002 | 5151 | 4635a | 5518b | 13 | n.s. | *** |
| 32 días | 6583 | 6804 | 6197a | 7191b | 12 | n.s. | *** |
| Consumo madre | | | | | | | |
| 14- 18 días (g/d) | 377 | 371 | 332a | 415b | 17 | n.s. | *** |
| Producción leche (g/d) | | | | | | | |
| 14-18 días | 259 | 265 | 228a | 296b | 20 | n.s. | *** |
| 29-32 días | 196 | 186 | 170a | 212b | 28 | n.s. | ** |

CV: Coeficiente de variación. Medias en la misma fila con letras distintas son significativamente diferentes (p<0,05). n.s.: no significativo; **: p<0,01; ***: p<0,001.

El consumo de pienso de las madres entre los días 14 y 18 fue igual en los dos grupos experimentales, así como la producción de leche, tanto en la tercera semana como en la quinta de lactación, y el peso de la camada tampoco se vio afectado por el alojamiento en ningún momento. Por todo ello, cabría esperar que el consumo de la madre no se haya modificado por razones productivas entre los días 18 y 28 de lactación.

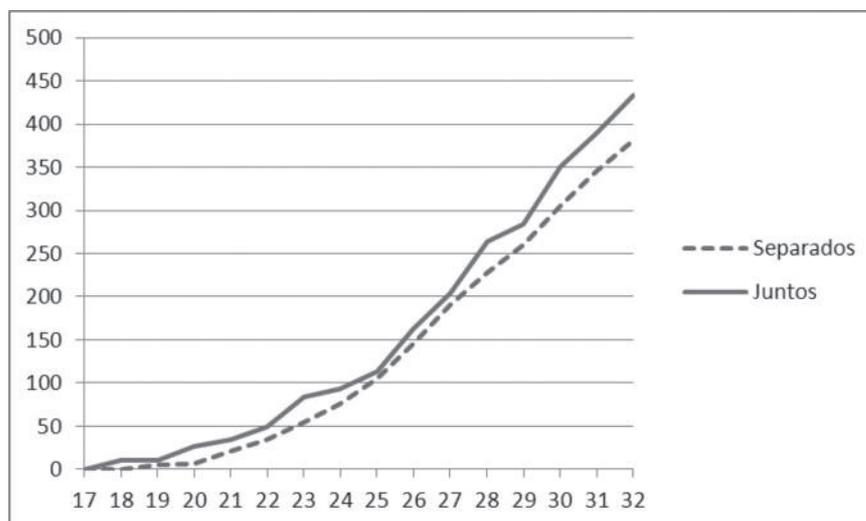
Sin embargo, tal como se muestra en la Figura 1, los registros de consumo de la madre y de la camada alojados juntos fueron significativamente superiores (P<0,05) al valor obtenido como suma del consumo de la madre y el consumo de la camada cuando se alojaron por separado entre los días 18 y 23 postparto (+5%), y, especialmente en los días 18 y 19 (+7%), resultados que coinciden con los encontrados por Maertens y De Groote (1990).

FIGURA 1. Consumo de pienso (gMS/día) de madres y camadas alojadas juntas en la misma jaula o separadas y de la madre sola al final de la lactación.



Es en este periodo cuando los gazapos comienzan a salir del nido e inician el consumo de pienso, siendo insignificante la cantidad consumida por la camada en estos primeros días, según los datos dados por todos los autores consultados, y que también confirman los registros de consumo de las camadas separadas de sus madres, tal como muestra la Figura 2, por lo que cabe suponer que el incremento de consumo registrado estos primeros días corresponde a un cambio de patrón de consumo de la madre, que podría estar relacionado con un intento de inducir a la camada al consumo de pienso, tal como han señalado Gidenne y Lebas (2006).

FIGURA 2. Consumo de pienso (gMS/día) de las camadas alojadas con su madre en la misma jaula (datos estimados hasta los 28 días) o separadas de ella desde los 17 hasta los 32 días de la lactación.



Por otro lado, este comportamiento de la madre parece haberse traducido realmente en un aprendizaje y un inicio más temprano de las camadas en el consumo de pienso sólido (Figura 2), que fue significativamente mayor ($P < 0,05$) desde los 29 hasta los 32 días en las camadas que habían permanecido con su madre hasta el día 28 frente a las que estuvieron separadas de ella (+13%).

Bibliografía

- Blas E., Moya A., Cervera C., Fernández-Carmona J. 1990. Utilización de un pienso con leche en gaza-pops lactantes. *Avances en Alimentación y Mejora Animal*, 30:155-157.
- Cervera C., Soler, C., Ródenas L., Martínez Paredes E., Fernández C., Pascual J.J., Blas E. 2010. Feeding preferences of rabbit does and young rabbits. *En: 4º Congreso de Cunicultura de las Américas*. Córdoba, Argentina, 4 pp.
- Fortun-Lamothe L., Gidenne T. 2003. Les lapereaux préfèrent manger dans la même mangeoire que leur mère. *En: 10^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*. Paris, France, pp 111-114.
- Gidenne T., Lebas, F. 2006. Feeding behaviour in rabbits. *In: Bels V. (Ed.). Feeding in domestic vertebrates. From structure to behavior*. CABI Publishing, Wallingford. UK, pp. 179-194.
- Gyarmati T., Szendro Z., Maertens L., Biro-Nemeth E., Radnai I., Milisits G., Matics Z. 2000. Effect of suckling twice a day on the performance of suckling and growing rabbits. *En: 7th World Rabbit Congress*. Valence, Spain, *World Rabbit Sci.*, 8(suppl.1C), pp. 283-290.
- Maertens L., De Groote G. 1990. Feed intake of rabbit kits before weaning and attempts to increase it. *J. Appl. Rabbit Res.*, 13:151-158.
- SAS Institute. 2001. SAS/STAT® User's Guide (Release 8.2). SAS Inst. Inc., Cary NC, USA.
- Travel A., Mirabito L., Chanay I., Souchet C., Galliot P., Weissman D., Corrent E., Davoust C. 2009. Préférences alimentaires du lapereau selon le diamètre du granulé dans le cadre d'une alimentation séparée mère-jeunes. *En: 13^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*. Le Mans, France, 4 pp.

Efecto de la suplementación de enzimas sobre la composición de la canal y la excreción de nitrógeno en conejos en crecimiento

Effect of enzymes supplementation on carcass composition and nitrogen excretion in growing rabbits

Crespo R.¹, Alfonso C.¹, Saiz A.¹, Marco M.², García-Ruiz A.I.³, Nicodemus N.^{4*}

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

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

³ Swine Research Centre, Nutreco, Boxmeer, Países Bajos.

⁴ Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid.

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

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del suministro de un complejo enzimático (actividad de 100 XU/g pentosanasa, 40 CMC/g de celulasa, 30 FAU/g amilasa, 100 XU/g de xilanasa, 700 HUT/g de proteasa, 4000 AJDU/g de pectinasa y 200 BGU/g de β -glucanasa) a tres dosis (0, 100 y 200 ppm) en dos piensos con distinto contenido en energía y proteína digestible (Pienso A: Proteína digestible -PD-: 11,9% MS; almidón: 17,7% MS; FND: 35,6% MS; ED: 10,5 MJ/kg MS y Pienso B: PD: 10,7% MS; almidón: 17,5% MS; FND: 37,4% MS; ED: 9,79 MJ/kg MS), sobre los rendimientos productivos, la excreción y retención de proteína y las características de la canal de conejos en crecimiento. En la prueba de cebo se utilizaron un total de 240 gazapos destetados a 34 días con un peso medio de $805 \pm 47,8$ g, que fueron alojados en jaulas individuales. Se controló la ingesta de pienso, el peso de los animales y, en 11 gazapos por tratamiento, se estimó la composición corporal mediante la técnica de Impedancia Bioeléctrica a los 34 y 60 días de edad para estimar la retención y la excreción de proteína. Entre los días 53 y 57 de vida, se realizó una prueba de digestibilidad (MS, PB y EB; n=11) de los dos piensos (A y B) para las dosis 0 y 200 ppm. Al terminar del periodo de cebo, 24 conejos por tratamiento se sacrificaron para determinar el rendimiento de la canal. La adición de enzimas no afectó a la digestibilidad ni a ninguno de los parámetros zootécnicos estudiados durante el cebo. El pienso B empeoró ($P < 0,01$) la digestibilidad de la MS y EB en tres unidades porcentuales con respecto al A. El consumo de PD y ED fueron menores (un 13% y 10%, respectivamente; $P < 0,01$) en los animales alimentados con el pienso B, pero la eficacia de retención de proteína digestible en éstos fue mayor (74,3 vs 68,2%; $P < 0,01$), y la excreción total de proteína un 15% menor ($P < 0,01$). Como consecuencia, la retención de proteína fue similar entre ambos piensos (7,55 g/kg PVO,75 y d), por lo que no hubo diferencias en la ganancia media diaria (52 g/d) durante el cebo. Sin embargo, como el consumo de pienso de 34 a 60 d fue más alto en los animales del pienso B, el índice de conversión en éstos empeoró (3,20 vs 3,29; $P < 0,05$). El tipo de pienso no modificó el rendimiento de la canal.

Palabras clave: conejos, enzimas, rendimientos, canal, excreción, nitrógeno

Abstract

The aim of this work was to study the effect of an enzyme complex (activity of 100 XU/g pentosanase, 40 CMC/g of cellulase, 30 FAU/g amylase, 100 XU/g of xylanase, 700 HUT/g protease, 4000 AJDU/g pectinase and 200 BGU/g of β -glucanase) on performance, protein retention and excretion and on carcass characteristics of growing rabbits. Three different doses of enzyme complex (0, 100 and 200 ppm) in two diets with different digestible protein (DP) and digestible energy (DE) content were used (Diet A: DP: 11.9% DM; starch: 17.7% DM, NDF: 35.6% DM, DE: 10.5 MJ/kg DM and Diet B: DP: 10.7% DM, starch: 17.5% DM; NDF: 37.4% DM, DE: 9.79 MJ/kg DM). A total of 240 rabbits

weaned at 34 days with an average weight of 805 ± 47.8 g and housed in individual cages were used for this trial. During the experimental period feed intake, animal weight and body composition (estimated by Bioelectrical Impedance technique at 34 and 60 days of age in 11 rabbits per treatment) were controlled. Between days 53 and 57 of life, a digestibility test (MS, PB and EB, $n = 11$) of the two feeds (A and B) for doses 0 and 200 ppm of enzyme complex was carried out. At the end of the growing period, 24 rabbits per treatment were sacrificed to determine the carcass yield. The addition of enzymes did not affect the digestibility or performance in this trial. The digestibility of DM and CE was a three percentage less in diet B than in diet A ($P < 0.01$). DP and DE intake was lower (13% and 10%, respectively, $P < 0.01$) in animals fed with diet B, but the efficiency of DP retention was higher in diet B (74.3 vs 68.2%, $P < 0.01$), and total protein excretion was a 15% lower ($P < 0.01$). As a result, protein retention was similar between feeds (7.55 g/kg PV0.75 d), so there was no difference in average daily gain (52 g/d) during the growing period. However, in the overall period, animals fed with diet B reached higher feed intake than animals fed with diet A, impairing the feed conversion rate (3.20 vs 3.29, $P < 0.05$). The type of feed did not affect the carcass yield.

Key words: rabbits, enzymes, performance, carcass, nitrogen excretion

Introducción

La suplementación con enzimas es interesante para mejorar la digestibilidad y los rendimientos productivos de los gazapos en crecimiento (Falçao-e-Cunha *et al.*, 2007). En los piensos menos digestibles es donde tiene más sentido la suplementación con enzimas exógenas puesto que es en éstas donde se suele observar un empeoramiento del rendimiento de la canal (Margüenda *et al.*, 2012), y de los parámetros productivos y de la retención de nitrógeno (García *et al.*, 1993). En estos casos, las enzimas exógenas podrían mejorar la eficacia de utilización y la retención de los nutrientes y por lo tanto, los parámetros productivos.

La técnica de impedancia bioeléctrica ha sido validada por Saiz *et al.* (2013) para estimar la composición química de las canales de gazapos de 35 a 63 días de edad y constituye una herramienta útil para determinar las eficacias de retención de la energía y la proteína, y estimar de forma sencilla la excreción de nitrógeno en función del tipo de pienso que consuman los animales. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar el efecto del nivel de suplementación de un compuesto multienzimático, en piensos con diferente contenido en proteína y energía digestible, sobre los rendimientos productivos, la excreción y retención de proteína, y las características 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 dos piensos experimentales: el pienso A (PD: 11,9% MS; almidón: 17,7% MS; FND: 35,6% MS; ED: 10,5 MJ/kg MS), según las recomendaciones de de Blas y Mateos (2010) y el pienso B (PD: 10,7% MS; almidón: 17,5% MS; FND: 37,4% MS; ED: 9,79 MJ/kg MS), con menor contenido en ED y en PD. Los principales ingredientes de los piensos (%) fueron: harina de girasol (A: 10,5 y B: 13,0), harina de soja (A: 1,7 y B: 0,7), trigo (A: 1,6 y B: 14,5), salvado de trigo (A: 20,0 y B: 10,8), cebada (A: 23,3 y B: 14,6), pulpa de remolacha (A: 8,0 y B: 7,4), alfalfa (A: 25,0 y B: 10,8), paja de trigo (A: 5,0 y B: 15,0) y aceite de soja (A y B: 1,5). Cada uno de ellos se suplementó con tres dosis distintas de un complejo enzimático (0, 100 y 200 ppm) con una actividad de 100 XU/g de pentosanasa, 40 CMC/g de celulasa, 30 FAU/g de amilasa, 100 XU/g de xilanas, 700 HUT/g de proteasa, 4000 AJDU/g de pectinasa y 200 BGU/g de β -glucanasa. En la prueba de cebo se utilizaron un total de 240 gazapos destetados a 34 días con un peso medio de $805 \pm 47,8$ g, que fueron alojados en jaulas individuales (25 \times 44cm) y asignados al azar a los seis tratamientos hasta los 60 días de edad. Durante el periodo experimental se controló la ingesta de pienso y el peso de los animales. En 11 gazapos por tratamiento, se estimó la composición corporal mediante la técnica de impedancia bioeléctrica (Saiz *et al.*, 2013) a los 34 y 60 días de edad, para estimar la retención y la excreción de proteína. Al terminar el periodo de cebo (a los 61 y 62 d de edad), 24 conejos por tratamiento se pesaron antes y después del sacrificio y en ellos se determinó el rendimiento de la canal. Entre los días 53 y 57 de vida, con 11 animales por tratamiento, se realizó una prueba de digestibilidad (MS, PB y EB) de los dos piensos (A y B) para las dosis de 0 y 200 ppm. Los resultados productivos y, de la composición y rendimiento de la canal, se analizaron como un diseño al azar con una estructura factorial 3×2 , incluyendo la camada como un bloque. Los datos de digestibilidad, y de la retención y excreción de proteína,

se analizaron como una estructura factorial 2 × 2. Todas las medias fueron corregidas por el peso al destete, que fue incluido en el modelo como covariable. El análisis estadístico de todas las variables ha sido realizado utilizando un análisis de varianza con el procedimiento GLM del SAS vs 9.2 (Statistical Systems Institute Inc., 2002).

Resultados y discusión

La adición de enzimas no afectó a la digestibilidad, ni a ninguno de los parámetros zootécnicos estudiados durante el cebo. Tampoco se observaron interacciones entre los piensos y los niveles de suplementación del complejo enzimático. La falta de efecto de la adición de enzimas sobre los parámetros productivos coincide con algunos resultados obtenidos previamente por otros autores y revisados por Falcao-e-Cunha *et al.* (2007). Estos resultados también concuerdan con los obtenidos por Cachaldora *et al.* (2004) al suplementar con α -amilasa en una situación donde la mortalidad tras el destete fue baja (3%). Sin embargo, estos mismos autores en condiciones de mayor mortalidad tras el destete (27%) observaron un efecto positivo de la suplementación con α -amilasa sobre la misma. Igualmente, Gutiérrez *et al.* (2002) observó una mejora de la mortalidad al suplementar con un complejo enzimático constituido por α -amilasas, xilanasas, β -glucanasas y pectinasas. La ausencia de mortalidad y los elevados rendimientos productivos obtenidos en este trabajo podrían explicar la falta de efecto de la adición del complejo enzimático.

TABLA 1. Efecto de la suplementación con enzimas y del tipo de pienso sobre la digestibilidad fecal aparente de los nutrientes.

| | Pienso | | Dosis enzimas | | EEM | P Pienso | P Dosis |
|-------------------|--------|------|---------------|------|------|----------|---------|
| | A | B | 0 | 200 | | | |
| CMD (g MS) | 152 | 155 | 153 | 153 | 3,01 | NS | NS |
| CDMS (%) | 57,8 | 54,4 | 56,1 | 56,1 | 0,34 | <0,001 | NS |
| CDPB (%) | 68,2 | 67,7 | 68,1 | 67,8 | 0,64 | NS | NS |
| CDEB (%) | 58,4 | 55,1 | 56,9 | 56,6 | 0,45 | <0,001 | NS |

EEM: Error estándar medio (n = 22); NS: no significativo (P > 0,05); CMD: consumo medio diario. CDMS: digestibilidad de la materia seca. CDPB: digestibilidad de la proteína bruta. CDEB: digestibilidad de la energía bruta.

Como era de esperar, la digestibilidad de la MS y EB del pienso B disminuyó en tres unidades porcentuales con respecto a la A (Tabla 1), debido a que su contenido en FND/MS fue mayor (37,4 vs 35,6%). La correlación negativa entre el contenido en fibra y la digestibilidad de la energía ya ha sido observado en numerosos trabajos (de Blas *et al.*, 1999). El tipo de pienso no tuvo efecto sobre la digestibilidad de la PB, pero como la relación PD/ED fue ligeramente mayor en el pienso A que en el B (11,3 vs 10,9 g PD/MJ ED; P<0,001), tanto el consumo de PD como de ED fueron menores (un 13% y 10%, respectivamente; P<0,01) en los animales del pienso B con respecto a los del A. Sin embargo, la eficacia de retención de proteína digestible en los conejos que consumieron el pienso B fue mayor (74,3 vs 68,2%; P<0,01), y la excreción total de proteína en el periodo de cebo un 15% menor (P<0,01; Tabla 2). Como consecuencia, la retención de proteína fue similar entre ambos piensos (7,55 g/kg PVO,75 y d), por lo que no hubo diferencias en la ganancia media diaria (52 g/d) durante el cebo (Tabla 3). Debido a que el consumo de pienso de 34 a 60 d fue más alto en los animales del pienso B, el índice de conversión en éstos empeoró (3,20 vs 3,29; P<0,05).

TABLA 2. Efecto de la suplementación con enzimas y del tipo de pienso sobre la eficacia de retención de los nutrientes y la excreción de proteína.

| | Pienso | | Dosis enzimas | | EEM | P Pienso | P Dosis |
|--|--------|------|---------------|------|-------|----------|---------|
| | A | B | 0 | 200 | | | |
| CPD (g MS/d) | 15,4 | 13,4 | 14,7 | 14,1 | 0,28 | <0,001 | NS |
| CED (MJ/d) | 1,36 | 1,22 | 1,31 | 1,28 | 0,025 | <0,001 | NS |
| ERPD (%) | 68,2 | 74,3 | 71,4 | 71,1 | 1,05 | <0,001 | NS |
| ERED (%) | 41,4 | 40,2 | 41,3 | 40,3 | 0,82 | NS | NS |
| RPD (g/kg PV^{0,75} y d) | 7,55 | 7,56 | 7,65 | 7,45 | 0,092 | NS | NS |
| RED (kJ/kg PV^{0,75} y d) | 406 | 373 | 397 | 382 | 8,13 | 0,008 | NS |
| PBTE (gMS 34-60 d) | 308 | 263 | 288 | 282 | 6,70 | <0,001 | NS |

EEM: Error estándar medio (n = 22); NS: no significativo (P > 0,05); CPD: consumo proteína digestible. CED: consumo energía digestible. ERPD: eficacia de retención de proteína digestible para crecimiento. ERED: eficacia de retención de energía digestible para crecimiento. RPD: retención de proteína digestible para crecimiento. RED: retención de energía digestible para crecimiento. PBTE: proteína bruta total excretada

TABLA 3. Efecto de la suplementación con enzimas y del tipo de pienso sobre los parámetros productivos en cebo, la composición y el rendimiento de la canal.

| | Pienso | | Dosis enzimas | | | EEM | | P | P |
|--|--------|------|---------------|------|------|--------|-------|--------|-------|
| | A | B | 0 | 100 | 200 | Pienso | Dosis | Pienso | Dosis |
| CMD (g) | 142 | 146 | 167 | 170 | 167 | 1,16 | 1,41 | <0,05 | NS |
| GMD (g) | 51,8 | 52,3 | 52,4 | 52,0 | 51,7 | 0,45 | 0,54 | 0,094 | NS |
| IC (g/g) | 3,20 | 3,29 | 3,21 | 3,28 | 3,25 | 0,02 | 0,03 | <0,05 | NS |
| Peso 60 d (g) | 2272 | 2250 | 2270 | 2268 | 2244 | 9,40 | 11,4 | 0,095 | NS |
| Peso sacrificio¹ (g) | 2337 | 2295 | 2336 | 2311 | 2301 | 10,9 | 13,3 | 0,008 | NS |
| Peso canal (g) | 1350 | 1324 | 1351 | 1328 | 1331 | 7,48 | 9,10 | 0,014 | NS |
| Rto. canal (%) | 57,8 | 57,6 | 57,8 | 57,5 | 57,8 | 0,16 | 0,20 | NS | NS |
| Composición canal 60 d (% MS) | | | | | | | | | |
| Proteína | 53,6 | 54,8 | 54,2 | 53,5 | 54,9 | 0,52 | 0,62 | NS | NS |
| Cenizas | 14,3 | 14,6 | 14,4 | 14,3 | 14,6 | 0,10 | 0,12 | 0,04 | NS |
| Grasa | 29,6 | 27,7 | 28,7 | 29,8 | 27,4 | 0,57 | 0,68 | 0,02 | NS |
| EB (kJ/100 g) | 2090 | 2058 | 2078 | 2099 | 2044 | 11,7 | 14,1 | 0,07 | NS |
| Agua (%) | 66,7 | 67,0 | 66,8 | 66,7 | 66,7 | 0,16 | 0,19 | NS | NS |

EEM: Error estándar medio (n = 120 para pienso; n = 80 para dosis en CMD, GMD, IC y peso 60 d), (n=72 para pienso; n=48 para dosis en peso sacrificio, peso canal, rendimiento canal y composición canal); NS: no significativo (P > 0,05); CMD: consumo medio diario; GMD: ganancia media diaria; IC: índice de conversión.

¹ Sacrificio a los 61 y 62 d de edad.

El aumento de la eficacia de retención de la PD al disminuir el consumo de PD coincide con los resultados de trabajos previos (Motta Ferreira *et al.*, 1996; Maertens *et al.*, 1997). Por otra parte, los animales que consumieron el pienso A probablemente destinaron más PD para cubrir sus necesidades de mantenimiento que los del B, puesto que terminaron el cebo con mayor peso (P<0,08). Xiccato y Trocino (2010) indicaron que la eficacia de retención de PD disminuye linealmente con el incremento del PV. Según Parigi Bini *et al.* (1988), existen dos fases diferenciadas en cuanto a las necesidades de PD, siendo éstas mayores en la primera fase del cebo que en la segunda, en la que existe un crecimiento compensatorio. Por eso tampoco se encontraron diferencias en la PD retenida.

Al ser menor tanto el peso vivo al sacrificio, como el de la canal de los conejos del pienso B, y al disminuir ambos en la misma proporción, el rendimiento de la canal no se vio afectado por el tipo de pienso. La mayor retención de ED en los conejos del pienso A dio lugar que sus canales tuvieran un mayor contenido en grasa (29,6%) que los del B (27,7%; P=0,02) y como consecuencia, éstas tendieron (P=0,07) a tener mayor proporción de EB (2090 vs 2058 kJ/100 gMS).

Bibliografía

- Cachaldora P., Nicodemus N., García J., Carabaño R., De Blas J.C. 2004. Efficacy of amylofeed in growing rabbit diets. *World Rabbit Sci.*, 12:23-31.
- de Blas C., García J., Carabaño R. 1999. Role of fibre in rabbit diets. A review. *Ann. Zootech.*, 48:3-13.
- de Blas C., Mateos G.G. 2010. Feed formulation. In: de Blas C., Wiseman, J. (Eds.). *The Nutrition of the Rabbit*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 222-232.
- Falcão-e-Cunha L., Castro-Solla L., Maertens L., Marounek M., Pinheiro V., Freire J., Mourão J.L. 2007. Alternatives to antibiotic growth promoters in rabbit feeding: A review. *World Rabbit Sci.*, 15:127-140.
- García G., Gálvez J.F., de Blas C. 1993. Effect of substitution of sugarbeet pulp for barley in diets for finishing rabbits on growth performance and on energy and nitrogen efficiency. *J. Anim. Sci.*, 71:1823-1830.
- Gutiérrez I., Espinosa A., García J., Carabaño R., De Blas J.C. 2002. Effects of starch and protein sources, heat processing, and exogenous enzymes in starter diets for early weaned rabbits. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 98:175-186.
- 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.*, 46:255-268.

Margüenda, I. Nicodemus N., Vadillo S., Sevilla L., García-Rebollar P., Villarroel M., Romero C., Carabaño R. 2012. Effect of dietary type and level of fibre on rabbit carcass yield and its microbiological characteristics. *Livest. Sci.*, 145:7-12.

Motta-Ferreira W., Fraga M.J., Carabaño R. 1996. Inclusion of grape pomace, in substitution for Lucerne hay, in diets for growing rabbits. *Anim. Sci.*, 63:167-174.

Parigi Bini R., Xiccato G., Cinetto M. 1988. Integrazione con metionina e lisina di sintesi di un mangime per conigli in acrescimento. *Riv. Coniglicotura*, 25(8):33-38.

Saiz A., García-Ruiz A.I., Martín E., Fernández A., Nicodemus N. 2013. 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. *38 Symposium de Cunicultura de ASESCU*. Zamora, España (aceptado).

SAS Institute. 2002. *SAS/STAT® User's Guide (Release 8.2)*. SAS Inst. Inc., Cary NC, USA.

Xiccato G., Trocino A. 2010. Energy and Protein Metabolism and Requirements. In: de Blas, C., Wiseman, J. (Eds.). *The Nutrition of the Rabbit*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 83-118

Efecto del nivel de fibra soluble y treonina sobre los rendimientos productivos y digestión de gazapos tras el destete

Effect of level of soluble fibre and threonine on growth performance and digestion in rabbits after weaning

Castillo C.¹, Saiz A.², García A.I.², Delgado R.¹, Abad R.¹, Menoyo D.¹, García J.¹, Carabaño R.^{1*}

¹Departamento de Producción Animal de la ETSI Agrónomos de la UPM.

²Poultry and Rabbit Research Centre, Nutreco.

* Dirección de contacto: rosa.carabano@upm.es

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del nivel de fibra soluble y treonina sobre los rendimientos productivos, el peso del aparato digestivo y la digestibilidad a los 35 d en gazapos destetados a los 25 d. Para ello se formularon 4 piensos experimentales organizados factorialmente combinando dos niveles de fibra soluble (89 vs. 119 g/kg) y dos niveles de treonina (5 vs. 6,4 g/kg), con estas dietas se alimentaron *ad libitum* 35 animales por tratamiento que se utilizaron para determinar la digestibilidad ileal aparente, el flujo ileal de mucinas y el peso del aparato digestivo a los 35 d de edad. El incremento del nivel de fibra soluble redujo la mortalidad por enteropatía epizootica (15,7 vs. 2,8%; P = 0,002), mientras que un déficit de treonina tendió a aumentar la mortalidad (11,4 vs. 7,1%. P = 0,091). La inclusión de fibra soluble mejoró la digestibilidad ileal del almidón (90,1 vs. 92,4; P<0,001), mientras que déficit de treonina empeoró la digestibilidad del almidón cuando el nivel de fibra soluble fue bajo. La inclusión de fibra soluble también tendió a mejorar la digestibilidad de la fibra dietética total (5,2 vs. 14,7%; P=0,065). Por el contrario, no se detectaron diferencias significativas respecto a digestibilidad de la materia seca y proteína bruta (45,2 y 48,3% como media), ni sobre los pesos del aparato digestivo. La inclusión de la fibra soluble aumentó el flujo ileal de mucinas un 45% (1,46 vs. 2,12 g/d; P<0,001), mientras que el nivel de treonina no tuvo efecto. En conclusión un déficit de fibra soluble o treonina empeora la salud de los gazapos tras el destete sin provocar cambios relevantes en la digestibilidad de la proteína, TDF y el almidón.

Palabras claves: fibra soluble, treonina, digestibilidad, conejos

Abstract

The aim of this work was to study whether the level of soluble fibre and threonine affects growth performance, weight of digestive tract, ileal mucin flow and ileal digestibility in weaned rabbits from 25 to 35 d of age. The experimental diets were factorially arranged combining two levels of soluble fibre (89 vs. 119 g/kg) and two levels of threonine (5 vs. 6.4 g/kg). Diets were offered *ad libitum* to 35 animals per treatment and apparent ileal digestibility and the weight of digestive tract determined. Increasing the level of soluble fibre reduced mortality by epizootic rabbit enteropathy (15.7 vs. 2.8%; P = 0.002). Whereas the deficit of threonine increased mortality (11.4 vs. 7.1%; P = 0,091). The inclusion of soluble fiber improved ileal starch digestibility (90.1 vs. 92.4; P <0.001), but a threonine deficit decreased it low soluble fibre diets. Ileal digestibility of total dietary fibre tended to increase with dietary soluble fibre content (5.2 vs. 14.7%; P=0,065). However, no significant differences regarding dry matter digestibility and crude protein were observed (45.2 and 48.3% on average). Ileal flow of mucin increased by 45% (1.46 vs. 2.12 g / d, P <0.001) with inclusion of soluble fibre, with no effect of threonine. In conclusion, a deficit in soluble fiber and threonine worsened health after weaning in rabbits without causing relevant changes in the ileal digestibility of protein, TDF and starch.

Key words: soluble fibre, threonine, digestibility, rabbits

Introducción

El mucus intestinal tiene como función proteger al epitelio de daños mecánicos, químicos o enzimáticos, así como de la adhesión de bacterias (Montagne *et al.*, 2004). En animales afectados de enteropatía epizootica se observa gran cantidad de mucus en el intestino delgado secretado en respuesta a la enfermedad (Licois *et al.*, 2005). También se ha observado que el aporte de fibra soluble en forma de pulpa de remolacha aumenta el flujo ileal de mucinas y la cantidad de células caliciformes en la mucosa del yeyuno (El Abed *et al.*, 2011), lo que podría explicar parte de su efecto positivo sobre la mortalidad (Gómez-Conde *et al.*, 2009). Las mucinas son los componentes mayoritarios del mucus y contienen de media un 20% de proteína (Montagne *et al.*, 2004), y son especialmente ricas en treonina, serina y prolina, que representan alrededor del 42 a 55% de su composición en aminoácidos (Robertson *et al.*, 1989). Por tanto, las necesidades de treonina podrían ser mayores por efecto de la incorporación de fibra soluble así como en la evolución de procesos infecciosos. Con el fin de confirmar la importancia de un aporte adecuado de treonina y su influencia sobre la salud intestinal se formularon cuatro piensos combinando dos niveles de treonina, un nivel deficitario y otro de acuerdo a las recomendaciones de De Blas y Mateos (2010) y dos niveles de fibra soluble, un nivel deficitario y otro óptimo de acuerdo con Trocino *et al.* (2013).

Material y métodos

Se diseñaron 4 tratamientos organizados factorialmente (2×2), con dos niveles de treonina añadida (0 vs. 1.42 g/kg), resultando en un contenido en treonina (Thr) de 5 y 6.4 g/kg, respectivamente, y dos niveles de fibra soluble (FS) (89 vs. 119 g/kg MS) que se obtuvieron remplazando 126 g/kg de pulpa de remolacha por 100 g/kg de heno de alfalfa (Tabla 1). Esto dio lugar a 4 piensos, dos con baja fibra soluble con y sin treonina añadida (BFS/BThr y BFS/AThr) y otros dos piensos con mayor contenido de fibra soluble con y sin treonina añadida (AFS/BThr y AFS/AThr). El contenido de PB y FND de los piensos fue similar (162 y 326 g/kg de MS respectivamente). Los piensos se formularon de acuerdo a los requerimientos nutricionales en conejos descritos por De Blas y Mateos (2010), excepto para la treonina y la fibra soluble. Los ingredientes y la composición química de las dietas experimentales se muestran en la Tabla 1. Se destetaron 140 conejos de 25 d de edad, con un peso vivo de 355 ± 44 g (media, desviación estándar) y fueron asignados al azar a los 4 piensos experimentales (35 animales/tratamiento), siendo bloqueados por camada. Los animales fueron alojados en jaulas individuales y alimentados *ad libitum* hasta los 35 d. Durante este periodo se tomaron datos del consumo medio diario, ganancia media diaria, eficacia alimenticia, mortalidad y morbilidad. Los síntomas de morbilidad se registraron antes y después del sacrificio; los más importantes fueron: diarrea acuosa, mucosidad en las heces, los segmentos intestinales distendidos por gas y líquido y ciego compacto. Tras este periodo los animales fueron sacrificados entre las 19:00 y las 21:00 h mediante inhalación de CO₂. Se pesó el tracto digestivo, el estómago y el ciego y se midió el pH cecal. El contenido ileal se recogió en los últimos 25 cm del íleon terminal para determinar la digestibilidad ileal. Debido a la pequeña cantidad de digesta ileal se mezclaron los contenidos ileales de 3-5 animales para conformar un total de 8 mezclas por tratamiento en donde se analizó iterbio y PB. Posteriormente, se tomaron 0.5 g de cada mezcla para conformar una única muestra para cada tratamiento en la que se analizó almidón, FDT y mucinas.

La metodología de la AOAC (2000) fue usada para determinar la MS (934.1), PB (968.06), FDT (985.29), almidón (966.11). El valor de FDT de la digesta ileal fue corregido por su contenido en mucinas de acuerdo con Abad *et al.* (2013). La FND, FAD y LAD fue determinada secuencialmente usando el sistema de bolsas ankorm de acuerdo al método de (Mertens, 2002), AOAC (973.187) y Van Soest *et al.* (1991) respectivamente; el valor de FND fue expresado libre de cenizas y proteína (aFNDmo-pb). Se determinó el contenido de mucinas de acuerdo con el método de Lien *et al.* (1997), adaptado por Romero *et al.* (2011), basado en la precipitación de las mismas en etanol. El residuo obtenido fue tratado con pectinasa (Sigma P2401) como lo indica Abad *et al.* (2013). El iterbio se analizó de acuerdo con García *et al.* (1999). Los resultados obtenidos en el ensayo se analizaron como un diseño completamente al azar con una estructura factorial en el que las principales fuentes de variación fueron el nivel de treonina, el nivel de fibra soluble y su interacción, utilizando el Modelo Lineal General (GLM) procedimiento de SAS (Statistical Systems Institute Inc., Cary, NC). En el análisis de los rendimientos productivos se introdujo en el modelo como covariable el peso inicial y camada. La mortalidad se analizó utilizando una regresión logística (procedimiento GENMOD de SAS, considerando una distribución binomial).

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

| | BFS/BThr | BFS/AThr | AFS/BThr | AFS/AThr |
|---|----------|----------|----------|----------|
| Fibra soluble, g/kg | 89 | 89 | 119 | 119 |
| Treonina, g/kg | 5 | 6.4 | 5 | 6.4 |
| Ingredientes, g/kg | | | | |
| Trigo | 135.6 | 134.2 | 100 | 98.6 |
| Cebada | 78.7 | 78.7 | 79.6 | 79.6 |
| Harina de girasol | 79 | 79 | 97.2 | 97.2 |
| Heno de alfalfa | 295 | 295 | 195 | 195 |
| Pulpa de remolacha | — | — | 126 | 126 |
| Salvado de trigo | 300 | 300 | 300 | 300 |
| Paja de cereal | 72.4 | 72.4 | 70 | 70 |
| Aceite de soja | 18.9 | 18.9 | 10 | 10 |
| Heno de alfalfa marcada con Yb | 5 | 5 | 5 | 5 |
| L-Lisina HCl | 2.2 | 2.2 | 2.3 | 2.3 |
| L-Treonina | — | 1.42 | — | 1.42 |
| DL-metionina | 0.5 | 0.5 | 1.4 | 1.4 |
| Cloruro de sodio | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Carbonato de calcio | 5.7 | 5.7 | 6.5 | 6.5 |
| *Corrector vitamínico mineral | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Composición analítica determinada, g/kg MS | | | | |
| Materia seca | 919 | 927 | 918 | 924 |
| Proteína bruta | 164 | 165 | 161 | 158 |
| Almidón | 238 | 240 | 219 | 196 |
| Fibra dietética total | 415 | 403 | 448 | 454 |
| Fibra insoluble | | | | |
| †aFNDmo-pb | 326 | 313 | 336 | 330 |
| Fibra ácido detergente | 173 | 172 | 182 | 177 |
| Lignina ácido detergente | 34.5 | 37.3 | 34.2 | 33.5 |
| §ivDMi2 | 356 | 349 | 380 | 393 |
| Fibra soluble | | | | |
| TDF-aFNDmo-pb | 88 | 90 | 113 | 125 |
| TDF-ivDMi2 | 58.5 | 53.5 | 68.5 | 60.6 |
| Composición calculada, g/kg MS | | | | |
| Lisina | 7 | 7 | 7.2 | 7.2 |
| Metionina | 2.8 | 2.8 | 3.7 | 3.7 |
| Treonina | 5 | 6.4 | 5 | 6.4 |

* Provisto por Trouw Nutrition, composición del corrector vitamínico mineral (por kg en la dieta): MgO: 240 mg; S: 240 mg; Mg como Mg₂O₃: 20 mg; ZnO: 60 mg; Cu como CuSO₄·H₂O: 18 mg; I Como KI: 1.10 mg; Co como 2CoCO₃·3Co(OH)₂: 0.30 mg; Se como Na₂SeO₃: 0.05 mg Fe como Fe CO₃: 78 mg; Vitamina A: 9999.9 UI; Vitamina D₃: 1080 UI; Vitamina E en forma de acetato dl-alfa-tocoferol: 36 UI; Vitamina K: 1 mg; Vitamina B1: 2 mg; Vitamina B2: 6 mg; Vitamina B6: 2 mg; Vitamina B12: 10 mg; Niacina: 50 mg; Pantotenato de calcio: 20 mg; Ácido Fólico: 5 mg; Ácido pantoténico 18.4 mg; Biotina: 60 mg; E771 Diclazuril: 0.5 g/100 g; (Clinacox 0.5%): 1 mg; E320 Butilhidroxianisol (BHA): 0.12 mg; E321 Butilhidroxitolueno (BHT): 1.32 mg; E324 Etoxiquina: 0.19 mg. †aFNDmo-pb= Fibra neutro detergente corregida por cenizas y proteína bruta. § ivDMi2 = Indigestibilidad de la materia seca obtenida mediante la determinación de la digestibilidad *in vitro* dos pasos (pepsina/pancreatina).

Resultados y discusión

El consumo medio diario (CMD) fue un 13% mayor en los animales alimentados con un mayor nivel de fibra soluble (52,1 vs. 58,3 g/d; P=0,004. Tabla 2). Sin embargo, la ganancia media diaria (GMD) y la eficacia alimenticia fue similar en todos los tratamientos. Esto contrasta con Gómez-Conde *et al.* (2007), donde animales de la misma edad (25 a 35 d), y con un nivel de inclusión de pulpa de remolacha (PR) y manzana (PM) superior (150 y 50 g/kg respectivamente), mostraron un CMD un 7% inferior respecto a los piensos donde no se incluyeron estas materias primas, pero superior al obtenido en el presente estudio. Esta diferencia puede deberse al peso inicial de los animales y/o al menor nivel de inclusión de pulpa de remolacha en este trabajo.

Durante este periodo de estudio (25 a 35 d) el incremento del nivel de fibra soluble redujo la mortalidad (15,7 vs. 2,8%; P = 0,002). Este resultado puede ser debido al efecto que ejerce la fibra soluble sobre la mucosa, ya que la fibra soluble aumenta un 45% el flujo ileal de mucinas (1,46 vs. 2,12 g/d; P<0,001) como ya observó El Abed *et al.* (2011), así como a su influencia sobre la microbiota intestinal (Gómez-Conde *et al.*, 2007, 2009). Mientras que un déficit de treonina tendió a aumentar la mortalidad (11,4 vs. 7,1%; P = 0,091). Los tratamientos no afectaron la morbilidad.

TABLA 2. Efecto del nivel de fibra soluble y de treonina sobre los rendimientos productivos y mortalidad en conejos entre los 25 y los 35 días de edad.

| | Piensos experimentales | | | | SEM ¹ | P-valor | | |
|---------------------------|------------------------|----------|----------|----------|------------------|---------------|----------|--------------------------|
| | BFS/BThr | BFS/AThr | AFS/BThr | AFS/AThr | | Fibra Soluble | Treonina | Fibra soluble x Treonina |
| Fibra soluble, g/kg | 89 | 89 | 119 | 119 | | | | |
| Treonina, g/kg | 5 | 6.4 | 5 | 6.4 | | | | |
| Número de conejos | 27 | 27 | 30 | 31 | | | | |
| CMD, g/d | 52.3 | 51.9 | 55.1 | 61.4 | 2.13 | 0.004 | 0.16 | 0.11 |
| GMD, g/d | 35.1 | 36.1 | 37.2 | 38.1 | 1.3 | 0.10 | 0.43 | 0.95 |
| Eficacia alimenticia, g/g | 0.674 | 0.689 | 0.686 | 0.637 | 0.018 | 0.25 | 0.34 | 0.07 |
| Mortalidad, % | 17.1 | 14.3 | 5.71 | 0.00 | — | 0.002 | 0.091 | 0.14 |
| Morbilidad, % | 5.71 | 8.57 | 8.57 | 11.4 | — | 0.54 | 0.54 | 0.93 |

¹n = 35 para la mortalidad y la morbilidad. CMD= Consumo media diario. GMD= Ganancia media diaria.

Pese al efecto observado de la fibra soluble sobre la ingestión, los tratamientos no afectaron al peso del tracto digestivo, del estómago y del ciego (28,2, 7,51 y 9,37% PV; $P \geq 0,29$ de media, respectivamente). Por su parte, los valores del pH cecal tendieron a reducirse ligeramente al aumentar el nivel de fibra soluble (5,42 vs. 5,32; $P = 0,10$), efecto que se repite en trabajos previos como indican Trocino *et al.* (2013). Los tratamientos no modificaron el coeficiente de digestibilidad ileal de la materia seca ni de la proteína que fueron de un 45,2 y un 48,3% (Tabla 3). La digestibilidad ileal del almidón aumentó un 2,4% al aumentar la fibra soluble (90,1 vs. 92,4; $P < 0,001$) resultado similar al obtenido por Gómez-Conde *et al.* (2007) y que estuvo vinculado a un mejor estado de la mucosa y una menor mortalidad. Además se observó una interacción fibra soluble x treonina debido a la reducción de la digestibilidad ileal del almidón cuando el pienso con menor contenido en fibra soluble también era deficitario en treonina ($P < 0,05$), lo que podría estar relacionado con un efecto negativo de un déficit de treonina sobre la mucosa intestinal. Sin embargo en este sentido, no se observó efecto del nivel de treonina sobre el flujo ileal de mucinas. La digestibilidad ileal de la FDT tendió a aumentar con el incremento de fibra soluble en el pienso (5,18 vs.14,7%; $P = 0,065$). Este resultado se debe a la mayor proporción de fibra soluble sobre el total de fibra, a su mayor fermentabilidad (superior al 90%), así como a la mayor fermentabilidad de la fibra insoluble poco lignificada de la pulpa de remolacha (Abad, 2011).

TABLA 3. Efecto del nivel de treonina y fibra soluble sobre la digestibilidad ileal aparente en conejos de 35-d de edad.

| | Piensos experimentales | | | | SEM ¹ | P-valor | | |
|---|------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------|---------------|----------|--------------------------|
| | BFS/BThr | BFS/AThr | AFS/BThr | AFS/AThr | | Fibra soluble | Treonina | Fibra Soluble x Treonina |
| Fibra soluble | 8.3 | 8.3 | 11.1 | 11.1 | | | | |
| Treonina | 0 | 0.142 | 0 | 0.142 | | | | |
| Digestibilidad ileal aparente, % | | | | | | | | |
| Materia seca | 45.6 | 45.9 | 44.5 | 44.9 | 3.11 | 0.73 | 0.90 | 0.99 |
| Proteína bruta | 50.0 | 49.3 | 46.8 | 47.1 | 4.75 | 0.53 | 0.99 | 0.88 |
| Almidón | 89.1 ^c | 91.2 ^b | 92.6 ^a | 92.2 ^{ab} | 0.51 | <0.001 | 0.11 | 0.013 |
| Fibra dietética total | 5.14 | 5.22 | 13.7 | 15.7 | 5.01 | 0.065 | 0.84 | 0.85 |

¹n = 8. ^{a,b,c} Las letras minúsculas dentro de una fila indican valores diferentes con $P < 0,05$.

Bibliografía

- Abad R. 2011. Quantification and nutritional relevance of insoluble and soluble sugar beet pulp fibre in rabbits. MSc Thesis. 53 pp. Mediterranean Agronomic Institute of Zaragoza, University of Zaragoza and Spanish Foundation for the Development of Animal Nutrition, Spain.
- Abad R., Ibáñez M.A., Carabaño R., García J. 2013. Quantification of soluble fibre in feed stuffs for rab-

bits and evaluation of the interference between the determinations of soluble fibre and intestinal mucin. *Anim. Feed Sci. Technol.* In press.

Association Official Analytical Chemists. 2000. *Official Methods of Analysis*. 17th ed. AOAC. Washington, DC.

De Blas C., Mateos G. 2010. *Feed formulation*. En: *The Nutrition of the Rabbit*. 2nd Edition. CABI, Wallingford, pp. 222-232.

El Abed N., Delgado R., Abad R., Romero C., Villamide M.J., Menoyo D., Carabaño R., García J. 2011. Soluble and insoluble fibre from sugar beet pulp enhances intestinal mucosa morphology in young rabbits. In: *Proceedings 62nd Annual meeting of the European Federation of Animal Science*. Book of abstracts, pp 159, Stavanger, Norway. Wageningen Academic Publishers. Retrieved. July 20 2012, from http://www.eaap.org/Stavanger/Stavanger_Book_of_Abstracts.pdf.

García J., Carabaño R., De Blas C. 1999. Effect of fiber source on cell wall digestibility and rate of passage in rabbits. *J. Anim. Sci.*, 77:898-905.

Gómez-Conde M.S., García J., Chamorro S., Eiras P., García-Rebollar P.G., Pérez De Rozas A., Badiola I., De Blas J., Carabaño R. 2007. Neutral detergent-soluble fiber improves gut barrier function in twenty-five-day-old weaned rabbits. *J. Anim. Sci.*, 85:3313-3321.

Gómez-Conde M.S., Pérez de Rozas A., Badiola I., Pérez-Alba L., De Blas C., Carabaño R., García J. 2009. Effect of neutral detergent soluble fibre on digestion, intestinal microbiota and performance in twenty five day old weaned rabbits. *Livest. Sci.*, 125:192-198.

Licois D., Wyers M., Coudert P. 2005. Epizootic rabbit enteropathy: Experimental transmission and clinical characteristics. *Vet. Res.*, 36:601-613.

Lien K.A., Sauer W.C., Fenton M. 1997. Mucin output in ileal digesta of pigs fed a protein-free diet. *Z. Ernährungswissenschaft*, 36:182-190.

Mertens D.R. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: Collaborative study. *J. AOAC Int.*, 85:1217-1240.

Montagne L., Piel C., Lallès J.P. 2004. Effect of diet on mucin kinetics and composition: nutrition and health implications. *Nutr. Rev.*, 62:105-114.

Robertson A.M., Mantle M., Fahim R.E., Specian R.D., Bennick A., Kawagishi S., Sherman P., Forstner J.F. 1989. The putative 'link' glycopeptide associated with mucus glycoproteins. Composition and properties of preparations from the gastrointestinal tracts of several mammals. *Biochem. J.*, 261:637-647.

Romero C., Nicodemus N., Rodríguez J.D., García A.I., de Blas C. 2011. Effect of type of grinding of barley and dehydrated alfalfa on performance, digestion, and crude mucin ileal concentration in growing rabbits. *J. Anim. Sci.*, 89:2472-2484.

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.

Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74:3583-3597.

Efecto de la suplementación de la dieta con arginina y glutamina sobre el rendimiento de las conejas y sus camadas durante las cinco primeras lactaciones

Effect of dietary supplementation with arginine and glutamine on the performance of rabbit does and their litters during the first five lactations

Delgado R., Abad R., Menoyo D., Carabaño R., García J.*

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

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

Resumen

Se estudió el efecto de la suplementación con arginina y glutamina así como su posible interacción sobre los rendimientos productivos de conejas reproductoras. Para ello se formuló una dieta basal (C) y se fabricaron otros 3 piensos añadiendo un 0,4% de arginina (ARG), un 0,4% de glutamina (GLN) y una mezcla de un 0,4% de arginina y un 0,4% de glutamina (ARG+GLN) a la ración basal. Se utilizaron 80 conejas nulíparas asignadas al azar a los piensos experimentales (20/tratamiento) y se controlaron hasta el quinto ciclo. El crecimiento de los gazapos se midió entre el nacimiento y el destete (0, 20 y 25 d) y se calculó la producción de leche diariamente. La suplementación con arginina incrementó el número de nacidos totales (12,3 vs. 11,1; $P = 0,028$) y tendió a aumentar el número de nacidos vivos (11,2 vs. 10,2; $P = 0,088$) dando un menor peso de la camada al nacimiento (0,56 vs. 0,62 kg; $P = 0,031$). Se observó una interacción arginina \times glutamina en los nacidos muertos siendo un 55,6% menor para el tratamiento sin suplementación de arginina y glutamina ($P = 0,054$). La producción de leche entre los 0 y los 25 d fue un 8% superior en las conejas suplementadas con arginina o con glutamina respecto a las alimentadas con el pienso control, mostrando un valor intermedio las conejas alimentadas con arginina y glutamina.

Palabras clave: arginina, glutamina, conejas reproductoras

Abstract

The aim of this work was to study whether the dietary supplementation with arginine and glutamine and the eventual relationship between them influence rabbit does performance. A basal diet was formulated (C) and another 3 diets were formulated by adding 0.4% arginine (ARG), 0.4 % glutamine (GLN) and a mixture of 0.4% arginine and 0.4% of glutamine (ARG+GLN) to the basal diet. Eighty nulliparous rabbit does were randomly assigned to the diets (20/diet) and controlled up to their fifth cycle. Rabbit growth were measured between birth and weaning (0, 20 y 25 d) and estimate milk production daily. Supplementation with arginine increased the number of kits born per litter (12.3 vs. 11.1; $P = 0.028$) and tended to increase the number of kits born alive (11.2 vs. 10.2; $P = 0.088$) reducing the litter weight at birth (0.56 vs. 0.62 kg; $P = 0.031$). Interaction of arginine \times glutamine was observed in the number of kits born dead being 55.6% lower for treatment without supplementation of arginine and glutamine. Milk production between 0 and 25 d was 8% higher in rabbits supplemented with arginine or glutamine compared to does fed control diet, showing an intermediate value rabbits fed with arginine and glutamine.

Key words: arginine, glutamine, rabbit does

Introducción

Los aminoácidos arginina y glutamina juegan un papel importante en el desarrollo de la placenta, del embrión y del feto durante la gestación influyendo en el tamaño de la camada (Distl, 2007). La arginina regula el flujo sanguíneo a través de la barrera placentaria promoviendo la transferencia de nutrientes y O_2 desde la madre al feto (Bird *et al.*, 2003), detectándose un aumento de la concentración de arginina en los fluidos uterinos respecto al plasma materno (Wu *et al.*, 1998). Este aumento en el flujo sanguíneo y de nutrientes se ha relacionado con una mayor supervivencia fetal y un mayor número de lechones nacidos vivos (Mateo *et al.*, 2007). La glutamina podría cooperar con la arginina, ya que también es un aminoácido abundante en el fluido uterino (Gao *et al.*, 2009) y en el fetal (Wu *et al.*, 1996). Sin embargo, los requerimientos de estos aminoácidos no han sido estudiados en conejas aunque el incremento de la prolificidad y los ritmos intensivos podrían limitar los nutrientes durante la gestación y la lactación. En gazapos lactantes podrían influir en el desarrollo de los órganos y los sistemas primarios claves para su supervivencia al destete. En este sentido Chamorro *et al.* (2010) observan una mejora en la supervivencia de gazapos en el post-destete cuando se adiciona glutamina en la dieta. El objetivo de nuestro trabajo fue ver cuál es el efecto de la suplementación con arginina y glutamina en la dieta y su posible interacción sobre los rendimientos productivos de las conejas a lo largo de 5 ciclos consecutivos.

Materiales y métodos

Se formuló una ración basal (C) con un contenido en proteína y FND del 19,0 y 35,9% respectivamente siguiendo las recomendaciones de De Blas y Mateos (2010). Se fabricaron otros tres piensos añadiendo un 0,4% de arginina (ARG), un 0,4% de glutamina (GLN) y una mezcla de un 0,4% de arginina y un 0,4% de glutamina (ARG+GLN) a la ración basal. Para llevar a cabo la prueba, se utilizaron 80 conejas nulíparas de la raza Neozelandés blanco × California que se inseminaron a los 130 días de edad con un peso medio de $4,12 \pm 0,32$ kg. Las conejas fueron asignadas al azar a los piensos experimentales (20/tratamiento) el día de la primera inseminación artificial. Los animales que en el periodo experimental no completaron al menos 3 lactaciones fueron eliminadas del experimento. Tras el parto, se hicieron adopciones entre los gazapos de las conejas pertenecientes a un mismo tratamiento, de manera que las camadas se igualaron a $10,2 \pm 2,8$ gazapos. Para determinar la gestación se realizó una palpación abdominal a los 14 días tras la inseminación. El periodo experimental terminó en el quinto ciclo al momento del parto. Las conejas estuvieron restringidas (150 g de pienso/día) durante la primera gestación hasta 10 d antes del parto y cuando no lactaban porque en la gestación anterior no habían quedado positivas y en el resto de los ciclos 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). El crecimiento de los gazapos se midió entre el nacimiento y el destete (0, 20 y 25 días de edad). Los datos procedentes del ensayo de lactación se analizaron mediante un modelo mixto de medidas repetidas que incluyó como factores fijos el nivel de arginina, el nivel de glutamina, 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. Se utilizó una estructura simétrica compuesta de acuerdo con SAS.

Resultados y discusión

La suplementación de las conejas con arginina incrementó el número de nacidos totales (12,3 vs. 11,1; $P = 0,028$) y tendió a aumentar el número de nacidos vivos (11,2 vs. 10,2; $P = 0,088$) lo que dio un menor peso de la camada al nacimiento (0,56 vs. 0,62 kg; $P = 0,031$) respecto a los animales no suplementados. Esto está de acuerdo con los resultados obtenidos en cerdas realizados por Mateo *et al.* (2007) donde la suplementación de la dieta con un 1% de arginina daba lugar a 2 lechones vivos más por camada. No se observó efecto de la glutamina sobre estas variables, si bien su suplementación aumentó el peso de la camada al nacimiento (0,61 vs. 0,57 kg; $P = 0,018$) respecto a los animales no suplementados. Se observó una interacción arginina × glutamina para el número de nacidos muertos siendo un 55,6% menor para el tratamiento sin suplementación de arginina y glutamina ($P < 0,05$). Este efecto también quedó reflejado en la mortalidad al nacimiento ($P < 0,05$). Sin embargo, al momento del destete (25 d), vemos que la suplementación con glutamina tendió a dar un menor peso de las camadas (3,62 vs. 3,82 kg; $P = 0,06$). Además tanto a los 20 como a los 25 d observamos una interacción arginina×glutamina debido a un menor peso de las camadas cuando reciben el pienso suplementado con arginina y glutamina ($P = 0,03$). La producción de leche medida desde el parto hasta el destete (25 d) fue un 8% superior en las

conejas suplementadas con arginina o con glutamina respecto a las alimentadas con el pienso control, mostrando un valor intermedio las conejas alimentadas con arginina y glutamina.

TABLA 1. Composición de los piensos experimentales.

| Dieta | C | ARG | GLN | ARG+GLN |
|---|------|------|------|---------|
| Arginina | 0 | 0 | 0,4 | 0,4 |
| Glutamina | 0 | 0,4 | 0 | 0,4 |
| Ingredientes, % | | | | |
| Trigo | 22,0 | 22,0 | 22,0 | 22,0 |
| Salvado de trigo | 22,0 | 22,0 | 22,0 | 22,0 |
| Torta de girasol 28-30 | 13,0 | 13,0 | 13,0 | 13,0 |
| Torta de soja 44 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| Concentrado proteico de soja 61 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Heno de alfalfa | 29,0 | 29,0 | 29,0 | 29,0 |
| Granilla desengrasada de uva | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Manteca | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| L-Lisina HCl | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 |
| DL-Metionina | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| L-Treonina | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Arginina | 0 | 0,4 | 0 | 0,4 |
| Glutamina | 0 | 0 | 0,4 | 0,4 |
| Carbonato cálcico | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,68 |
| Cloruro sódico | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Corrector vitamínico-mineral ¹ | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Cocidiostático ² | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Composición química analizada, %MS | | | | |
| MS | 89,9 | 89,3 | 89,7 | 90,1 |
| PB | 19,0 | 19,3 | 19,1 | 19,9 |
| FND | 35,9 | 35,2 | 34,9 | 35,3 |
| FAD | 17,9 | 17,4 | 17,6 | 17,9 |
| LAD | 4,81 | 4,46 | 4,56 | 4,41 |
| Energía bruta (MJ/kgMS) | 18,0 | 18,4 | 18,5 | 18,3 |

¹ Proveído por Trouw Nutrition-Tecna (Madrid, España). Composición mineral y vitamínica (mg/kg): Mn: 4000; Zn: 11840; Cu: 2000; I: 250; Co: 99; Fe: 15200; Niacina: 4000; Betaina: 10830; Cloruro de Colina: 27500; Vitamina K: 200; Vitamina B1: 200; Vitamina B2: 400; Vitamina B6: 200; Vitamina A: 1675000UI/kg; Vitamina D3: 150000 UI/kg; Vitamina E (acetato de Iodo-rac-alfa-tocoferilo): 40000UI/kg.

² 1ppm de diclazuril en pienso (anticoccidiótico) proveído por Esteve (España).

Entre el primer y segundo ciclo se observó un aumento del 11% de media en el número de nacidos totales y de nacidos vivos así como una tendencia a aumentar hasta el tercer ciclo donde se estabilizan ($P < 0,05$). El peso de los gazapos destetados (25 d) aumentó un 6% entre los dos primeros ciclos ($P < 0,05$). Todo esto, se tradujo en un aumento del 15% de media en los pesos de la camada tanto al nacimiento, como a los 20 d y al destete ($P < 0,001$). Esto concuerda con los resultados obtenidos por Xiccato *et al.* (2004) y Nicodemus *et al.* (2010) que asimismo encontraron un aumento en estos parámetros entre el primer y segundo ciclo, que se mantenía en el tercero. Por otro lado, el número de nacidos muertos se mantuvo durante los dos primeros ciclos aumentando un 48% en el tercero ($P = 0,011$). La producción de leche aumentó entre el primer y segundo ciclo un 9% momento a partir del cual se estabiliza coincidiendo también con los resultados observados por Nicodemus *et al.* (2010). En el quinto parto se observó un incremento en los nacidos totales, los nacidos vivos y los destetados probablemente debido a que al final del experimento quedaron los mejores animales de cada grupo.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado gracias al proyecto AGL2011-23885 del Ministerio de Ciencia e Innovación y S2009/AGR-1704 de la Comunidad de Madrid. Agradecemos a Ajinomoto Eurolysine S.A.S. e Indukern S.A. el suministro de los aminoácidos, y al Dr. Enrique Blas y su equipo la fabricación de los piensos experimentales.

Bibliografía

Bird I.M., Zhang L.B., Magness R.R. 2003. Possible mechanisms underlying pregnancy-induced changes in uterine artery endothelial function. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 284:245-258.

- Chamorro S., De Blas C., Grant G., Badiola I., Menoyo D., Carabaño R. 2010. Effect of dietary supplementation with glutamine and a combination of glutamine-arginine on intestinal health in twenty-five-day-old weaned rabbits. *J. Anim Sci.*, 88:170-180.
- De Blas C., Mateos G.G. 2010. Feed formulation. In: *Nutrition of the rabbit*, 2nd edition (De Blas C., Wiseman J., ed.). pp. 222-232.
- Distl O. 2007. Mechanisms of regulation of litter size in pigs on the genome level. *Reprod. Domest. Anim.*, 42, Suppl. 2:10-16.
- Gao H., Wu G., Spencer T.E., Johnson G.A., Li X., Bazer F.W. 2009. Select nutrients in the ovine uterine lumen: I. Amino acids, glucose and ions in uterine luminal flushings of cyclic and pregnant ewes. *Biol. Reprod.*, 80:86-93.
- Mateo R.D., Wu G., Bazer F.W., Park J.C., Shinzato I., Kim S.W. 2007. Dietary L-arginine supplementation enhances the reproductive performance of gilts. *J. Nutr.*, 137:652-656.
- Nicodemus N., Redondo R., Pérez-Alba L., Carabaño R., De Blas J.C., García J. 2010. Effect of level of fibre and type of grinding on the performance of rabbit does and their litters during the first three lactations. *Livest. Sci.*, 129:186-193.
- Xiccato G., Trocino A., Sartori A., Queaque P.I. 2004. Effect of parity order and litter weaning age on the performance and body energy balance of rabbit does. *Livest. Prod. Sci.*, 85:239-251.
- Wu G., Bazer F.W., Tuo W., Flynn S.P. 1996. Unusual abundance of arginine and ornithine in porcine allantoic fluid. *Biol. Reprod.*, 54:1261-1265.
- Wu G., Pond W.G., Ott T., Bazer F.W. 1998. Maternal dietary protein deficiency decreases amino acid concentrations in fetal plasma and allantoic fluid of pigs. *J. Nutr.*, 128:894-902.

TABLA 2. Efecto del tipo de aminoácidos, su nivel de inclusión y el número de lactación sobre el rendimiento de las conejas y sus camadas.

| | Dieta | | | | | | | | | | Ciclo | | | | | P-valor | | |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|---------|-------|--|
| | C | ARG | | GLN | | ARG+GLN | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | rsd | ARG | GLN | ARGxGLN | Ciclo | |
| | | 0 | 0,4 | 0 | 0,4 | 0 | 0,4 | | | | | | | | | | | |
| Arginina | 0 | 0,4 | 0 | 0,4 | 0 | 0,4 | 0,4 | | | | | | | | | | | |
| Glutamina | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | | | | | | | | | | | | |
| Número total nacidos por camada | 17 | 16 | 14 | 14 | 16 | 16 | 63 | 61 | 56 | 28 | 28 | 28 | 0,028 | 0,85 | 0,65 | <0,001 | | |
| Número nacidos vivos | 11,0 | 12,5 | 11,2 | 11,2 | 12,1 | 12,1 | 9,94 ^a | 11,2 ^b | 12,0 ^{bc} | 11,7 ^b | 13,6 ^c | 13,6 ^c | 0,088 | 0,53 | 0,64 | 0,009 | | |
| Número nacidos muertos | 10,5 | 11,2 | 9,97 | 9,97 | 11,1 | 11,1 | 9,34 ^a | 10,5 ^b | 10,8 ^{bc} | 10,2 ^{ab} | 12,7 ^c | 12,7 ^c | 0,21 | 0,30 | 0,054 | 0,011 | | |
| Número inicial | 0,51 ^a | 1,24 ^b | 1,19 ^b | 1,19 ^b | 1,03 ^b | 1,03 ^b | 0,59 ^a | 0,69 ^a | 1,24 ^b | 1,53 ^b | 0,91 ^{ab} | 0,91 ^{ab} | 0,76 | 0,33 | 0,66 | 0,12 | | |
| Número gazapos 20 d | 10,2 | 10,5 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 9,53 | 10,2 | 10,3 | 9,79 | 11,2 | 11,2 | 0,93 | 0,26 | 0,63 | 0,10 | | |
| Números gazapos destetados (25 d) | 9,21 | 9,32 | 9,02 | 9,02 | 8,86 | 8,86 | 8,66 | 9,19 | 8,65 | 8,92 | 10,1 | 10,1 | 0,95 | 0,26 | 0,58 | 0,0088 | | |
| Peso camada al nacimiento, kg | 9,17 | 9,31 | 9,01 | 9,01 | 8,84 | 8,84 | 8,61 ^a | 9,13 ^{ab} | 8,63 ^a | 8,93 ^{ab} | 10,1 ^b | 10,1 ^b | 0,031 | 0,018 | 0,44 | <0,001 | | |
| Peso camada a 20 d, kg | 0,60 | 0,53 | 0,63 | 0,63 | 0,59 | 0,59 | 0,48 ^a | 0,59 ^b | 0,62 ^b | 0,58 ^b | 0,67 ^b | 0,67 ^b | 0,65 | 0,20 | 0,03 | <0,001 | | |
| Peso camada al destete, kg | 2,98 ^{ab} | 3,11 ^b | 3,05 ^b | 3,05 ^b | 2,84 ^a | 2,84 ^a | 2,68 ^a | 3,04 ^b | 3,06 ^b | 3,20 ^b | - | - | 0,49 | 0,06 | 0,03 | <0,001 | | |
| Peso gazapos al nacimiento, g | 3,74 ^b | 3,89 ^b | 3,76 ^b | 3,76 ^b | 3,47 ^a | 3,47 ^a | 3,31 ^a | 3,88 ^b | 3,81 ^b | 3,86 ^b | - | - | 0,73 | 0,09 | 0,16 | 0,46 | | |
| Peso gazapos a 20 d, g | 59,3 | 51,9 | 56,8 | 56,8 | 56,1 | 56,1 | 54,6 | 58,0 | 58,0 | 56,3 | 53,3 | 53,3 | 0,62 | 0,68 | 0,53 | 0,039 | | |
| Peso gazapos al destete (25d), g | 347 | 349 | 363 | 363 | 346 | 346 | 328 ^a | 340 ^{ab} | 367 ^b | 370 ^b | - | - | 0,46 | 0,90 | 0,52 | 0,035 | | |
| Mortalidad al nacimiento (%) | 438 | 437 | 448 | 448 | 423 | 423 | 407 ^a | 435 ^b | 461 ^b | 443 ^{ab} | - | - | 0,74 | 0,17 | 0,054 | 0,07 | | |
| Mortalidad al destete (%) | 4,46 ^a | 9,75 ^{ab} | 12,9 ^b | 12,9 ^b | 8,43 ^{ab} | 8,43 ^{ab} | 6,35 | 5,87 | 11,0 | 13,4 | 6,93 | 6,93 | 0,84 | 0,34 | 0,48 | 0,14 | | |
| Producción de leche, kg | 9,41 | 10,4 | 12,6 | 12,6 | 10,9 | 10,9 | 9,27 | 9,73 | 14,2 | 11,4 | 9,47 | 9,47 | 0,52 | 0,40 | 0,004 | <0,001 | | |
| 0-20 días | 4,11 ^a | 4,53 ^b | 4,55 ^b | 4,55 ^b | 4,29 ^{ab} | 4,29 ^{ab} | 3,95 ^a | 4,33 ^b | 4,52 ^{bc} | 4,67 ^c | - | - | 0,88 | 0,61 | 0,018 | <0,001 | | |
| 0-25 días | 5,33 ^a | 5,73 ^b | 5,78 ^b | 5,78 ^b | 5,43 ^{ab} | 5,43 ^{ab} | 5,05 ^a | 5,60 ^b | 5,81 ^b | 5,81 ^b | - | - | 0,53 | 0,61 | 0,018 | <0,001 | | |

^{a-c} Las medias de cada dieta con letras diferentes en la misma fila indican que difieren en P < 0,05.

^{a-c} Las medias de los ciclos con letras diferentes en la misma fila indican que difieren en P < 0,05.

Efecto de las fracciones soluble e insoluble de la pulpa de remolacha sobre la microbiota ileal y cecal de gazapos tras el destete

Effect of soluble and insoluble fractions of sugar beet pulp on ileal and caecal microbiota of rabbits after weaning

El Abed N.¹, Badiola I.², Pérez de Rozas A.², González J.², Menoyo D.¹, Carabaño R.¹, García J.^{1*}

¹ Departamento de Producción Animal, E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, Spain.

² CReSa (UAB-IRTA), Bellaterra, 08193 Barcelona, Spain.

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

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de los diferentes componentes de la pulpa de remolacha sobre la microbiota ileal y cecal de los gazapos tras el destete. Cuatro piensos semi sintéticos fueron formulados con niveles similares de fibra insoluble (FND 33%) y proteína (16% MS). El nivel de fibra soluble fue bajo en el pienso Control (3,7% FS) y en el pienso con la fracción insoluble de la pulpa de remolacha (InsSBP, 3,0% FS), mientras que fue más elevado en el pienso con pectinas de remolacha añadidas (Pectin, 8,4% FS) así como en el que se incluyó pulpa de remolacha (SBP, 9,7% FS). Ochenta conejos destetados, con 25 días de edad fueron bloqueados por camadas y asignados al azar a los 4 piensos experimentales (20 animales/pienso). A los 35 días se sacrificaron los animales para tomar muestras del contenido ileal y cecal que fueron analizadas con la técnica 16S rRNA RFLP. La microbiota ileal y cecal fue diferente en todos los tratamientos ($P < 0,001$) y los cambios generados por los tratamientos fueron distintos a nivel del íleon y del ciego. De acuerdo con el índice de Shannon a nivel ileal el pienso SBP disminuyó la biodiversidad debido a una disminución de las especies bacterianas relativamente minoritarias, mientras que la fracción insoluble de la SBP aumentó estas especies y por tanto la biodiversidad ($P < 0,05$), sin llegar a afectar las especies más dominantes como sugiere el índice de Simpson. El pienso SBP dio lugar a la comunidad bacteriana más distinta con respecto a los otros tres tratamientos a nivel ileal ($P < 0,001$), en especial con el pienso InsSBP, mientras que el pienso Control y el pienso Pectin mostraron las comunidades bacterianas más cercanas. De acuerdo con el índice de Simpson a nivel cecal el pienso Control aumentó la biodiversidad indicando una reducción de las especies dominantes en comparación con el resto de tratamientos. Esto concuerda con que la microbiota cecal del pienso Control fue la que más se distanció del resto, mientras que la comunidad bacteriana de los piensos SBP e InsSBP fueron las más próximas. El consumo de las pectinas, de la fracción insoluble de la pulpa de remolacha así como de la pulpa entera modifica la microbiota intestinal de los gazapos.

Palabras clave: pulpa de remolacha, fibra soluble, fibra insoluble, microbiota, conejos

Abstract

The aim of this work was to investigate the effect of the different carbohydrate components of sugar beet pulp (SBP) on ileal and caecal microbiota in rabbits. Four semi-synthetic diets were formulated with similar level of insoluble fibre (33% NDF) and protein (16%) to isolate the effect of fibrous fraction. Control diet was formulated to contain the lowest level of soluble fibre (3% SF). A second diet was obtained by substituting 60 g of starch of the Control diet by SBP pectins (8.4% SF). Two more diets were obtained by substituting part of the fibrous sources (0.4) of the control diet by either SBP or by the insoluble SBP fibre, respectively (SBP and InsSBP diets with 9.7 and 3.0 % FS). Eighty weanling rabbits, 25 d of age, were blocked by litter and randomly assigned to the 4 experimental diets. Animals were housed individually and fed ad libitum with the experimental diets

during a 10-day period. At 35 days of age all rabbits were slaughtered, sampled the digesta and the ileal and caecal microbiota were analyzed using 16S RNA RFLP technique. Ileal and caecal microbiota differed among all treatments ($P < 0.001$) and effect of treatments differed between ileum and caecum. According to Shannon index, SBP diet decreased ileal biodiversity due to a decrease of the relatively minor bacterial species, while the InsSBP diet increased these species and the ileal biodiversity ($P < 0.05$), without affecting the dominant species according to Simpson index. SBP diet resulted in the most distinct ileal bacterial community compared the other treatments ($P < 0.001$), especially compared to InsSBP diet, whereas the bacterial community from rabbits fed Control and Pectin diets showed the closest microbiota. According to Simpson index, Control diet increased caecal biodiversity, due to the decrease of dominant species, compared the other three treatments ($P < 0.05$). This is in agreement with the highest shift in bacterial community observed in rabbits fed Control diet compared the other three diets, whereas those fed SBP and InsSBP showed the closest microbiota.

Key words: sugar beet pulp, insoluble fibre, soluble fibre, microbiota, rabbits

Introducción

El incremento de fibra soluble (FS) hasta alrededor del 12% mejora la salud digestiva de los gazapos (Trocino *et al.*, 2013). La inclusión de fibra soluble se realiza habitualmente incorporando niveles crecientes de pulpa de remolacha. Se ha observado que el aumento de la fibra soluble con este ingrediente mejora la morfología de la mucosa del yeyuno y modifica la microbiota intestinal (Gómez-Conde *et al.*, 2007 y 2009). Estos efectos de la pulpa de remolacha podrían atribuirse tanto a su fracción soluble como insoluble, siendo ambas muy fermentables. Resultados previos obtenidos con los piensos utilizados en este experimento han mostrado que tanto la fracción soluble e insoluble de la fibra de la pulpa de remolacha influyen positivamente sobre la morfología de la mucosa del yeyuno y modifican la viscosidad de la digesta ileal (El Abed *et al.*, 2011a,b). El objetivo de este trabajo fue estudiar los efectos que ejercen las distintas fracciones de la fibra de la pulpa de remolacha sobre la microbiota ileal y cecal en gazapos tras el destete.

Material y métodos

Se formularon 4 dietas experimentales semi-sintéticas con niveles similares de FND y proteína bruta (Tabla 1). La dieta control (C) fue formulada a base de almidón de trigo y caseína, como fuentes de almidón y proteína altamente digestibles a nivel ileal, utilizando como fuentes de fibra insoluble poco fermentable la paja de trigo y cascarilla de girasol (3,7 g FS/100 g MS).

TABLA 1. Ingredientes y composición química de las dietas experimentales.

| | Control | Pectin | InsSBP | SBP |
|---|---------|--------|--------|------|
| Ingredientes | | | | |
| Paja de trigo | 18,0 | 18,0 | 11,1 | 11,1 |
| Cascarilla de girasol | 18,0 | 18,0 | 11,1 | 11,1 |
| Pulpa de remolacha | — | — | — | 26,0 |
| Pulpa de remolacha insoluble ¹ | — | — | 14,0 | — |
| Pectina ² | — | 6,0 | — | — |
| Almidón de trigo | 36,0 | 30,0 | 36,0 | 26,7 |
| Caseína | 15,4 | 15,4 | 15,6 | 14,4 |
| Lignicelulosa ³ | 5,0 | 5,0 | 3,1 | 3,1 |
| Sacarosa | — | — | 1,5 | — |
| Otros ⁴ | 8,1 | 8,1 | 8,1 | 8,1 |
| Composición química, % DM | | | | |
| Proteína bruta | 16,2 | 15,9 | 16,1 | 16,2 |
| Fibra neutro detergente | 32,4 | 32,1 | 32,5 | 33,0 |
| Fibra ácido detergente | 19,8 | 19,5 | 19,5 | 20,2 |
| Lignina ácido detergente | 4,84 | 4,38 | 3,34 | 4,38 |
| Fibra soluble (TDF-IDF) | 3,7 | 8,4 | 3,0 | 9,7 |

¹ Obtenido mediante extracción de la fracción soluble de la fibra. ² Pectinas de pulpa de remolacha (Betapec RU 301, Herbstreith & Fox). ³: Betapec. ⁴: Alfalfa marcada con Yb, 0,5%; aceite de soja, 3,75; cloruro de sodio 0,7; fosfato de calcio 0,9; carbonato de calcio 0,9; DL-metionina 0,1; Exal 0,25; minerales y vitaminas 0,5.

El 40% de los ingredientes fibrosos de la dieta C fueron sustituidos por la pulpa de remolacha (Fipex, Nordic Sugar), fuente de fibra soluble e insoluble fermentable, para obtener la dieta SBP (9,7 g FS/100 g MS), o por la fibra insoluble de la pulpa de remolacha (obtenida mediante la solubilización y extracción de la fracción soluble) para conseguir la dieta InsSBP (3 g FS/100 g MS). Finalmente, un 6% del almidón de trigo de la dieta C fueron remplazados por pectinas de pulpa de remolacha (Betapec RU 301, Herbs-treith & Fox) para obtener la dieta PEC (8,2 g FS/100 g MS). Se utilizaron 80 gazapos destetados a 25 días de edad que fueron bloqueados por camada y distribuidos al azar a los 4 piensos experimentales (20 conejos/pienso). Los animales fueron alojados individualmente y alimentados *ad libitum* durante 10 días después del destete. A los 35 días de edad, los animales fueron sacrificados. Inmediatamente, se tomó muestra de 1 g tanto del contenido ileal como del cecal, se conservaron en etanol y se analizaron utilizando la técnica RFLP de acuerdo con Gómez-Conde *et al.* (2007). Para el análisis de los resultados se utilizó el STATFINGERPRINTS versión 1.3 (Michelland *et al.*, 2009) ejecutado en R versión 2.10 (R Development Core Team, 2010). La proximidad de los perfiles de RFLP derivados de las comunidades bacterianas se evaluó mediante el cálculo de la matriz de similitud utilizando la distancia de Bray Curtis. Las matrices de distancia de la comunidad bacteriana se representaron gráficamente utilizando la escala no métrica multidimensional (nMDS). Las diferencias entre los grupos de los perfiles RFLP de la comunidad bacteriana se calcularon utilizando un análisis ANOSIM que calcula la similitud (R-ANOSIM) entre tratamientos y su probabilidad. El estadístico R varía desde 0 (poco separado) a 1 (bien separado) (Ramette, 2007). Se calculó en índice de biodiversidad ileal y cecal mediante el cálculo del índice de Simpson y el índice de Shannon, y se analizó mediante un análisis de varianza. Finalmente, se analizó la varianza intra e inter grupos.

Resultados y discusión

Tanto el análisis de biodiversidad y Anosim muestran que los piensos experimentales afectaron la comunidad bacteriana ileal y cecal resultando diferentes en todos los tratamientos ($P < 0,001$) y los cambios generados por los tratamientos fueron distintos a nivel del íleon y del ciego (Tablas 2 y 3).

TABLA 2. Efecto de los tratamientos sobre el índice de Shannon en conejos de 35 días de edad (20 conejos/tratamiento).

| | | Control | Pectin | InsSBP | SBP | SEM | P-value |
|-------------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|---------|
| Índice de Simpson | Íleon | 4,81 | 4,73 | 4,53 | 4,74 | 0,071 | 0,107 |
| | Ciego | 4,92 ^a | 4,64 ^b | 4,73 ^b | 4,66 ^b | 0,06 | 0,003 |
| Índice de Shannon | Íleon | 1,01 ^b | 1,02 ^b | 1,11 ^a | 0,89 ^c | 0,03 | <0,001 |
| | Ciego | 1,10 | 1,19 | 1,16 | 1,11 | 0,03 | 0,14 |

TABLA 3. Valores de similaridad (R-ANOSIM) de las bandas RFLP de la comunidad bacteriana ileal y cecal entre de los diferentes tratamientos (n=20 animales/pienso).

| | Control | Pectin | InsSBP |
|--------------|----------|----------|----------|
| Íleon | | | |
| Pectin | 0,448*** | | |
| InsSBP | 0,642*** | 0,779*** | |
| SBP | 0,865*** | 0,795*** | 0,918*** |
| Ciego | | | |
| Pectin | 0,735*** | | |
| InsSBP | 0,697*** | 0,526*** | |
| SBP | 0,726*** | 0,651*** | 0,395*** |

*** $P < 0,001$.

De acuerdo con el índice de Shannon los animales que consumieron la dieta SBP tuvieron la comunidad bacteriana ileal menos diversa con respecto a los animales de los otros tres tratamientos. Esto sugiere que los animales alimentados con el pienso SBP tuvieron menos especies relativamente minoritarias que los animales de los otros piensos, mientras que la fracción insoluble de la SBP aumentó estas especies y por tanto la biodiversidad ($P < 0,05$), sin llegar a afectar las especies más dominantes como sugiere el índice de Simpson. El índice de Shannon, en contraposición al índice Simpson, resta importancia a las especies dominantes en la comunidad bacteriana a favor a las especies minoritarias (Michelland

et al., 2009). De acuerdo con el análisis Anosim el pienso SBP dio lugar a la comunidad bacteriana más distinta con respecto a los otros tres tratamientos a nivel ileal ($P < 0,05$), en especial con el pienso InsSBP (R-Anosim: 0,918; $P < 0,001$), mientras que el pienso Control y el pienso Pectin mostraron las comunidades bacterianas más cercanas (R-Anosim: 0,448; $P < 0,001$) como se observa en la representación gráfica nMDS (Figura 1). Esto sugiere que la fracción soluble de la pulpa de remolacha favorece la implantación de una microbiota diferenciada con respecto a los piensos con fibra insoluble poco fermentable en íleon. Esto está en consonancia con los resultados de la biodiversidad ya comentados, y con los resultados obtenidos por Gómez-Conde et al. (2007 y 2009).

FIGURA 1. nMDS de las bandas RFLP de la comunidad bacteriana ileal de los Conejos a los 35 días de edad ($n=20$).

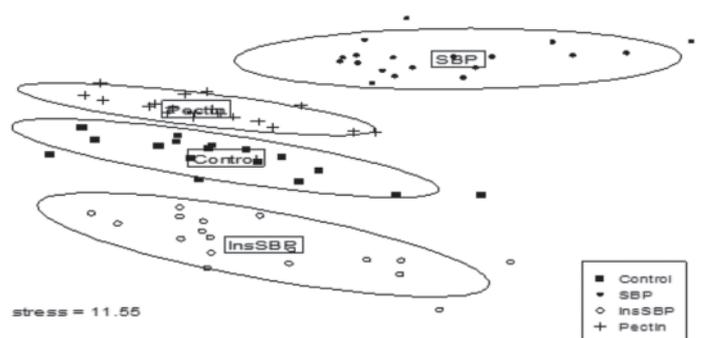
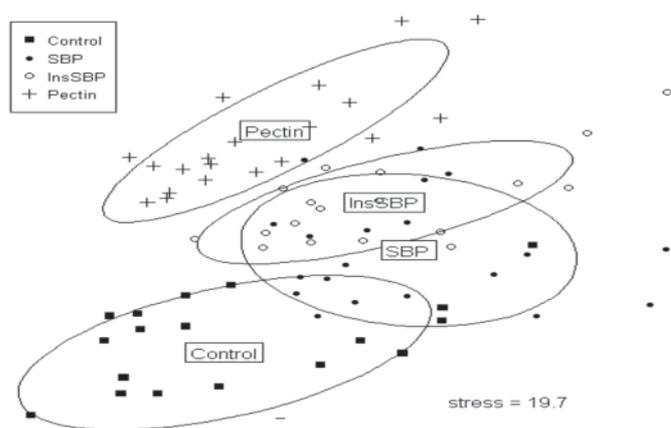
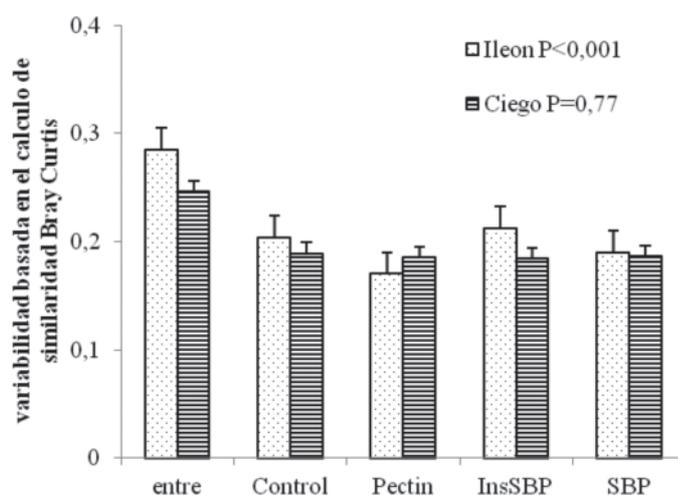


FIGURA 2. nMDS de las bandas RFLP de la comunidad bacteriana cecal de los Conejos a los 35 días de edad ($n=20$).



De acuerdo con el índice de Simpson a nivel cecal el pienso Control aumentó la biodiversidad ($P < 0,05$, Tabla 2) indicando una reducción de las especies dominantes en comparación con el resto de tratamientos. Esto concuerda con que la microbiota cecal del pienso Control fue la que más se distanció del resto (R-Anosim $> 0,697$; $P < 0,001$), mientras que la comunidad bacteriana de los piensos SBP e InsSBP fueron las más próximas (R-Anosim: 0,395; $P < 0,001$) como se observa en la representación gráfica nMDS (Figura 2). La Figura 3 refleja que la variabilidad entre los animales de los distintos tratamientos fue mayor que la variabilidad dentro de cada tratamiento. Por otra parte, la variabilidad dentro de cada tratamiento a nivel del ciego fue homogénea mientras que a nivel del íleon la microbiota de los animales del pienso control y del pienso InsSBP fue más heterogénea ($P < 0,05$). En conclusión, las distintas fracciones fibrosas de la pulpa de remolacha modifican la microbiota intestinal de los gazapos.

FIGURA 3. Efecto de los tratamientos sobre la variabilidad inter e intra grupos en conejos (20 animales/tratamientos) a los 35 días de edad.



Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado gracias a los proyectos AGL2008-00627 de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) y S2009/AGR-1704 de la Comunidad de Madrid. Agradecemos a PITE S.A. (Tordesillas), Grupo SOS Cuétara (Andújar) y Rettenmaier Ibérica S.L. (Barcelona) su colaboración, y a Nutreco PRRC la fabricación de los piensos experimentales.

Bibliografía

- El Abed N., Delgado R., Abad R., Romero C., Villamide M.J., Menoyo D., Carabaño R., García J. 2011a. Soluble and insoluble fibre from sugar beet pulp enhances intestinal mucosa morphology in young rabbits. In: Proceedings 62nd Annual meeting of the European Federation of Animal Science. Book of abstracts, pp 159, Stavanger, Norway. Wageningen Academic Publishers. Retrieved. July 20 2012, from http://www.eaap.org/Stavanger/Stavanger_Book_of_Abstracts.pdf.
- El Abed N., Delgado R., Abad R., Romero C., Fernandez, A., Villamide M.J., Menoyo D., García, J., Carabaño, R. 2011b. Effect of soluble fibre on growth performances, fecal digestibility and digestive traits in rabbits around weaning. In Proc.: Giornate di Conigliocultura ASIC 2011, 8-9 April, 2011. Forlì, Italy. pp. 75-77. Available at: http://www ASIC-wrsa.it/documenti/giornate2011/lavori/L11_Elabeled.pdf. Accessed July 2012.
- 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.
- Gómez-Conde M.S., Pérez de Rozas A., Badiola I., Pérez-Alba L., de Blas C., Carabaño R., García J. 2009. Effect of neutral detergent soluble fibre on digestion, intestinal microbiota and performance in twenty five day old weaned rabbits. *Livest. Sci.*, 125:192-198.
- Michelland R.J., Dejean S., Combes S., Fortun-Lamothe L., Cauquil L. 2009. StatFingerprints: a friendly graphical interface program for processing and analysis of microbial fingerprint profiles. *Mol. Ecol. Resour.*, 9:1359-1363.
- Ramette A. 2007. Multivariate analyses in microbial ecology. *Microbiol. Ecol.*, 62:142-160.
- 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.

Evaluación de la suplementación con SANACORE EN en el periodo de cebo de gazapos

Evaluation of supplementation of SANACORE EN on the performance of rabbits

Mora F.X.^{1*}, Gifra J.¹

ASVET VETERINARIS S.L.

*Dirección de contacto: asvetveterinaris@gmail.com

Resumen

El uso de aditivos en alimentación animal como prebióticos, probióticos, aceites esenciales y otros aditivos naturales, ya sean juntos o por separado en la alimentación del conejo para mantener o mejorar la salud intestinal es una de las armas que actualmente se están utilizando para disminuir el uso de los antibióticos en cunicultura y otras especies animales. El objetivo es mantener o mejorar la mortalidad y los resultados zootécnicos gracias a la mejora de la digestibilidad del pienso y la disminución del crecimiento de bacterias con potencial patógeno en el tracto digestivo. La sinergia entre ellos es clara y por ese motivo se ensayo la utilización de SANACORE EN -mezcla de aceites esenciales, butirato y propionato sódicos microencapsulados y ácidos grasos de cadena media- en conejos haciendo tres grupos: GM Pienso medicado, GMS pienso medicado más 2kg/tn SANACORE EN, GS pienso sin medicar con 2 kg/tn SANACORE EN. En los resultados obtenidos hay una mejora en la mortalidad (4,93% GM, 1,97% GMS y 9,86% GS) e índice de conversión (3,54 GM, 3,35 GMS y 3,86 GS) en el grupo GMS (pienso medicado con suplemento de SANACORE EN).

Palabras clave: aditivos, Sanacore, rendimientos productivos, probioticos, prebioticos, aceites esenciales, salud intestinal

Abstract

The use of additives in animal feed as prebiotics, probiotics, essential oils and other natural additives, together or separately in rabbit feeding to maintain or improve gut health, is the basic strategy to reduce the use of antibiotics in rabbits and other animals. The objective is to maintain or improve mortality and zootechnical performance by improving feed digestibility and decreased pathogenic bacteria in the digestive tract. The synergy between them is clear and for that reason SANACORE assay using -blend of essential oils, microencapsulated butyrate and propionic and medium-chain fatty acids- in rabbits by three groups: GM Medicated feed; GMS medicated feed with 2kg/tn SANACORE and GS unmedicated feed with 2 kg/tn SANACORE. The results is decrease in mortality (4.93% GM, 1.97% GMS and 9.86% GS) and conversion rate (GM 3.54, GMS 3.35 and 3.86 GS) in the GMS group (medicated feed supplement with SANACORE EN).

Key words: additives, Sanacore, performances, probiotics, prebiotics, essential oils, intestinal health

Introducción

Los problemas digestivos son el problema sanitario a nivel general más grave e insidioso en las granjas de conejos y, a nivel general, de todos los animales. Las necesidades de obtener mayores rendimientos productivos en las explotaciones junto con la mayor rentabilidad económica posible se está viendo que

pasa necesariamente por una buena salud intestinal y un equilibrio de la microbiota cecal correcta en el conejo, pues de lo contrario la digestibilidad de los nutrientes se ve alterada y disminuye la eficacia digestiva de los gazapos, con el riesgo potencial de crecimiento de flora patógena y fuertes desigualdades en el peso de venta de los animales.

Como medida de control se están usando muchos aditivos alimentarios que permiten controlar no sólo la microbiota cecal, ya sea potenciando el crecimiento de la microbiota saprofita o reduciendo la capacidad de desarrollo directamente de la flora patógena, sino actuando sobre el aparato digestivo, potenciando la salud intrínseca de él, ya sea aumentando el sistema inmunitario, la estructura del epitelio digestivo y la calidad de las células del epitelio.

Estos aditivos se empezaron usando de forma individual con resultados irregulares, apareciendo rápidamente los aditivos complejos que engloban varios de ellos abarcando varias de las funciones antes descritas. SANACORE EN es uno de ellos que en su composición encontramos una mezcla de aceites esenciales, butirato sódico y propionato sódico microencapsulados y ácidos grasos de cadena media que se complementan para obtener una elevada eficiencia en el control de la salud intestinal.

Material y métodos

El estudio se realizó en una granja comercial estándar de conejos para la producción cárnica situada a menos de 3km de la costa de Arenys de Mar, provincia de Barcelona. La instalación es de tipo bastante frecuente con naves de obra abiertas lateralmente excepto un pequeño muro o paraviento de 1,5m altura que protege los animales de las inclemencias directas del tiempo.

La prueba se realizó en otoño del 2012 sobre un grupo de conejas y el seguimiento de su descendencia en el engorde hasta su venta siguiendo el programa estándar habitual:

- Pienso de maternidad desde el parto hasta los 25 días de vida de los gazapos.
- Pienso de predestete y postdestete medicado preventivo desde los 25 días de vida hasta los 55 días de vida.
- Pienso de retirada desde los 55 días de vida hasta la venta al matadero.

Se realizaron tres grupos de animales a los que se empezó a administrar el pienso a los 25 días de vida de los gazapos:

Grupo 1 (GM). Conejas y sus gazapos que se administró pienso medicado estándar utilizado de forma habitual en la granja. La medicación consiste en: Tiamulina 80 ppm, Oxitetraciclina 400 ppm, bacitracina de cinc 100 ppm y Neomicina 180 ppm.

Grupo 2 (GMS). Conejas y sus gazapos que se administró pienso medicado estándar utilizado de forma habitual en la granja descrito anteriormente a la que se suplementó con 2kg/tn de Sanacore.

Grupo 3 (GS). Conejas y sus gazapos que se administró pienso sin la medicación estándar y se añadió 2 kg/tn de Sanacore.

Se pesaron los gazapos en el momento del destete -a los 35 días de vida- y se escogieron 304 gazapos después de cribar los más pesados y los más ligeros repartiéndose en grupos de 8 animales por jaula administrándose el pienso de forma manual y colocando el saco de pienso delante de cada jaula y así conocer el pienso consumido por jaula.

Se hizo control de los animales a los 45 días de vida y a los 55 días de vida pesando los animales y el pienso consumido por jaula.

Se anotaron todas las bajas acontecidas por jaula y se anotó el peso, día y causa de la muerte. Siempre en todos los casos se revisó la causa de la muerte por un veterinario, realizando las necropsias en todos ellos.

Con los datos obtenidos se procedió a calcular los índices de crecimiento diario (GMD), índices de conversión (IC), mortalidad (%) en el periodo, coste del periodo.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos se encuentran en las tablas siguientes. Los porcentajes están basados sobre el grupo M como valor de referencia en la granja y todas las bajas sufridas lo fueron por colibacilosis.

Tabla 1. Pesos de los conejos según los diferentes tratamientos con aditivos en pienso.

| Peso | Grupo M | Grupo MS | Grupo S |
|---|---------------------|--------------------------------|----------|
| Composición | Medicación estándar | Medicación estándar + SANACORE | SANACORE |
| Peso medio 35 días (g) | 879,9 | 896,4 | 826,3 |
| Peso medio 45 días (g) | 1221,4 | 1241,5 | 1169,4 |
| Peso medio 55 días (g) | 1665,3 | 1694,6 | 1562,8 |
| Diferencia crecimiento 35 a 55 días (%) | 100,00 | 101,8 | 99,93 |

Tabla 2. Mortalidad en los diferentes tratamientos con aditivos en pienso.

| Mortalidad | Grupo M | Grupo MS | Grupo S |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------------|----------|
| Composición | Medicación estándar | Medicación estándar + SANACORE | SANACORE |
| Mortalidad 25 a 35 días (%) | 3,09 | 2,98 | 6,16 |
| Mortalidad 45 a 55 días (%) | 1,70 | 0,99 | 4,86 |
| Mortalidad 35 a 55 días (%) | 4,93 | 1,97 | 9,86% |
| Diferencia 35 a 55 días (%) | 100,00 | 39,95 | 200,00 |

Tabla 3. Índice de crecimiento diario en los diferentes tratamientos con aditivos en pienso.

| GMD | Grupo M | Grupo MS | Grupo S |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------------|----------|
| Composición | Medicación estándar | Medicación estándar + SANACORE | SANACORE |
| GMD 35 a 45 días (g/día) | 34,15 | 34,51 | 34,31 |
| GMD 45 a 55 días (g/día) | 44,38 | 45,31 | 39,34 |
| GMD 35 a 55 días (g/día) | 39,26 | 39,91 | 36,82 |
| Diferencia 35 a 55 días (%) | 100,00 | 101,65 | 93,78 |

Tabla 4. Índice de conversión en los diferentes tratamientos con aditivos en pienso.

| IC | Grupo M | Grupo MS | Grupo S |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------------|----------|
| Composición | Medicación estándar | Medicación estándar + SANACORE | SANACORE |
| IC 35 a 45 días | 3,22 | 3,08 | 3,39 |
| IC 45 a 55 días | 3,85 | 3,62 | 4,32 |
| IC 35 a 55 días | 3,54 | 3,35 | 3,86 |
| Diferencia 35 a 55 días (%) | 100,00% | 94,63% | 109,03% |

Tabla 5. Producción de carne en los diferentes tratamientos con aditivos en pienso.

| kg carne total | Grupo M | Grupo MS | Grupo S |
|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| Composición | Medicación estándar | Medicación estándar + SANACORE | SANACORE |
| kg carne total a 55 días | 489,6 | 510,1 | 450,1 |
| Diferencia inicial-final | 222,1 | 249,80 | 196,90 |
| Diferencia (%) | 100,00 | 112,47 | 88,65 |

Los resultados son claramente positivos para el grupo MS con el 12,47% más de carne total obtenida a un coste 5,37% menor de pienso respecto al grupo estándar de la explotación grupo M. Resaltar que la GMD fue prácticamente igual en ambos grupos, lo que indica una estabilidad en el estado de los animales en ambos casos sin repercusiones sanitarias que alterasen el rendimiento de ellos. Los resultados obtenidos están en concordancia por los publicados en Italia, donde sobre 15.400 animales obtuvieron una disminución de la mortalidad del 46 % y una mejora de conversión del 3,6%, aunque cabe destacar que el periodo de estudio fue más largo debido al peso de sacrificio en Italia.

Es evidente que la utilización de un pienso sin medicación y solo SANACORE (grupo S) no es aconsejable en instalaciones donde el ambiente no es controlable, tal y como ya se suponía en principio, a pesar de que los resultados en sí son mejores a los que inicialmente se esperaba. Si se hubiese medicado en el agua para colibacilosis en las etapas iniciales del proceso los resultados hubieran estado en consonancia con el resto de los grupos seguramente, ya que la mortalidad ha sido el factor diferenciador claro en el grupo S, arrastrando los otros parámetros.

Por tanto en una situación como la que está sucediendo en Francia, donde las instalaciones son de ambiente controlado mayoritariamente, y que la mentalidad de desmedicalización de las instalaciones está arraigando con fuerza, puede ser una alternativa muy interesante a tener en cuenta.

Agradecimientos

Agradecemos a Nutriad y Pinsos Grau las facilidades para realizar la prueba.

Uso de diferentes tipos de orujo de aceituna en dietas para conejos en engorde. Efecto sobre el crecimiento y el desarrollo visceral

The use of different types of olive cake in diets for fattening rabbits. Effect on growth and visceral development

Pinheiro V.^{1,2*}, Pinto A.¹, Outor-Monteiro D.^{1,2}, Portela I.¹, Mourão J.L.^{1,2}

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

*Dirección de contacto: vpinheir@utad.pt

Resumen

En un experimento se estudió el efecto de la adición del orujo de aceituna en dietas para conejos en crecimiento. Fueron utilizados 4 piensos: una dieta control con 10% de alfalfa (control) y 3 otras dietas obtenidas substituyendo el 10% de alfalfa por diferentes tipos de orujo (prensado, centrifugado o extractado; piensos P, C y E, respectivamente). Se controlaron el crecimiento y la mortalidad durante el período de engorde (de 37 a 61 d de edad), el desarrollo visceral de los órganos digestivos y las características cecales en conejos con 65 d. Se observó que el peso corporal final presentó una tendencia a disminuir y la ganancia de peso fue significativamente menor en la dieta de control y P en relación a la dieta E. La mortalidad y la morbilidad fueron elevadas con todas las dietas con orujo (aproximadamente 22%), pero no fueron afectadas por los tratamientos. El peso y longitud del intestino delgado fue más elevado con la dieta P que con la dieta C. El peso y longitud del intestino grueso fue también más elevado con la dieta P que con la dieta control. Se concluyó que la adición de 10% del orujo de aceituna extraído no tiene efectos adversos sobre el rendimiento de los conejos, pues los resultados obtenidos no diferirán de los del alimento control.

Palabras clave: conejos, orujo de aceituna, crecimiento, desarrollo visceral

Abstract

In this experiment was studied the effect of addition of olive cake to diets for growing rabbits. Four diets were used, at a control diet with 10% of alfalfa (control) and 3 diets were obtained replacing the alfalfa by different types of olive cake (pressed, centrifuged and extracted; diets P, C and E, respectively). Were controlled the growth and mortality during growing period (37 to 61 d) and the digestive visceral development and caecal characteristics in rabbits with 65 d. It was observed that the final live weight tended to decrease and the weight gain was significantly lower in pressed diet than control and extracted diets. The mortality and morbidity, were higher (about 22%) but no affected by treatments. The weight and length of small intestine of rabbits were higher with diet P than diet C. The weight and length or large intestine was also higher with diet P than with control diet. It was concluded that the addition of 10% of olive cake extracted has no adverse effects on performances of rabbits.

Key words: rabbits, olive cake, growth, visceral development

Introducción

El uso de subproductos agrícolas producidos por la agroindustria es un objetivo importante de la sostenibilidad del mundo rural. Su utilización, en alternativa a las materias primas usuales, puede satisfacer las expectativas sociales y medioambientales. La producción de aceite de oliva es una agroindustria con

una fuerte expresión en los países mediterráneos, ocupando los olivos (*Olea europaea* L.) grandes áreas en todo el mundo y en especial, en la Península Ibérica. Sus subproductos son más del 80% de la masa de aceitunas cosechadas y en la actualidad están subutilizados, y en la mayoría de los casos rechazados sin ningún tipo de uso.

El orujo de aceituna está constituido por la pulpa, la piel y los huesos de la aceituna y agua. Los orujos son muy variables dependiendo de factores como su contenido en aceite residual y agua, la proporción de hueso o el proceso de extracción del aceite (Molina *et al.*, 2011) y puede también variar en función de los diferentes componentes físicos de la aceituna, el contenido en aceite, año, origen geográfico y contaminación de la aceituna con tierra. A pesar de que su composición química es muy variable por los factores señalados anteriormente, podemos señalar una composición química alrededor de 12,3% de humedad, 8,4% de cenizas, 11,2% de proteína, 1,7% de grasa bruta, 54,3 de NDF, 46,2% de ADF y sin almidón (FEDNA, 2012). La presencia de factores inhibidores, del tipo fenol o taninos y su elevado contenido en lignina también pueden contribuir para la mala utilización del orujo de aceituna (Sansoucy *et al.*, 1985).

Los trabajos con orujo de aceituna en dietas para conejos son escasos y predominan más en rumiantes (Molina *et al.*, 2011). Con la incorporación de esta materia prima en alimentos para conejos Kadi *et al.* (2004) han encontrado una mejora en el rendimiento de abate y un incremento en la ingestión de alimento, pero sin efecto en la ganancia diaria de peso y peso final. Mehrez y Mousa (2011) han estudiado el efecto de la incorporación de diferentes niveles de orujo y han observado una disminución en la digestibilidad de los nutrientes sin influencia en los rendimientos de crecimiento.

Este trabajo se realizó con el fin de estudiar el efecto de la incorporación de diferentes tipos de orujo de olivo en las dietas para conejos en los resultados de crecimiento de conejos y en el desarrollo de las vísceras digestivas.

Material y métodos

Diseño experimental y piensos

El experimento discurrió en la división de cunicultura de la UTAD. Las materias primas en estudio, orujo de aceituna, diferían de acuerdo con la metodología de extracción del aceite de oliva; física por prensado o por centrifugación en dos fases (centrifugado) y química con solventes en los orujos obtenidos anteriormente (extractado). Se utilizaron 4 piensos cuyos ingredientes y composición química se presentan en la Tabla 1.. A una dieta base destinada a conejos en engorde se añadieron 10% de los diferentes orujos de aceituna (piensos prensado, centrifugado o extractado, piensos P, C y E, respectivamente) o 10% de alfalfa (pienso control). El pienso y el agua de bebida han sido suministrados siempre *ad libitum* y los piensos no contenían sustancias antimicrobianas.

Animales y determinaciones

Para estudiar las performances, se controlaron 104 conejos cruzados (NZ×Californiano) en engorde durante 4 semanas (entre 36 y 61d de edad), que se alojaron en grupos de dos por jaula en una sala con acondicionamiento ambiental. Se pesaron a los 36, 42, 49, 56 y 61 días de edad. Diariamente se ha controlado la mortalidad y en los pesajes (semanalmente) se ha determinado la morbilidad y se ha determinado los valores por jaula. A la edad de 61d se han elegido de cada grupo 10 conejos en buen estado sanitario, que se colocaron en jaulas individuales para la recogida de excrementos para determinación de la digestibilidad y fueron alimentados con el mismo pienso precedente. Al final de este experimento, a los 65d, los 10 conejos por grupo fueron sacrificados para determinar el peso y longitud de las vísceras digestivas, con lo cual se ha determinado el desarrollo visceral.

Análisis químicos y tratamiento estadístico

La composición química de piensos y heces se ha determinado por la metodología de AOAC (1990) y Van Soest *et al.* (1991). Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente a través del programa estadístico JMP 5.0.1.2 (2003), teniendo en cuenta el efecto de la dieta. El análisis de varianza se efectuó por el procedimiento GLM y en la comparación múltiple de las medias se utilizó el test de Tukey.

Tabla 1. Composición química de los piensos utilizados en el experimento.

| | Pensos | | | |
|--|---------|-------|------|------|
| | Control | P | C | E |
| Ingredientes (g/kg) | | | | |
| Alfalfa | 210 | 210 | 210 | 210 |
| Bagazo de girasol | 158 | 158 | 158 | 158 |
| Trigo | 95 | 95 | 95 | 95 |
| Pulpa de remolacha | 94 | 94 | 94 | 94 |
| Cebada | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Melaza de caña | 54 | 54 | 54 | 54 |
| Pulpa de cítricos | 54 | 54 | 54 | 54 |
| Destilado de maíz | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Salvado de trigo | 44 | 44 | 44 | 44 |
| Bagazo de uva | 33 | 33 | 33 | 33 |
| Cacarilla de girasol | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Aceite vegetal | 12 | 12 | 12 | 12 |
| L-lisina | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 |
| DL Metionina | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Sal | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 |
| Fosfato monocálcico | 9,9 | 9,9 | 9,9 | 9,9 |
| Aglutinante | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Minerales e vitamins | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| Composición química (g/100g MS) | | | | |
| Materia Seca (%) | 88,12 | 87,2 | 88,3 | 95,5 |
| Materia Orgánica | 88,7 | 89,4 | 88,5 | 93,7 |
| Proteína Bruta | 15,4 | 14,1 | 16,5 | 15,0 |
| Grasa Bruta | 3,2 | 4,5 | 4,3 | 3,4 |
| NDF | 42,3 | 42,83 | 41,1 | 39,5 |
| ADF | 27,5 | 29,8 | 26,9 | 26,8 |
| ADL | 7,6 | 19,8 | 17,5 | 18,2 |

Aditivos: Vit A – 10000UI/kg; Vit D3 1500 UI/kg; Vit E – 30 mg/kg; cobre – 10 mg/kg

Resultados y discusión

En la Tabla 2 se presentan los resultados de crecimiento durante las 4 semanas del experimento. De acuerdo con los resultados obtenidos, la ganancia media diaria fue estadísticamente ($P < 0,05$) influenciada por el tratamiento y en el peso final se observó una tendencia ($P = 0,07$). Los animales sujetos al pienso prensado han obtenido una ganancia media diaria de peso más baja en relación a los piensos control y extractado (cerca de 23%). Para el peso final se ha observado un resultado similar (reducción de 13%, en relación el control), pero las diferencias no fueron significativas. También Kadi *et al.* (2004) y Mehrez y Mousa (2011) no han obtenido diferencias significativas en el peso vivo final y ganancia de peso con incorporaciones superiores (20 a 30%) de orujo de aceituna en la dieta. Las tasas de mortalidad, morbilidad y riesgo sanitario no difirieron significativamente, pero los valores ocurridos aún han sido bastante altos. Los rendimientos obtenidos están de acuerdo con lo esperado para este tipo de animales y pienso y son semejantes a los observados por Pinheiro *et al.* (2009). Los peores rendimientos ob-

tenidos con los orujos prensado y centrifugado en relación a los extractado y control se puede deber a las características físicas y químicas de los orujos de acuerdo con Sansoucy *et al.* (1985). Con el orujo extractado hemos obtenido resultados próximos al control.

Tabla 2. Efecto de la incorporación de orujo de aceituna en el crecimiento de los conejos en engorde entre los 36 y 61 días de edad (n inicial= 26 conejos por dieta y 13 jaulas).

| | Piensos | | | | SEM ¹ | P>f ² |
|------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|
| | Control | P | C | E | | |
| PV 36 d (g) | 1105 | 1082 | 1099 | 1098 | 46 | ns |
| PV 61d (g) | 2153 | 1861 | 1953 | 2138 | 16,4 | 0,07 |
| Ganancia de peso (g/d) | 41,0 ^a | 31,4 ^b | 33,3 ^{ab} | 41,3 ^a | 1,56 | 0,04 |
| Mortalidad (%) | 19,2 | 26,9 | 19,2 | 23,1 | 4,43 | ns |
| Morbilidad (%) | 19,2 | 30,8 | 34,6 | 15,4 | 4,66 | ns |
| Riesgo sanitario | 38,7 | 57,7 | 53,8 | 38,5 | 5,73 | ns |

¹ error típico de la media; ² significación: n.s.: no significativo. †: $p < 0.1$; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Los resultados de las características del contenido cecal y del desarrollo visceral de conejos sacrificados con 65 días de edad se presentan en la Tabla 3. La longitud y el peso del intestino delgado de los conejos sujetos a la dieta P han sido más altos que con la dieta control (16% para el peso y 15% para la longitud) y los conejos con dieta C han tenido un valor intermedio. Para la longitud del intestino delgado, el valor con la dieta P también fue superior al observado con la dieta E. El peso del ciego lleno y de su contenido fresco y la longitud del colon han tenido valores más altos con la dieta P y más bajos con la dieta control. Los conejos con las dietas C y E mostraron un valor intermedio, que no difirió de los otros dos alimentos.

Tabla 3. Efecto de la incorporación de orujo de aceituna en el desarrollo visceral y características cecales de conejos abatidos con 65 días de edad ($n = 10$ por dieta).

| | Piensos | | | | SEM ¹ | P>f ² |
|-------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------|
| | Control | P | C | E | | |
| pH cecal | 5,84 | 5,93 | 5,83 | 5,71 | 0,04 | ns |
| Materia Seca cecal (%) | 22,3 | 22,2 | 22,2 | 21,7 | 0,66 | ns |
| Peso de víscera (g/kg PV) | | | | | | |
| Hígado | 41,7 | 43,5 | 41,9 | 37,2 | 1,05 | ns |
| Estómago pleno | 50,0 | 55,3 | 48,3 | 48,6 | 1,43 | ns |
| Intestino delgado lleno | 50,8 ^{ab} | 57,7 ^a | 46,3 ^b | 48,1 ^b | 1,59 | 0,05 |
| Ciego lleno | 66,0 ^b | 79,6 ^a | 68,9 ^{ab} | 75,0 ^{ab} | 1,69 | 0,02 |
| Colon lleno | 28,5 | 29,8 | 28,0 | 27,7 | 0,96 | ns |
| Contenido ciego fresco | 48,9 ^b | 61,1 ^a | 53,5 ^{ab} | 58,0 ^{ab} | 1,50 | 0,02 |
| Contenido ciego seco | 10,9 | 13,5 | 11,9 | 12,6 | 0,49 | ns |
| Longitud de víscera (g/kg PV) | | | | | | |
| Intestino delgado | 163 ^{ab} | 177 ^a | 150 ^b | 153 ^{ab} | 3,56 | 0,02 |
| Ciego | 23,3 ^b | 26,6 ^a | 22,5 ^b | 22,0 ^b | 0,48 | <0,01 |
| Colon | 47,5 ^b | 62,0 ^a | 52,5 ^{ab} | 51,2 ^{ab} | 1,64 | <0,01 |

1; 2 – Ver tabla 2.

La longitud del ciego ha sido más alta en la dieta P que las otras tres dietas (una reducción alrededor de 15%). El pH, la materia seca del contenido cecal y los pesos del hígado, estómago, colon y contenido seco del ciego no se vieron afectados por el tratamiento. Difiriendo de nuestros resultados, Kadi *et al.* (2004) han observado una disminución del peso del tracto digestivo pleno mientras que nosotros hemos observado un incremento. Para el peso del hígado no hemos observado, en nuestro trabajo, influencia del tratamiento, tal como Mehrez y Mousa (2011), pero Kadi *et al.* (2004) han observado un menor peso del órgano en la dieta con orujo. Todavía, nuestro peso es relativo al peso vivo mientras que el presentado por este autor es absoluto.

De acuerdo con Sansoucy *et al.* (1985), el uso de orujos de aceituna puede tener algunos problemas que se plantean con la conservación de los orujos, debido a su contenido de agua relativamente alto y a la presencia de una cantidad importante de sustancias grasas que se enrancian rápidamente, resultando pronto no aptos para el consumo animal. Los orujos brutos obtenidos por centrifugación, que son más

húmedos, se deterioran después de 4 a 5 días, mientras que los orujos obtenidos por presión lo hacen después de unos 15 días y los orujos agotados, que además han sido deshidratados en el proceso de extracción podrían conservarse más de un año (Sansoucy *et al.*, 1985). A pesar de que los orujos empleados en nuestro trabajo fueron recolectados frescos y secos antes de su incorporación en las dietas, pueden haber persistido algunos de los problemas referidos por Sansoucy *et al.* (1985), justificando los peores resultados de los orujos centrifugado y prensado y la mejora obtenida con el orujo extractado.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en nuestro trabajo, la incorporación de orujo de olivo, del tipo prensado y centrifugado, al nivel de 10% ha afectado el crecimiento de los conejos. El uso de pienso con orujo de aceituna extractado tiene resultados similares al alimento control, pero dada la elevada mortalidad y morbilidad observada, su utilización deberá tener algunas reservas. Probablemente la utilización de orujo extractado puede tener algún interés en niveles de incorporación inferiores.

Agradecimientos

El trabajo fue apoyado por el proyecto de investigación estratégica PEst-OE/AGR/UI0772/2011 financiado por la Fundación para la Ciencia y la Tecnología (FCT).

Bibliografía

- AOAC, Association of Official Analytical Chemists. 1990. *Official Method of Analysis*, 15th ed., Washington, DC, USA.
- FEDNA. 2012. *Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos*. <http://www.fundacionfedna.org/tablas-fedna-composicion-alimentos-valor-nutritivo>, abril 2013.
- JMP 5.0.1.2. 2003. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Kadi S.A., Belaidi-Gater N., Chebat F. 2004. Inclusion of crude olive cake in growing rabbits diet: effect on growth and slaughter yield. En: *8th World Rabbit Congress*, Puebla, México, pp. 1202-1207.
- Molina E., García A.I., Yáñez D. 2011. Los subproductos del olivar en la alimentación de rumiantes <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/10315/articulos-nutricion/Los-subproductos-del-olivar-en-la-alimentacion-de-rumiantes.html>, abril 2013.
- Mehrez A.Z., Mousa M.R.M. 2011. Growth performance of rabbits fed olive pulp in North Sinai. *Asian J. Anim. Sci.*, 5:317-329.
- Pinheiro V., Guedes C.M., Outor-Monteiro D., Mourão J.L. 2009. Effects of fibre level and dietary mannanoligosaccharides on digestibility, caecal volatile acids and performances of growing rabbits. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 148:288-300.
- Sansoucy R., Alibes X., Berge Ph., Martilotti F., Nefzaoui A., Zoïopoulos P. 1985. *Los subproductos del olivar en la alimentación animal en la cuenca del Mediterráneo*. Estudio FAO: Producción y sanidad animal 43; Roma, 11 pg.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.

CANAL Y CARNE

- **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**

Saiz A., García-Ruiz A.I., Martín E., Fernández A., Nicodemus N.

- **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**

Saiz A., García-Ruiz A.I., Martín E., Fernández A., Nicodemus N.

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

Application of Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) to study the carcass chemical composition of rabbits from 35 to 63 days of age

Saiz A.¹, García-Ruiz A.I.², Martín E.¹, Fernández A.¹, Nicodemus N.^{3*}

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

² Swine Research Centre, Nutreco, Boxmeer, Países Bajos.

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

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

Resumen

El objetivo de este trabajo fue determinar *in vivo* la composición de la canal de conejos en crecimiento de 35 a 63 días utilizando la técnica de la Impedancia Bioeléctrica (BIA). Se utilizaron 46 conejos con un peso entre 405 y 2288 g a tres edades distintas: 35, 50 y 63 días. Para registrar las medidas de BIA, se utilizó un analizador de cuatro electrodos Quantum II (Model BIA-101, RJL Systems, Detroit, MI USA), obteniéndose los valores de resistencia y reactancia. La distancia entre electrodos internos, el peso y la longitud de los animales fueron también registrados. Los animales fueron sacrificados y procesados para la determinación en laboratorio de la materia seca, la proteína bruta, las cenizas y la energía bruta de la canal. El contenido en grasa y energía de las canales aumentaron con la edad, mientras que la proteína, las cenizas y la humedad disminuyeron. Los valores medios de resistencia, reactancia, impedancia, longitud del animal y distancia entre electrodos internos fueron $97,0 \pm 14,2 \Omega$, $21,4 \pm 4,1 \Omega$, $99,4 \pm 14,2 \Omega$, $26,71 \pm 4,6$ cm y $13,6 \pm 2,9$ cm, respectivamente.

Palabras clave: conejos en crecimiento, composición de la canal, BIA

Abstract

The aim of this study was the determination *in vivo* of the carcass composition of fattening rabbits from 35 to 63 days of age using the Bioelectrical Impedance method (BIA). Forty-six rabbits with live weights between 405 and 2288 g at three different ages (35, 50 and 63 d) were used. A four terminal body composition analyser (Model BIA-101, RJL Systems, Detroit, MI USA), was used to determine resistance and reactance values. The distance between internal electrodes, and body length and weight were also measured. All the animals were slaughtered and processed for chemical analyses (dry matter, lipids, proteins, ash and energy) of the carcass. Energy and fat increased with the age, while protein, ash, and humidity decreased. Mean values of resistance, reactance, impedance, animal length and distance between electrodes were $97.0 \pm 14.2 \Omega$, $21.4 \pm 4.1 \Omega$, $99.4 \pm 14.2 \Omega$, 26.71 ± 4.6 cm and 13.6 ± 2.9 cm.

Key words: fattening rabbits, carcass composition, BIA

Introducción

La predicción *in vivo* de la composición de la canal de los gazapos puede ser útil para conocer si el programa de alimentación utilizado es el correcto y para poder estimar la retención de nutrientes en las canales de los conejos, sin necesidad de sacrificarlos. La técnica de la impedancia bioeléctrica (BIA) ha

sido utilizada en otros estudios para conocer la composición de la canal en otras especies, tales como corderos (Berg y Marchelo, 1994; Altman *et al.*, 2004) y cerdos (Swantek *et al.*, 1992 y 1999). En trabajos previos (Saiz *et al.*, 2011a; Saiz *et al.*, 2011b) se han determinado y validado unas ecuaciones de predicción para estimar la composición corporal in vivo de conejos en crecimiento (de 25 a 77 días de edad) utilizando la técnica BIA. Sin embargo, para la determinación de la composición de la canal de los conejos esta técnica no ha sido utilizada nunca. Por ello, el objetivo de este estudio fue determinar la utilidad de la técnica BIA para la estima de la composición de la canal de conejos en crecimiento de 35 a 63 días de vida.

Material y métodos

Se utilizaron 46 gazapos híbridos de Neozelandés Blanco × Californiano. Los animales consumieron un pienso comercial de madres (Cunilactal Super, Nanta S.A., España) hasta el destete (35 días de edad). Posteriormente, los animales fueron alojados en jaulas individuales y alimentados *ad libitum*. Se tomaron 15 animales con 35 días, 10 con 50 días y 21 animales con 63 días de vida para realizar las medidas de impedancia y proceder a continuación a su sacrificio. La reactancia y resistencia se midieron por duplicado con ayuda de una aguja pinchada a través de la piel y conectada a los 4 electrodos del aparato Quantum II (Model BIA-101, RJI Systems, Detroit, MI USA). Posteriormente, se calculó la impedancia, que mide la resistencia que se sufre la corriente eléctrica cuando pasa a través del cuerpo del animal: $\text{Impedancia} = (\text{resistencia}^2 + \text{reactancia}^2)^{1/2}$. También se midieron la distancia entre electrodos internos, el peso y la longitud del animal a cada una de las distintas edades.

A continuación, los animales fueron sacrificados con CO₂ y congelados a -20°C. Los animales fueron eviscerados, la piel fue retirada, y la canal se congeló y posteriormente se molió. Inmediatamente tras la molienda se tomó una muestra para determinar el contenido en humedad de la canal. Otra muestra fue liofilizada y molida en un molino centrífugo a 1 mm para su posterior análisis químico de acuerdo a los procedimientos descritos por la AOAC: materia seca (934.01), proteína bruta (método Dumas, N × 6,25), cenizas (942.05), extracto etéreo (RD 609/1999 n°4, previa hidrólisis ácida). Para medir la Energía Bruta (EB), se utilizó una bomba calorimétrica adiabática.

Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa estadístico SAS/STAT (Statistical Systems Institute Inc., Cary, NC, 1999). Para estudiar la evolución lineal y cuadrática de la composición química de las canales con la edad se utilizó el procedimiento PROC GLM.

Resultados y discusión

El intervalo de peso vivo de los animales fue de 405 a 2288 g. La proporción media del contenido en agua, y de la proteína, las cenizas, la grasa y la energía expresadas sobre materia seca (MS) fueron 69,8 ± 2,79%, 60,2 ± 3,82% MS, 16,1 ± 2,63% MS, 23,5 ± 2,43% MS y 2143 ± 198 kJ/100g MS, respectivamente. Al expresar la composición de la canal en gramos, los valores medios de humedad, proteína, cenizas y grasa fueron 870 ± 386 g, 232 ± 115 g, 59,7 ± 27,3 g, 101 ± 76,8 g, respectivamente. El valor energético medio total de la canal fue de 8,71 ± 5,44 MJ.

Los valores medios de resistencia, reactancia, impedancia, longitud del animal y distancia entre electrodos internos fueron 97,0 ± 14,2 Ω, 21,4 ± 4,1 Ω, 99,4 ± 14,2 Ω, 26,71 ± 4,6 cm y 13,6 ± 2,9 cm, respectivamente. Los valores medios de resistencia, reactancia e impedancia fueron más altos que los obtenidos en el estudio de Saiz *et al.* (2011a) (83,5 ± 23,1 Ω, 18,2 ± 3,83 Ω, 85,6 ± 22,9 Ω respectivamente), en el cual el rango de edades fue más amplio (de 25 a 77 días). Al igual que en el trabajo previo de Saiz *et al.* (2011a), los valores de resistencia fueron menores que los obtenidos en conejas reproductoras (Pereda *et al.*, 2007), debido a que las conejas son animales más grasos. Así mismo, los valores de resistencia fueron mayores que los obtenidos en cerdos y corderos (Swantek *et al.*, 1992; Berg y Marchelo, 1994; Daza *et al.*, 2006), pese a su mayor contenido en grasa. Estos resultados se explican por las diferencias de volumen entre los animales, ya que los valores de impedancia dependen de la geometría y volumen del cuerpo del animal en el que se mide. A mayor volumen del animal, menores son los valores de impedancia, siguiendo la relación que estableció Lukaski *et al.* (1985): $\text{Volumen} = \text{Longitud}^2 / \text{Impedancia}$.

La composición de la canal varió con la edad y con el peso del animal (Tabla1). El peso de los animales aumentó de forma lineal y cuadrática (PL y PQ < 0,0001) con la edad, desde 637 g de media a 35 días,

Tabla 1. Evolución de la composición de la canal de los gazapos con la edad.

| Edad, d | 35 (n=15) | 50 (n=10) | 63 (n=21) | DE ¹ | P _L ² | P _Q ³ |
|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Peso vivo, g | 637 | 1232 | 1917 | 173 | <0,0001 | <0,0001 |
| Composición química, % | | | | | | |
| Humedad | 72,0 | 70,2 | 67,2 | 1,78 | <0,0001 | <0,0001 |
| Composición química, % MS | | | | | | |
| Proteína | 61,5 | 61,8 | 57,2 | 3,3 | <0,0001 | <0,0001 |
| Grasa | 19,2 | 22,7 | 28,6 | 1,9 | <0,0001 | <0,0001 |
| Cenizas | 18,4 | 15,7 | 14,3 | 4,0 | <0,0001 | <0,0001 |
| EB⁴, kJ/100g MS | 1979 | 2111 | 2340 | 115 | <0,0001 | <0,0001 |
| Composición química, g | | | | | | |
| Humedad | 458 | 864 | 1287 | 111 | <0,0001 | <0,0001 |
| Proteína | 110 | 227 | 358 | 33,1 | <0,0001 | <0,0001 |
| Grasa | 34,7 | 84,4 | 183 | 9,71 | <0,0001 | <0,0001 |
| Cenizas | 32,4 | 57,1 | 89,6 | 38,6 | <0,0001 | <0,0001 |
| EB⁴, MJ | 3,54 | 7,80 | 14,8 | 1,95 | <0,0001 | <0,0001 |

¹DE: Desviación estándar. ²P_L: probabilidad del efecto lineal de la edad.

³P_Q: probabilidad del efecto cuadrático de la edad. ⁴EB: energía bruta.

hasta 1972 g de media en animales de 63 días de edad. Se observó que el contenido en humedad, proteína y cenizas disminuyeron de forma lineal y cuadrática (PL y PQ < 0,0001) con la edad, de 72,0 a 67,2%, de 61,5 a 57,2% y de 18,4 a 14,3%, respectivamente. La grasa y la energía evolucionaron de forma inversa al contenido en agua, aumentando de forma lineal y cuadrática con la edad (de 19,2 a 28,6 % MS y de 1979 a 2340 kJ/100g MS; PL y PQ < 0,0001). Cuando la composición química se refirió al peso vivo del animal (g) y la energía se expresó en MJ todos los parámetros estudiados aumentaron de forma lineal y cuadrática (P < 0,01). Comparando estos datos con los de la composición corporal de los animales (Saiz *et al.*, 2011a), el contenido en proteína y en cenizas de las canales fueron mayores que el de composición corporal del animal completo, al contrario que para la grasa y la energía, debido a que gran parte de la grasa del animal está adherida a la piel y al aparato digestivo, y al retirarla, el contenido en proteína y cenizas aumenta.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la colaboración de Álvaro García y Francisco Linares.

Bibliografía

- Altmann M., Pliquet U., Suess R., von Borell E. 2004. Prediction of lamb carcass composition by impedance spectroscopy. *J. Anim. Sci.*, 82:816-825.
- AOAC. 2000. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis* (17th edition), Gaithersburg, MD.
- Berg E.P., Marchello M.J. 1994. Bioelectrical Impedance Analysis for the prediction of fat-free mass in lambs and lamb carcasses. *J. Anim. Sci.*, 72:322-329.
- Daza A., Mateos A., Ovejero I., López Bote C.J. 2006. Prediction of body composition of Iberian pig by means bioelectrical impedance. *Meat Sci.*, 72:43-46.
- Lukaski H.C., Bolonchuck W.W., Hall C.B., Siders W.A. 1985. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J. Appl. Physiol.*, 60:1327-1332.
- Pereda N., Rebollar P.G., Schwarz B.F., Arias-Álvarez M., Revuelta L., Lorenzo P.L., Nicodemus N. 2007. Estudio de la composición corporal de conejas reproductoras mediante la técnica de impedancia bioeléctrica (BIA). Parte I: Resultados de la composición corporal y de las determinaciones de impedancia. *II Congreso Ibérico de Cunicultura*. Vila-Real, Portugal: 13-16.

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). *36 Symposium de Cunicultura de ASESCU*. Peñíscola, España: 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). *36 Symposium de Cunicultura de ASESCU*. Peñíscola, España: 92-95.

SAS Institute 1999. User's Guide. Statistical Analysis System Institute Inc., Cary, NC.

Swantek P.M., Crenshaw J.D., Marchello M.J., Lukaski H.C. 1992. Bioelectrical impedance: a non-destructive method to determine fat-free mass of live market swine and pork carcasses. *J. Anim. Sci.*, 70:169-177.

Swantek P.M., Marchelo M.J., Tilton J.E., Crenshaw J.D. 1999. Prediction of fat-free mass of pigs from 50 to 130 kg live weight. *J. Anim. Sci.*, 77:893-897.

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

Evaluation of Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) to estimate the carcass chemical composition of rabbits from 35 to 63 days of age

Saiz A.¹, García-Ruiz A.I.², Martín E.¹, Fernández A.¹, Nicodemus N.^{3*}

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

² Swine Research Centre, Nutreco, Boxmeer, Países Bajos.

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

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

Resumen

El objetivo de este trabajo fue obtener y validar con datos independientes las ecuaciones de predicción obtenidas mediante la técnica de la Impedancia Bioeléctrica (BIA) para estimar *in vivo* la composición de la canal de conejos en crecimiento. Las ecuaciones se obtuvieron mediante un análisis de regresión lineal múltiple, tras hacer una selección de variables entre las medidas de impedancia, y el peso, la longitud y la edad de los animales, obtenidas en el trabajo presentado anteriormente (Saiz *et al.*, 2013). Los coeficientes de determinación (R²) de las ecuaciones obtenidas para estimar la humedad (%), la proteína (% MS), las cenizas (% MS), la grasa (% MS) y la energía (kJ/100 g MS) fueron: 0,68, 0,58, 0,61, 0,70 y 0,98 y los errores medios de predicción relativos (EMPR): 2,63, 5,07, 11,8, 2,97 y 9,22%, respectivamente. Cuando los contenidos de humedad, proteína, cenizas y grasa se expresaron en gramos y la energía en MJ, los R² fueron: 0,99, 0,99, 0,94, 0,92 y 0,98, y los EMPR: 3,09, 5,00, 11,9, 13,9 y 8,24%, respectivamente. La reactancia estuvo negativamente correlacionada con el contenido en humedad, proteína y cenizas de la canal ($r = -0,67$, $r = -0,49$ y $r = -0,58$; $P < 0,001$), y positivamente con la grasa y la energía ($r = 0,62$ y $r = 0,69$; $P < 0,0001$). La resistencia estuvo negativamente correlacionada con el contenido en humedad, y proteína ($r = -0,29$ y $r = -0,40$; $P < 0,05$) y positivamente con la grasa ($r = 0,29$; $P < 0,05$). La edad estuvo negativamente correlacionada con el contenido en humedad, proteína y cenizas ($r = -0,77$, $r = -0,47$ y $r = 0,69$; $P < 0,001$), y positivamente con la grasa y la energía ($r = 0,69$ y $r = 0,79$; $P < 0,0001$). Se puede considerar la técnica BIA como una técnica útil para estimar *in vivo* la composición de la canal de los conejos en crecimiento de 35 a 63 días de edad.

Palabras clave: gazapos, BIA, ecuación de predicción, composición de la canal

Abstract

The aim of this study was to determinate and validate with independent data the prediction equations obtained to estimate *in vivo* the carcass composition in growing rabbits, by using the results of body composition and BIA values obtained in the previous communication. A multiple linear regression analysis was done to determinate the equations, using animal weight and length of animals, and the impedance data from the previous work (Saiz *et al.*, 2013) as parameters. Coefficient of determination (R²) of the equations obtained to estimate humidity (%), protein (%DM), fat (% DM), ash (% DM) and energy (kJ/100 g DM) content were: 0.68, 0.58, 0.61, 0.70 and 0.98, and relative mean prediction errors (RMPE) were: 2.63, 5.07, 11.8, 2.97 and 9.22%, respectively. Reactance was negatively correlated with water, protein and ash ($r = -0.67$, $r = -0.49$ and $r = -0.58$; $P < 0.001$), and positively with fat and energy ($r = 0.62$ and $r = 0.69$; $P < 0.0001$). Reactance was negatively correlated with water and protein content ($r = -0.29$ y $r = -0.40$; $P < 0.05$) and positively with fat ($r = 0.29$; $P < 0.05$). Age was negatively

correlated with water, protein and ash content ($r = -0.77$, $r = -0.47$ and $r = 0.69$; $P < 0.001$), and positively with fat and energy ($r = 0.69$ and $r = 0.79$; $P < 0.0001$). It could be concluded that BIA it's a non-invasive technique and good method for estimate *in vivo* carcass composition of growing rabbits from 35 to 63 days of age.

Key words: growing rabbits, BIA, prediction equations, body composition

Introducción

La determinación *in vivo* de la composición de la canal mediante la técnica de la impedancia bioeléctrica (BIA) ha sido utilizada en corderos (Berg y Marchelo, 1994; Altman *et al.*, 2004) en cerdos (Swantek *et al.*, 1992 y 1999) y en bovino (Velazco *et al.*, 1999). En conejos ha sido utilizada para determinar la composición corporal de conejos en crecimiento (Saiz *et al.*, 2011a,b) y conejas reproductoras (Pereda *et al.*, 2007a y 2007b; Nicodemus *et al.*, 2009), pero nunca para estimar la composición de la canal. El objetivo de este trabajo ha sido determinar y validar las ecuaciones de predicción para la estimación *in vivo* de la composición química de las canales de conejos en crecimiento de 35 a 63 días de edad, mediante la técnica de la Impedancia Bioeléctrica.

Material y métodos

Para la obtención de las ecuaciones se utilizaron los datos de la composición química de la canal analizada, la edad, el peso, la longitud y las medidas de impedancia de 46 conejos de 35, 50 y 63 días de edad. Los valores de estas variables han sido presentados en el trabajo anterior (Saiz *et al.*, 2013). Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa estadístico SAS/STAT (Statistical Systems Institute Inc., Cary, NC, 1999). La selección del modelo de predicción de la composición de la canal de los conejos se hizo mediante el procedimiento PROC REG utilizando la opción RSQUARE. Se seleccionó aquel modelo cuyo estadístico Cp (Mallows, 1973) fuera menor o igual que $p+1$ (siendo p el número de variables independientes incluidas en el modelo) y donde además, los estadísticos J_p y S_p (Hocking, 1976) y PC y AIC (Amemiya, 1980) también fueran mínimos. Una vez seleccionado el modelo, las ecuaciones de predicción se calcularon mediante un análisis de regresión múltiple utilizando el procedimiento PROC REG. Los coeficientes de correlación entre las medidas BIA y la composición de la canal, el peso, la edad, y longitud de los gazapos se calcularon con el procedimiento PROC CORR.

Las ecuaciones obtenidas fueron validadas con datos independientes. Para ello, se sacrificaron otros 12 gazapos a 35, 50, y 63 días (4 por edad) que se procesaron del mismo modo que los utilizados para la obtención de las ecuaciones (Saiz *et al.*, 2013). El error medio de predicción (EMP) se calculó como el cuadrado de la suma de los residuos calculados por diferencia entre la composición de la canal analizada y la predicha con las ecuaciones obtenidas, dividido entre el número de observaciones. El EMP dividido entre el valor medio del parámetro a estimar, dio lugar al error medio de predicción relativo (EMPR).

Resultados y discusión

Se encontró una correlación negativa de la reactancia con la humedad, la proteína y las cenizas de la canal ($r = -0.67$, $r = -0.49$ y $r = -0.58$; $P < 0.001$) y positiva con la grasa y la energía ($r = 0.62$ y $r = 0.69$; $P < 0.0001$). La resistencia, estuvo negativamente correlacionada con el contenido en humedad, y proteína ($r = -0.29$ y $r = -0.40$; $P < 0.05$) y positivamente la grasa ($r = 0.29$; $P < 0.05$). Así mismo, la edad estuvo negativamente correlacionada con el contenido en humedad, proteína y cenizas ($r = -0.77$, $r = -0.47$ y $r = 0.69$; $P < 0.001$), y positivamente con la grasa y la energía ($r = 0.69$ y $r = 0.79$; $P < 0.0001$). Las correlación entre la grasa y la resistencia es la misma que la encontrada en conejas reproductoras por Pereda *et al.* (2007b), que encontró una correlación positiva entre la resistencia y la grasa ($r < 0.31$; $P < 0.01$), ya que la grasa ejerce una mayor resistencia al paso de la corriente.

Las variables independientes incluidas en las ecuaciones de regresión, además de las medidas BIA realizadas (Saiz *et al.*, 2013), fueron la edad, el peso y la longitud de los gazapos. Las ecuaciones que estiman la composición de la canal de los gazapos, expresada en gramos, y la energía, en MJ totales, tuvieron un R^2 más alto que las que estiman la composición química en porcentaje, o la energía, en kJ sobre MS (Tabla 1). Este resultado ya ha sido observado en trabajos previos realizados en la composición cor-

poral de gazapos en crecimiento y en conejas reproductoras (De Blas *et al.*, 1977; Pereda *et al.*, 2007b; Saiz *et al.*, 2011b) y se explica, porque el rango de variación de la composición química es mayor, cuando ésta se expresa en gramos, que cuando se expresa en porcentaje. Sin embargo, a pesar de que la variabilidad total explicada fue menor en las ecuaciones que predicen la composición de la canal sobre MS, el EMPR fue similar para la proteína y la grasa y más bajo para la humedad, las cenizas y la energía (kJ/100 g MS) con respecto a las ecuaciones que predicen la composición de la canal en gramos y en MJ totales.

Los EMPR también fueron más bajos para las ecuaciones de predicción de la proteína (g), de la grasa (g) y de la energía (kJ/100 g MS) de las canales, que los que se obtuvieron por Saiz *et al.* (2011b) para estimar estos mismos parámetros en la composición corporal de los animales *in vivo* (5,99 vs 5,00%, 16,3 vs 11,9% y 3,26 vs 2,97% para la proteína, la grasa y la energía, respectivamente). Sin embargo, en la predicción del contenido en agua (%) y de las cenizas (g) de la canal se comete más error que con los animales vivos (1,98 vs 2,63% y 8,56 vs 13,9%, respectivamente). Por otra parte, la predicción del contenido en energía (kJ/100 g MS) de las canales, mejoró el coeficiente de determinación de 0,86 a 0,91, pero en general, los coeficientes de determinación de la composición química de las canales, expresada en %MS, fueron más bajos que los obtenidos en las ecuaciones para estimar la composición química de los animales vivos (R^2 : 0,58 vs 0,79, 0,61 vs 0,83 y 0,70 vs 0,71, para la proteína, la grasa y las cenizas, respectivamente), al igual que para estimar el contenido en humedad en porcentaje (0,68 vs 0,85) o en gramos (0,97 vs 0,99). No obstante, hay que tener en cuenta que el rango de edades para predecir la composición corporal *in vivo* fue más amplio (de 25 a 77 días) que el que se ha utilizado para la estimación de la composición de las canales (de 35 a 63 días).

Por lo tanto, se puede concluir que las medidas de bioimpedancia, tomadas antes de enviar los animales a matadero, pueden ser consideradas una herramienta útil para estimar la composición de la canal de los gazapos en crecimiento y la retención de nutrientes desde el momento del destete hasta el sacrificio.

TABLA 1. Coeficientes de determinación (R^2), de variación (CV) y errores medios de predicción relativos (EMPR) de las ecuaciones de predicción de la composición de la canal de gazapos en crecimiento estimada mediante impedancia bioeléctrica.

| | R^2 | CV, % | EMPR, % |
|-----------------------------|-------|-------|---------|
| Humedad, % | 0,68 | 2,27 | 2,63 |
| Humedad, g | 0,97 | 2,60 | 3,09 |
| Proteína, % MS | 0,58 | 4,33 | 5,07 |
| Proteína, g | 0,99 | 4,87 | 5,00 |
| Grasa, % MS | 0,61 | 14,3 | 11,8 |
| Grasa, g | 0,94 | 21,0 | 11,9 |
| Cenizas, % MS | 0,70 | 11,2 | 9,22 |
| Cenizas, g | 0,92 | 10,3 | 13,9 |
| Energía, kJ/100 g MS | 0,98 | 4,58 | 2,97 |
| Energía, MJ | 0,98 | 8,99 | 8,24 |

Agradecimientos

Los autores agradecen a María Esteban, Beatriz Martínez y Clara Alfonso su colaboración en este trabajo.

Bibliografía

- Altmann M., Pliquet U., Suess R., von Borell E. 2004. Prediction of lamb carcass composition by impedance spectroscopy. *J. Anim. Sci.*, 82:816-825.
- Amemiya T. 1980. Selection of regressors. *Int. Econ. Rev.*, 21:331-354.
- Berg E.P., Marchello M.J. 1994. Bioelectrical Impedance Analysis for the prediction of fat-free mass in lambs and lamb carcasses. *J. Anim. Sci.*, 72:322-329.

- De Blas J.C., Torres A., Fraga M.J., Pérez E., Gálvez J.F. 1977. Influence of weight and age on the body composition of young doe rabbits. *J. Anim. Sci.*, 45:48-53.
- Hocking R.R. 1976. The analysis and selection of variables in linear regression. *Biometrics*, 32:1-49.
- Mallows C.L. 1973. Some comments on Cp. *Technometrics*, 15: 661-675.
- Nicodemus N., Pereda N., Romero C., Rebollar P.G. 2009. Évaluation de la technique d'impédance bioélectrique (IBE) pour estimer la composition corporelle de lapines reproductrices. *13^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 17-18 novembre 2009, LeMans, France: 109-112.
- Pereda N., Rebollar P.G., Schwarz B.F., Arias-Álvarez M., Revuelta L., Lorenzo P.L., Nicodemus N. 2007a. Estudio de la composición corporal de conejas reproductoras mediante la técnica de impedancia bioeléctrica (BIA). Parte I: Resultados de la composición corporal y de las determinaciones de impedancia. *II Congreso Ibérico de Cunicultura*. Vila-Real, Portugal: 13-16.
- Pereda N., Rebollar P.G., Schwarz B.F., Arias-Álvarez M., Revuelta L., Lorenzo P.L., Nicodemus N. 2007b. Estudio de la composición corporal de conejas reproductoras mediante la técnica de impedancia bioeléctrica (BIA). Parte II; Ecuaciones de predicción. *II Congreso Ibérico de Cunicultura*. Vila-Real, Portugal: 17-20.
- Saiz A., Nicodemus N., Abelleira D., Fernandez 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). *36 Symposium de cunicultura de ASESCU*. Peñíscola, España: 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). *36 Symposium de Cunicultura de ASESCU*. Peñíscola, España: 92-95.
- Saiz A., García-Ruiz A.I., Martin E., Fernández A., Nicodemus N. 2013. Estudio de la composición corporal en conejos de 25 a 77 días de edad y aplicación de la técnica de impedancia bioeléctrica (BIA). *38 Symposium de Cunicultura de ASESCU*. Zamora, España (aceptado).
- SAS Institute. 1999. User's Guide. Statistical Analysis System Institute Inc., Cary, NC.
- Swantek P.M., Crenshaw J.D., Marchelo M.J., Lukaski H.C. 1992. Bioelectrical impedance: a non-destructive method to determine fat-free mass of live market swine and pork carcasses. *J. Anim. Sci.*, 70:169-177.
- Swantek P.M., Marchelo M.J., Tilton J.E., Crenshaw J.D. 1999. Prediction of fat-free mass of pigs from 50 to 130 kg live weight. *J. Anim. Sci.*, 77:893-897.
- Velazco J., Morril J.L., Grunewald K.K. 1999. Utilization of bioelectrical impedance to predict carcass composition of Holstein steers at 3, 6, 9 and 12 months of age. *J. Anim. Sci.*, 77:131-136.

REPRODUCCIÓN

- **Evaluación de la eficiencia de la explotación mediante un índice de productividad de las conejas**

González-Redondo P., Crosta M., Finzi A.

- **Evaluación de diferentes diluyentes para incrementar el tiempo de conservación del semen de conejo**

Guillén L., Peña A.I., Quintela L.A., Barrio M., Becerra J.J., Herradón P.G., Alonso D., Sánchez del Cueto M., Prieto C., García N., Gullón J.

- **Estudio a los 12 días de gestación de los caracteres uterinos y fetales en la coneja**

Damico J., Torres C., Argente, M.J., García M.L.

Evaluación de diferentes diluyentes para incrementar el tiempo de conservación del semen de conejo

Evaluation of different extenders to increase the preservation period of chilled rabbit semen

Guillén L.¹; Peña A.I.¹; Quintela L.A.¹; Barrio M.¹; Becerra J.J.¹; Herradón P.G.¹; Alonso D.¹; Sánchez del Cueto M.²; Prieto C.²; García N.²; Gullón J.^{2*}

¹ Dept. de Patología Animal, Reproducción y Obstetricia, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela, 27002 Lugo, España.

² COGAL SL

* Dirección de contacto: cogalvet@cogal.net.

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar y comparar el efecto de cuatro diluyentes sobre la viabilidad y la motilidad espermáticas del semen de conejo refrigerado a 4°C durante 96 h. Los diluyentes evaluados diferían en el monosacárido incluido (glucosa vs. fructosa) y en la sustancia protectora frente al choque térmico (yema de huevo vs. leche semidesnatada). La viabilidad espermática se evaluó mediante la tinción eosina-nigrosina y la motilidad utilizando un sistema CASA. Se identificaron 5 subpoblaciones de espermatozoides móviles que diferían en sus parámetros cinéticos. La motilidad y viabilidad espermáticas se analizaron a las 24, 48, 72 y 96 h de refrigeración a 4°C. El diluyente elaborado con glucosa y yema de huevo mostró los mejores resultados de motilidad y viabilidad. Los diluyentes que contenían fructosa y leche, a las 72 y 96 h de refrigeración, mostraron bajos porcentajes de células móviles.

Palabras clave: conejo, semen, refrigeración, diluyentes

Abstract

The aim of the present study was to evaluate and to compare the effect of four extenders on sperm motility and viability of rabbit semen chilled at 4°C for 96 h. The extenders tested differed in the sugar (glucose vs. fructose) and in the cold-shock protecting substance (egg yolk vs. semi-skimmed milk) included. Sperm viability was evaluated by eosin-nigrosin staining and sperm motility by using a CASA system. Five sperm subpopulations with different kinematic parameters were identified. Sperm motility and viability were analyzed after 24, 48, 72 and 96 h at 4°C. The extender containing glucose and egg yolk produced the highest proportion of motile and viable sperm. In contrast, extenders containing fructose and milk, after 72 or 96 h, yielded the lowest percentages of motile and live spermatozoa.

Key words: rabbit, semen, chilling, extenders

Introducción

En cunicultura se utilizan mezclas heteroespéricas de semen fresco diluido para realizar la inseminación en las distintas granjas de conejas madres, y una de las principales limitaciones es el corto periodo de tiempo para el transporte del semen, ya que éste ha de utilizarse en 24-48 h tras su extracción. Por ello, un logro muy importante sería incrementar el tiempo de conservación del semen de conejo diluido. Facchin *et al.* (1987) emplearon un diluyente elaborado con Tris, yema de huevo y antibióticos para semen refrigerado a 5°C y observaron que permitía una autonomía del semen de 24-36 h con resultados satisfactorios. A partir de este momento se emplearon distintos diluyentes, la mayoría con tris-citrato y yema de huevo, como base, y diferentes temperaturas de refrigeración (Battaglini *et al.*, 1988; Theau-Clement y Roustan, 1991). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes diluyentes, elaborados con fructosa o glucosa, y con yema de huevo o leche, para la conservación de semen de conejo a 4°C durante un periodo lo más prolongado posible.

Material y métodos

Recolección de semen

El semen de conejo se obtuvo de un centro de IA perteneciente a COGAL. Los eyaculados de 8-12 machos (Hyplus PS39, Grimaud Frères, France), fueron recogidos, mezclados y diluidos con tampón Tris-fructosa a una tasa 1:5 (v/v). Solo se utilizaron eyaculados con un volumen libre de gel superior a 0,2 mL y motilidad espermática superior al 70%. Se realizaron 12 replicados a partir de 12 mezclas heterospermicas distintas.

La motilidad espermática media en los 12 pooles de semen fue $54.2 \pm 18.4\%$ (rango: 30-90%). Las muestras de semen con baja motilidad mostraban algunos espermatozoides con la cabeza pegada al vidrio pero movimiento de la cola. La concentración espermática media fue $225.45 \pm 54.24 \times 10^6$ espermatozoides/ml. El porcentaje medio de espermatozoides vivos determinado por la tinción eosina-nigrosina fue $87,16 \pm 4,17\%$.

Diluyentes seminales

Se prepararon los siguientes diluyentes:

1) Tris-fructosa-leche (TFL): 250 mM de Tris (hidroximetil) aminometano, 80 mM de ácido cítrico, 70 mM de fructosa, 2,8 mM bencilpenicilina, 1,36 mM de sulfato de dihidroestreptomicina y 20% (v/v) de leche UHT con un contenido del 1,55 % de grasa.

2) Tris-fructosa-yema de huevo (TFY): La misma fracción de tampón que en TFL pero con un contenido del 10% (v/v) de yema de huevo y sin leche.

3) Tris-glucosa-leche (TGL): 198 mM de Tris (hidroximetil) aminometano, 66 mM de ácido cítrico, 44 mM de glucosa, 1,7 mM bencilpenicilina, 1,36 mM de sulfato de dihidroestreptomicina y 20% (v/v) de leche UHT con un contenido del 1,55 % de grasa.

4) Tris-glucosa-yema de huevo (TGY): La misma fracción de tampón que en TGL pero con un contenido del 10% (v/v) de yema de huevo y sin leche.

Cada pool de semen se dividió en 4 alícuotas que fueron respectivamente diluidas con cada uno de los diluyentes especificados anteriormente, a una concentración final de $30-40 \times 10^6$ espermatozoides/ml. Las 4 suspensiones espermáticas se refrigeraron a 4°C y se mantuvieron a esta temperatura durante 96 h.

Evaluación del semen

La viabilidad espermática se evaluó a las 24 y 96 h de almacenamiento a 4°C mediante la tinción eosina-nigrosina. La motilidad se analizó utilizando un sistema CASA (Microptic, Barcelona, España) tras 24, 48, 72 y 96 horas a 4°C. Los parámetros cinéticos registrados para cada espermatozoide individual fueron: velocidad curvilínea (VCL, $\mu\text{m/s}$); velocidad rectilínea (VSL, $\mu\text{m/s}$); velocidad de la trayectoria media (VAP, $\mu\text{m/s}$); porcentaje de linealidad (LIN, %); porcentaje de rectitud (SRT, %); coeficiente de oscilación (WOB, %); amplitud del desplazamiento lateral de la cabeza (ALH, μm); frecuencia de batida (BCF, Hz).

Análisis estadístico

Los datos procedentes 22.472 espermatozoides, cada uno definido por 8 parámetros cinéticos, se utilizaron para realizar un análisis multivariante "K-medias" con el fin de agrupar los espermatozoides en subpoblaciones de acuerdo con sus patrones de motilidad. El efecto de los distintos diluyentes y del tiempo de refrigeración sobre la motilidad total y la viabilidad de los espermatozoides, así como sobre la distribución espermática en las distintas subpoblaciones, se analizó mediante un modelo lineal general (GLM) para medidas repetidas. Las diferencias entre las medias se analizaron por el método Tukey. Todos los análisis estadísticos se analizaron con el sistema estadístico SPSS 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.), y las diferencias se consideraron significativas a $P < 0,05$.

Resultados

Motilidad y viabilidad general del semen

Tras 24 h de refrigeración la motilidad espermática no difirió significativamente en los cuatro diluyentes, oscilando entre el 60 y el 75%, pero disminuyó significativamente al cabo de 96 h en los cuatro diluyentes (rango: 2-44%). El porcentaje de espermatozoides móviles al cabo de 96 h fue mayor en los diluyentes que contenían glucosa (rango: 20-44%) que en los de fructosa (rango: 2-18%), y para ambos, en los que contenían yema de huevo (rango: 18-44%) que en los que contenían leche (rango: 2-20%). La viabilidad espermática en cambio no fue diferente para los cuatro diluyentes, y aunque el tiempo de refrigeración tuvo efecto, la proporción de espermatozoides vivos fue superior al 80% en los 4 diluyentes tras 96 h.

Subpoblaciones de espermatozoides móviles

Se determinó la existencia de 5 subpoblaciones espermáticas en el semen de conejo refrigerado. Los patrones de movimiento de cada una de estas subpoblaciones pueden describirse de la siguiente manera:

La subpoblación 1 mostraba un movimiento pobre y poco progresivo (bajo VCL, ALH, BCF y LIN, SRT, WOB). Incluía el 28% del total de espermatozoides móviles.

La subpoblación 2 incluía el 23% de los espermatozoides móviles. Esta subpoblación mostraba relativamente alta velocidad pero baja progresividad como indicaron los bajos valores de LIN, SRT y WOB.

La subpoblación 3 contenía aproximadamente el 13% de la población total de espermatozoides móviles, e incluía los más rápidos y progresivos.

La subpoblación 4 contenía espermatozoides con velocidad baja pero elevada progresividad. Incluía el 21% de los espermatozoides móviles.

La subpoblación 5 estaba formada por espermatozoides con velocidad media y baja progresividad (bajo LIN, SRT y WOB), y contenía el 16% del total de espermatozoides móviles.

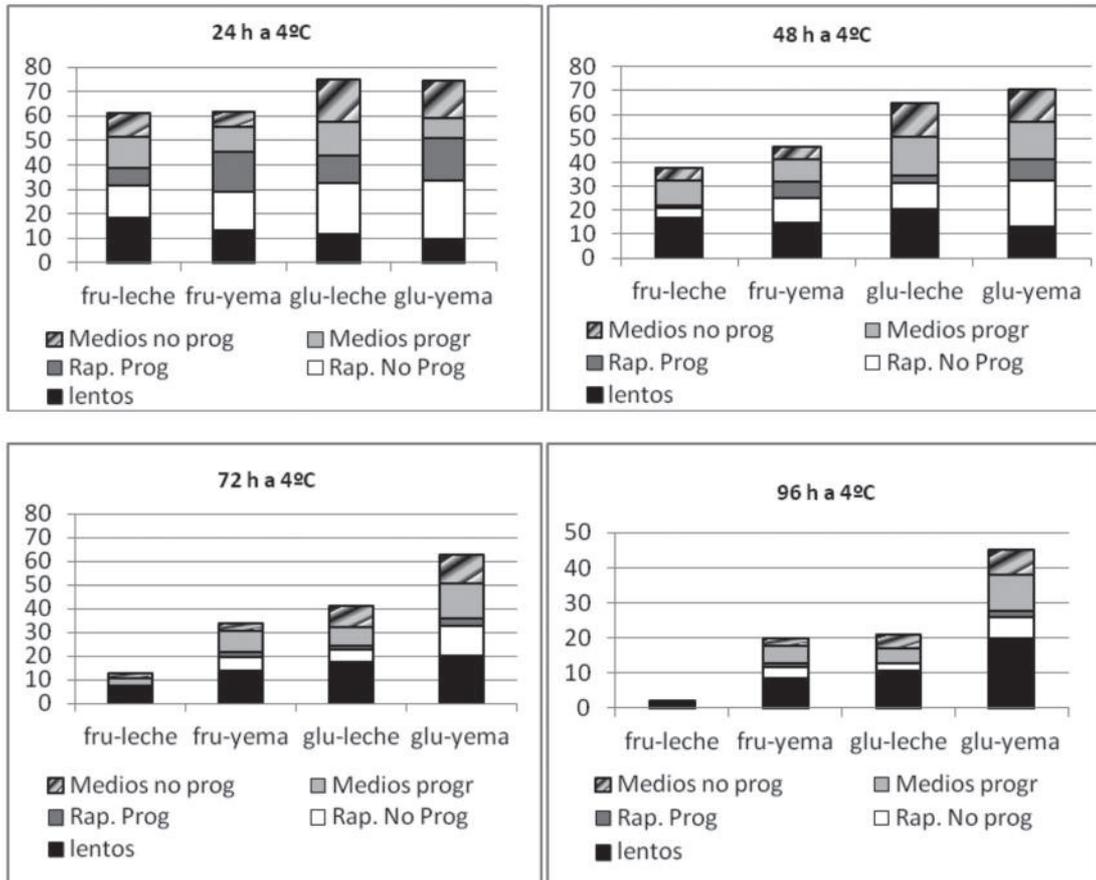
Distribución de los espermatozoides dentro de las cinco subpoblaciones

La proporción de espermatozoides asignados a las 5 subpoblaciones fue cambiando significativamente durante el periodo de conservación (Figura 1). Tras 96 h de refrigeración, solamente las muestras de semen diluido en TGY mostraron valores de motilidad total superiores al 40%, sin embargo, aproximadamente el 50% de los espermatozoides móviles correspondían a la subpoblación 1, que representa una motilidad lenta y no progresiva.

Discusión

La yema de huevo es un componente básico de los diluyentes seminales debido a su acción protectora frente al shock térmico, que permite mantener la motilidad y la capacidad fecundante de los espermatozoides expuestos a bajas temperaturas (Watson y Martin, 1975). En nuestro estudio el diluyente TGY no sólo indujo motilidades superiores al resto de los diluyentes evaluados, sino que también logró conservarlas hasta el cuarto día, a pesar de que esta motilidad fuera muy inferior y de peor calidad que a las 48 h. Al comparar la motilidad entre diluyentes elaborados con yema de huevo o con leche, ya se observaron diferencias significativas a las 24 h de refrigeración, siendo el diluyente TFL el que presentó un mayor número de espermatozoides en la subpoblación 1, lo que indica que, en el caso del semen de conejo, la leche no tiene la misma capacidad protectora que la yema de huevo frente a las bajas temperaturas. Con respecto a la eficiencia de los azúcares añadidos a los diluyentes, los resultados indicaron que los dos diluyentes que contenían fructosa producían los peores resultados de motilidad, tanto a las 24 como a 96 h. Los azúcares han sido considerados uno de los principales constituyentes de los diluyentes seminales ya que actúan como fuentes de energía exógena, componentes osmóticos y agentes crioprotectores. La glucosa y la fructosa son azúcares metabolizables y son los más utilizados en los diluyentes

FIGURA 1. Frecuencias de distribución de los espermatozoides de conejo en las distintas subpoblaciones de espermatozoides móviles, para los cuatro diluyentes evaluados tras diferentes periodos de tiempo a 4°C: 24, 48, 72 y 96 h (prog: progresivos, rap: rápidos; fru: fructosa; glu: glucosa).



ya que constituyen una fuente de energía para producir ATP y optimizar la motilidad. Los parámetros cinéticos de los espermatozoides incluidos en las distintas subpoblaciones revelaron que los diluyentes que contenían fructosa producían trayectorias espermáticas más progresivas, mientras que los que contenían glucosa inducían un movimiento espermático más rápido pero de menor progresividad. Estos resultados coinciden con los observados por Rigau *et al.* (2001) en semen canino.

Bibliografía

- Battaglini M., Costantini F., Castellini C. 1988. Fecondazione artificiale del coniglio con sperma refrigerato e congelato. *Zoot. Nutr. Anim.* 14:267-271.
- Facchin E., Cancellotti F.M., Gallazi D. 1987. Rabbit breeding systems and performances: weekly cycled production. Report EUR 10983 EN. Pp. 69-82.
- Rigau T., Farré M., Ballester J., Mogas T., Peña A., Rodríguez-Gil J.E. 2001. Effects of glucose and fructose on motility patterns of dog spermatozoa from fresh ejaculates. *Theriogenology* 56:801-815.
- Theau-Clement M., Roustan A. 1991. L'insemination artificielle chez la lapine. *EI & Ins.* 245:3-12.
- Watson P.F., Martin C.A. 1975. Effects of egg yolk, glycerol and the freezing rate on the viability and acrosomal structures of frozen ram spermatozoa. *Aust. J. Biol. Sci.* 28:153-159.

Estudio a los 12 días de gestación de los caracteres uterinos y fetales en la coneja

Study of uterine and foetal traits of the rabbit female at 12 days of gestation

Damico J.¹, Torres C.², Argente M.J.¹, García M.L.^{1*}

¹ Universidad Miguel Hernández de Elche. Ctra Beniel km. 3.2, 03312 Orihuela, Alicante.

² Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Universidad Politécnica de Valencia.

* Dirección de contacto: *mariluz.garcia@umh.es

Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar las características del útero y de los fetos a los 12 días de gestación de la coneja. Se utilizaron 55 hembras multíparas y se contabilizó la tasa de ovulación, el peso del ovario, la longitud y el peso de los cuernos uterinos y el número de embriones implantados. Se clasificaron los fetos en vivos o muertos. Se midió el espacio disponible por feto y su peso, así como el peso, el perímetro y el área de la placenta fetal y materna. La relación fue lineal y positiva entre el peso del ovario y la tasa de ovulación; el peso y la longitud del tracto uterino y el número de embriones implantados y el peso y la longitud del tracto uterino. La probabilidad de mortalidad de los fetos es 3 veces superior si reciben una sola vena que si reciben 2 o más venas, pero la posición de los fetos a los 12 días de gestación en el tracto uterino no afecta a la viabilidad de los fetos. Los fetos vivos tienen más espacio disponible si están situados en la zona del oviducto (3.58 cm.) o del cérvix (3.93 cm.) que si están en el centro del tracto uterino (2.77 cm.). El desarrollo longitudinal de la placenta materna depende tanto del número de venas que recibe el punto de implantación como de la posición que ocupa dentro del tracto uterino.

Palabras clave: caracterización, fetos, cuerno uterino, coneja

Abstract

The objective of this work is to analyze the characters of the uterus and fetuses at 12 days gestation in the rabbit female. A total of 55 multiparous females were used and were counted ovulation rate, ovarian weight, length and weight of the uterine horns and the number of implanted embryos. The fetuses were classified in live and dead fetuses. The available spaces per fetus, the fetal weights, and weight, perimeter, area of fetal and maternal placenta were measured. There is a positive linear relationship between weight of the ovarian and ovulation rate, weight and length uterine horn and number of implanted embryos and the weight and length of the uterine horn. The probability of mortality of fetuses is 3 times higher if they receive a single vein than if the receive 2 or more veins, but the position of the fetus at 12 days of gestation in the uterine horn does not affect the viability of fetuses. The live fetuses have more space available if they are located in the oviduct (3.58 cm.) or cervix (3.93 cm.) that if they are in the middle of the uterine horn (2.77 cm). The longitudinal development of the maternal placenta depends on the number of veins which receives the implantation site and the position within the uterine tract.

Key words: characterization, fetus, uterine horn, rabbit female

Introducción

El tamaño de camada es un carácter de gran relevancia económica en las explotaciones cunícolas. El tamaño de camada depende de la tasa de ovulación, el número de embriones implantados y de su pos-

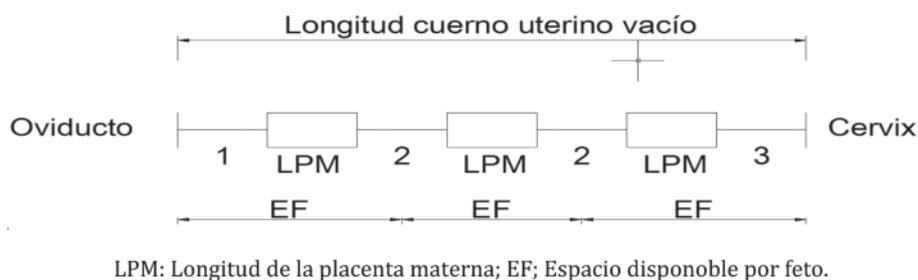
terior supervivencia hasta el parto. Las pérdidas que tienen lugar desde la implantación al parto, también denominadas pérdidas fetales, representan entre el 30 y el 40% de las pérdidas totales (Blasco *et al.*, 1993). En la bibliografía se pueden encontrar diferentes estudios sobre la influencia del espacio uterino por feto en el desarrollo y en la supervivencia prenatal a los 18 días de gestación (Argente *et al.*, 2006; 2008) y a los 25 días de gestación (Argente *et al.*, 2003; Mocé *et al.*, 2010). El objetivo de este trabajo es caracterizar el tracto reproductivo de la hembra y las características fetales a los 12 días de gestación y su efecto sobre la supervivencia de los fetos.

Material y métodos

Animales y manejo

Un total de 55 hembras multíparas no lactantes pertenecientes a una línea sintética (Argente *et al.*, 2012) fueron utilizadas en esta experiencia. Todas las hembras fueron alojadas en las instalaciones de la Universidad Miguel Hernández de Elche en el campus de Orihuela. Las hembras fueron montadas por primera vez a las 17 semanas de edad y continuaron con un ritmo reproductivo semi-intensivo (montas 12 días post-parto), un manejo en bandas semanal y una lactación de 28 días. Una vez realizado el destete de la 4ª lactación las hembras fueron montadas y a los 12 días fueron sacrificadas. Se contabilizó el número de cuerpos lúteos en cada ovario y se pesaron los ovarios. Se realizó un examen externo de los cuernos uterinos y se contabilizaron el número de fetos implantados. Se pesó y se midió cada cuerno uterino. Se contabilizó el número de venas que llegan a cada punto de implantación (Argente *et al.*, 2003). Se abrió el cuerno uterino y se clasificaron los fetos en vivos y muertos. El cuerno uterino abierto fue fotografiado. Las fotografías fueron analizadas en Autocad (2007) y se midió el perímetro y el área de cada placenta materna y fetal. Se retiraron los fetos y sus placentas, y fueron pesados. El cuerno uterino únicamente con las placentas maternas fue medido, como se indica en la Figura 1. Se retiraron las placentas maternas y fueron pesadas.

FIGURA 1. Esquema de las medidas tomadas en el cuerno uterino.



Caracteres

- Caracteres de la hembra por cada cuerno uterino

Las variables medidas fueron la tasa de ovulación, estimada como el número de cuerpos lúteos, el número de embriones implantados, el número de fetos vivos y muertos a los 12 días de gestación, el peso del ovario (g) y el peso (g) y la longitud (cm) de cada cuerno uterino lleno.

- Caracteres medidos en los fetos

Las variables medidas fueron el peso del feto (g) y el peso (g), el perímetro (cm) y el área de la placenta fetal y materna (cm²). También se midió la longitud de la placenta materna (cm) y el espacio uterino disponible por feto (cm).

Análisis estadístico

Se realizó una regresión lineal entre los caracteres de la hembra tasa de ovulación y el peso del ovario; el número de embriones implantados y el peso del cuerno uterino lleno; el número de embriones implantados y la longitud del cuerno uterino lleno, y el peso y la longitud del cuerno uterino lleno.

La distribución del porcentaje de fetos vivos y muertos según la posición en el cuerno uterino (lado del oviducto, zona central, lado del cévix) y el número de venas que llegan al punto de implantación (1, 2, 3 o más de 3 venas) fue analizado utilizando un test de contingencia χ^2 .

Todos los caracteres medidos en los fetos vivos fueron analizados con el siguiente modelo:

$$Y_{ijkm} = \mu + V_i + P_j + m_{ijk} + b1 \cdot E_{ijkm} + e_{ijkm}$$

Donde μ es la media general, V_i es el número de venas que llegan al punto de implantación ($i=4$; 1, 2, 3 ó más de 3 venas), P_j es la posición del feto en el cuerno uterino ($j=3$; lado del oviducto, zona central y lado del cévix), m_{ijk} es el efecto aleatorio de la hembra, $b1 \cdot E_{ijkm}$ es el coeficiente de regresión de la covariable embriones implantados y e_{ijkm} es el error del modelo. El procedimiento MIXED de SAS (2008) fue utilizado para estos análisis.

Resultados y discusión

La Tabla 1 presenta las estimas del intercepto, el coeficiente de regresión lineal, el coeficiente de correlación y el coeficiente R2 para los caracteres uterinos de la hembra a los 12 días de gestación. El peso del ovario presenta una relación lineal con la tasa de ovulación. Los embriones implantados presentan relación lineal y positiva con el peso y la longitud del cuerno uterino. Las características del cuerno uterino, peso y longitud también presentan una relación lineal positiva.

TABLA 1. Estimaciones del intercepto (a), coeficiente de regresión lineal (b), del coeficiente de correlación (r) y del R2 entre los caracteres.

| Y | X | a | b | r | R ² (%) |
|-----------------------|-----------------|----------------|---------------|------|--------------------|
| Tasa ovulación | Peso ovario | 2.22 (1.43) | 7.32 (2.34)** | 0.42 | 18 |
| Embriones implantados | Peso tracto | -0.50 (0.58)** | 0.24 (0.02)** | 0.85 | 73 |
| Embriones implantados | Longitud tracto | -4.38 (1.25)** | 0.69 (0.09)** | 0.77 | 59 |
| Peso tracto | Longitud tracto | -9.39 (4.80)* | 2.44 (0.33)** | 0.74 | 54 |

Y: variable dependiente; X: variable independiente (Y=a + bX). ** P<0.01; * P<0.05.

En la Tabla 2 se presenta la distribución del porcentaje de fetos vivos y muertos a los 12 días de gestación según el número de venas que llegan al punto de implantación. Los fetos que reciben mayor número de venas presentan una mayor probabilidad de supervivencia. Por el contrario los fetos que reciben una vena tienen el triple de probabilidad de morir que los que reciben 2 o más venas. Argente *et al.* (2008) indicaron que la probabilidad de supervivencia de los fetos a los 18 días de gestación es superior para los fetos que reciben 3 venas o más que para los que reciben menos de 3 venas. Cuando el estudio se realiza a los 25 días de gestación el porcentaje de fetos vivos es superior para aquellos puntos de implantación con 2 o más venas (Argente *et al.*, 2003).

TABLA 2. Porcentaje de fetos vivos y muertos según el número de venas que llegan al punto de implantación y la posición que ocupa el feto en el cuerno uterino.

| | Número de venas | | | | Posición | | |
|---------------|---------------------------|-----|-----|-----|------------------------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | +3 | oviducto | medio | Cévix |
| Fetos vivos | 83% | 98% | 99% | 98% | 92% | 97% | 98% |
| Fetos muertos | 17% | 2% | 1% | 2% | 8% | 3% | 2% |
| | $\chi^2 = 19.24$ P=0.0002 | | | | $\chi^2 = 3.45$ P=0.18 | | |

La distribución del porcentaje de fetos vivos y muertos a los 12 días de gestación en función de la posición que ocupan en el cuerno uterino no muestra diferencias significativas (P=0.18; Tabla 2). Este resultado se mantiene a los 18 y a los 25 días de gestación (Argente *et al.*, 2003; 2008).

No hay diferencias significativas para el peso de los fetos vivos a los 12 días de gestación según el número de venas que recibe el punto de implantación ni según la posición que ocupa el feto en el útero (Tabla 3). El espacio uterino destinado a cada feto es superior para los fetos que se encuentran en el ex-

tremo del oviducto (3.58 cm) y del cérvix (3.93 cm.) del cuerno uterino que para los fetos que se encuentran en el centro (2.77 cm). También a los 18 días de gestación, Argente *et al.* (2006) encuentran que los fetos situados en el extremo del cérvix tienen un mayor espacio disponible (6.48 cm) que los fetos situados en la zona central o en la zona del oviducto.

TABLA 3. Medias mínimo cuadráticas y error estándar para los caracteres de los fetos vivos y sus placentas, según el número de venas que llegan a cada punto de implantación y la posición del feto en el cuerno uterino.

| | | Feto | | Placenta Fetal | | |
|----------|----------|-------------|--------------------------|----------------|---------------------------|-------------------------|
| | | Peso (g) | Espacio disponible (cm) | Peso(g) | Perímetro (cm) | Área (cm ²) |
| Nº venas | 1 | 0.14 ± 0.02 | 3.14 ± 0.15 | 0.35 ± 0.03 | 4.95 ± 0.17 ^a | 1.44 ± 0.10 |
| | 2 | 0.12 ± 0.01 | 3.21 ± 0.08 | 0.35 ± 0.02 | 4.60 ± 0.09 ^b | 1.34 ± 0.05 |
| | 3 | 0.11 ± 0.01 | 3.33 ± 0.09 | 0.34 ± 0.02 | 4.67 ± 0.11 ^{ab} | 1.44 ± 0.06 |
| | +3 | 0.11 ± 0.01 | 3.31 ± 0.14 | 0.39 ± 0.03 | 4.87 ± 0.15 ^a | 1.56 ± 0.09 |
| Posición | Oviducto | 0.11 ± 0.01 | 3.58 ^b ± 0.11 | 0.35 ± 0.02 | 4.78 ± 0.14 | 1.46 ± 0.08 |
| | Medio | 0.12 ± 0.01 | 2.77 ^a ± 0.07 | 0.34 ± 0.01 | 4.61 ± 0.07 | 1.40 ± 0.04 |
| | Cérvix | 0.13 ± 0.01 | 3.93 ^b ± 0.12 | 0.37 ± 0.02 | 4.85 ± 0.14 | 1.49 ± 0.08 |

El peso y el área de la placenta fetal no muestra diferencias significativas según el número de venas que recibe, pero el perímetro de la placenta fetal es menor para los puntos de implantación que reciben 2 venas (4.60 cm) que para los que reciben 1 vena (4.95 cm) o más de 3 venas (4.87 cm). Las placentas fetales que reciben 3 venas en el punto de implantación presentan perímetros intermedios (4.67 cm). El peso, el perímetro y el área de la placenta fetal no muestran diferencias significativas en función de la posición que ocupa el feto en el cuerno uterino.

El número de venas que llegan a cada punto de implantación y la posición del feto en el cuerno uterino no influyen en el peso, el perímetro ni el área de la placenta materna a los 12 días de gestación (Tabla 4). Sin embargo, la longitud de la placenta materna es inferior para los puntos de implantación que reciben 1 y 2 venas (1.54 y 1.63 cm) que para los que reciben 3 o más venas (1.69 y 1.72 cm). Existen diferencias significativas según la posición en el cuerno uterino, las placentas maternas situadas en la posición central presentan una longitud de 1.60 cm, las placentas situadas en el lado del cérvix miden 1.65 cm y las situadas en el lado del oviducto 1.70 cm. Estos resultados concuerdan con los presentados por Argente *et al.* (2006; 2008).

Tabla 4. Medias mínimo cuadráticas y error estándar para los caracteres de las placentas maternas correspondientes a fetos vivos, según el número de venas que llegan a cada punto de implantación y la posición del feto en el cuerno uterino

| | | Placenta materna | | | |
|----------|----------|------------------|----------------|-------------------------|---------------------------|
| | | Peso (g) | Perímetro (cm) | Área (cm ²) | Longitud (cm) |
| Nº venas | 1 | 1.28 ± 0.08 | 7.98 ± 0.24 | 4.15 ± 0.19 | 1.54 ± 0.06 ^c |
| | 2 | 1.32 ± 0.04 | 7.71 ± 0.14 | 3.69 ± 0.11 | 1.63 ± 0.03 ^{cd} |
| | 3 | 1.41 ± 0.05 | 7.80 ± 0.16 | 3.74 ± 0.12 | 1.69 ± 0.04 ^d |
| | +3 | 1.45 ± 0.07 | 8.01 ± 0.22 | 3.95 ± 0.17 | 1.72 ± 0.05 ^d |
| Posición | Oviducto | 1.34 ± 0.06 | 7.77 ± 0.20 | 3.84 ± 0.15 | 1.70 ± 0.04 ^d |
| | Medio | 1.34 ± 0.04 | 7.99 ± 0.11 | 3.89 ± 0.09 | 1.60 ± 0.03 ^c |
| | Cérvix | 1.41 ± 0.06 | 7.88 ± 0.21 | 3.91 ± 0.16 | 1.65 ± 0.05 ^{cd} |

^{cd} Filas dentro de una misma columna con diferente superíndice indica diferencias significativas (P<0.10).

La supervivencia de los fetos los primeros días tras la implantación se ve afectada por el número de venas que recibe el punto de implantación, mientras que el desarrollo de los fetos vivos, de la placenta fetal materna depende tanto de la posición que ocupan en el tracto reproductivo como del número de venas que recibe el punto de implantación.

Agradecimientos

Este experimento ha sido financiado con los proyectos GVPRE/2008/145, CICYT AGL2011-29831-03-02.

Bibliografía

Argente M.J., Santacreu M.A., Climent A., Blasco A. 2003. Relationship between uterine and fetal traits in rabbits selected on uterine capacity. *J. Anim. Sci.* 81:1265-1273.

Argente M.J., Santacreu M.A., Climent A., Blasco A. 2006. Influence of available uterine space per fetus on fetal development and prenatal survival in rabbits selected for uterine capacity. *Livest. Sci.* 102:83-91.

Argente M.J., Santacreu M.A., Climent A., Blasco A. 2008. Effects of intrauterine crowding on available uterine space per fetus in rabbits. *Livest. Sci.* 114:211-219.

Argente M.J., García M.L., Muelas R., Blasco A. 2012. Divergent selection for residual variance litter size. *Proceedings 10th World Rabbit Congress*, Sharm El-Sheikh, Egypt, 3-6 september 2012, pp. 97-101.

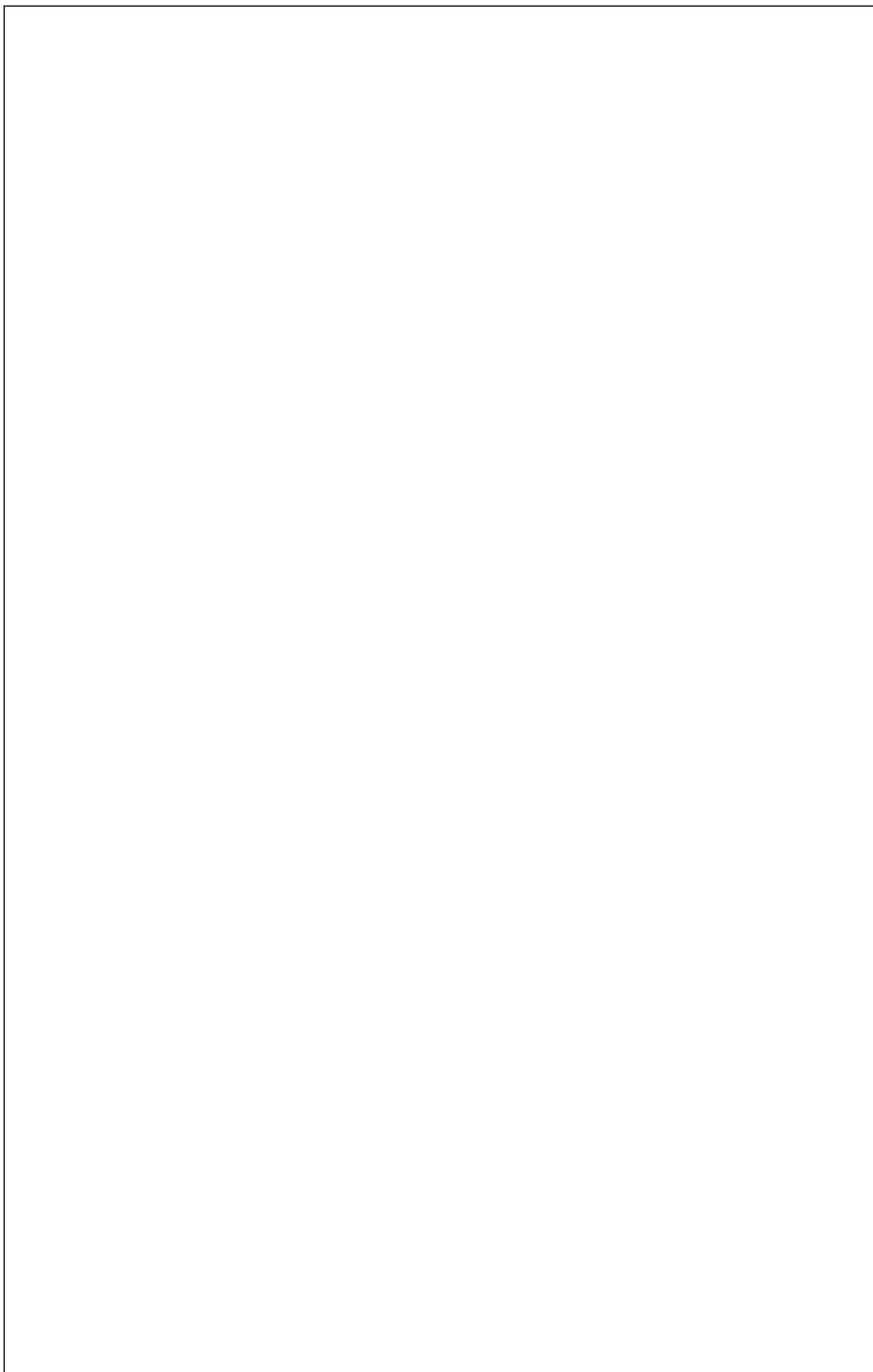
Autocad. 2007. Autodesk, Inc.

Blasco A., Bidanel J.P., Bolet G., Haley C.S., Santacreu M.A. 1993. The genetics of prenatal survival of pigs and rabbits: a review. *Livest. Prod. Sci.* 37:1-21.

Mocé M.L., Blasco A., Santacreu M.A. 2010. In vivo development of vitrified rabbit embryos: effects on prenatal survival and placental development. *Theriogenology* 73:704-710.

NOTAS

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page below the header. It is intended for the user to write their notes.



NOTAS