



40 SYMPOSIUM DE CUNICULTURA DE ADESCU
SANTIAGO DE COMPOSTELA

28 Y 29 DE MAYO DE 2015 FACULTAD DE MEDICINA DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Cogal



GOMEZ Y CRESPO

www.gomezycrespo.com

Polivalencia

Maternidad

Engorde

Gestación

Reposición

Inseminación

Alimentación Sin Fin

Accesorios, limpieza, etc..



Detalle del control lactancia



NAVES

**Consulte
nuestros precios**

TUNELES

LIBRO DE ACTAS

XL Symposium de Cunicultura de ASESCU

Santiago de Compostela,
28 y 29 de mayo de 2015

Coordinadores:

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

Organizan:



Patrocinan:



***El XL Symposium de Cunicultura de ADESCU
se celebró en la Facultad de Medicina de Santiago de Compostela (La Coruña)
los días 28 y 29 de mayo de 2015***

El simposio fue organizado por:

Asociación Española de Cunicultura (ADESCU)
Cogal

Contó con el patrocinio de las siguientes empresas:

Cogal
Coren
Elanco
Gómez y Crespo

Contó con la colaboración de las siguientes empresas:

Andrés Pinaluba
Copele
Hermi
Hipra
INTERCUN
Laboratorios Calier
Laboratorios Iven
Laboratorios Maymo
Nanta
Nutriad
Sp Veterinaria
Zoetis

Los coordinadores de este libro de actas fueron:

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

Edita:

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

ISBN: 978-84-92928-42-2

Depósito Legal: M-15217-2015

PROGRAMA

PROGRAMA DEL SYMPOSIUM DE CUNICULTURA DE ASESCU 2015

Santiago de Compostela, 28 y 29 de mayo de 2015

Jueves, 28 de mayo

08:30 h. Inscripciones y acreditación.

09:30 h. Acto de Inauguración del Symposium.

09:45 h. Cunicultura en el Noreste de la Península Ibérica. Responsable de Cogal.

10:15 h. Mejora genética del conejo de carne. Fundación de nuevas líneas. D. Manuel Baselga. Catedrático de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural, de la Universidad Politécnica de Valencia.

11:15 h. Pausa para café por gentileza de Laboratorios Calier. Sesión de pósteres.

11:45 h. Futuro de la producción de carne de conejo, cunicultura-ficción, D. Carlos Buxadé, Catedrático de la E.T.S.I. Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid.

12:45 h. *Sesión de comunicaciones libres: NUTRICIÓN I*

Efecto del nivel y la fuente de grasa sobre los rendimientos productivos de conejos en crecimiento

Saiz A., Nicodemus N., Alfonso C., Terreros E., Lizaso J., Fernández B., García-Ruiz A.I.

Efecto del nivel y la fuente de grasa sobre la composición corporal y de la canal, y la retención de nutrientes de conejos en crecimiento

Saiz A., Nicodemus N., Alfonso C., Terreros E., Lizaso J., Fernández B., García-Ruiz A.I.

Composición química de la canal y retención de nutrientes en conejos alimentados mediante diferentes estrategias de restricción

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

Efecto de las fracciones soluble e insoluble de la fibra de la pulpa de manzana sobre la digestibilidad ileal y fecal en conejos

Abad-Guamán R., Delgado R., Carabaño R., García J.

PROGRAMA

13:30 h. Pausa para comida.

15:15 h. Cadena de Valor de la producción de carne de Conejo. D. Luis Montero. Universidad Politécnica de Valencia.

15:45 h. Informe de coyuntura del sector cunícola. Elanco.

16:15 h. *Sesión de comunicaciones libres: PRODUCCIÓN Y PRODUCTOS*

Índices de Sostenibilidad de las granjas de conejos, incluida la frecuencia de tratamientos con antibióticos (IFTA)

Rafel O., Dalmau A., Piles M., Pascual M., Gómez EA., Ramon J.

Comparación de características de sacrificio en conejos cruzados procedentes de cuatro líneas maternas

Mínguez C.

Elaboración de una salchicha a partir de carne de conejo

Casillas-Peñuelas R., Pérez-Esteve E., Fuentes A., Grau-Melo R., Pascual J.J., Barat-Baviera J.

16:45 h. Pausa para café. Sesión de pósteres.

17:15 h. *Sesión de comunicaciones libres: REPRODUCCIÓN*

Estudio de la influencia de la edad sobre los parámetros seminales de conejos de la estirpe Valenciana (Línea R)

Domingues V., Gómez-Couso H., Arias López J.M., de Santa Rita Vaz E.

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

Febrel N., Rodríguez M., Velasco B., López-Tello J., García-García R.M., Arias-Álvarez M., Lorenzo P.L., Rebollar P.G.

Las dietas suplementadas con ácidos grasos poliinsaturados n-3 mejoran el desarrollo fetoplacentario de las conejas

Rodríguez M., López-Tello J., Formoso-Rafferty N., García-García R.M., Arias-Álvarez M., Lorenzo P.L., Rebollar P.G.

¿Existen diferencias tempranas entre las conejas que alcanzan el quinto ciclo reproductivo y las que no?

Penadés M., Arnau-Bonachera A., García-Quirós A., Martínez-Paredes E., Ródenas L., Selva L., Viana D., Cervera C., Pascual J.J., Corpa J.M.

18:00 h. Asamblea General de ASESU.

18:30 h. Paseo por Santiago de Compostela.

Viernes, 29 de mayo

09:00 h. *Sesión de comunicaciones libres:* NUTRICIÓN II

Efecto del nivel de fibra soluble y de la relación omega-6/omega-3 sobre la colonización microbiana en gazapos lactantes

Delgado R., Badiola I., Abad-Guamán R., Nicodemus N., Villamide M.J., Pérez de Rozas A., Menoyo D., Carabaño R., García J.

Efecto del nivel de fibra soluble y de la suplementación con celobiosa sobre los rendimientos productivos en conejos en cebo

Ocasio-Vega C., Abad-Guamán R., Kimiaeitlab M.V., Kühn G., Vanegas J., Delgado R., Menoyo D., Nicodemus N., Carro D., Carabaño R., García J.

El uso de programas de alimentación en conejos reproductores que regulan la ingestión reduce las anomalías espermáticas y mejora la fertilidad

Pascual J.J., Marco-Jiménez F., Martínez-Paredes E., Ródenas L., Martínez-Talaván A., Fabre C., Martín E., Juvero M.A., Cano J.L.

¿Es la aplicación de una restricción alimentaria en el cebo una estrategia recomendable para las granjas productoras de carne de conejo cuando hay riesgo de enteropatía epizoótica?

Ramon J., Perucho O., Rafel O., Sanchez J.P., Piles M.

09:45 h. *Sesión de comunicaciones libres:* PATOLOGÍA

Importancia de Rotavirus tipo A en conejo de cebo: estudio comparativo entre animales con procesos entéricos y animales sanos

Domingo P., Fernández A., Sanz C., Pueyo R., Borobia M., Muñoz A., Benito A., Chacón G.

Caracterización molecular de los aislados de Pasteurella multocida asociados a las principales manifestaciones clínicas de la pasteurelosis en granjas de conejos en la Península Ibérica

García-Alvarez A., Fernández A., Sanz C., Borobia M., Chaves F., Cid D.

Evaluación de autovacunas frente a Staphylococcus aureus basadas en exopolisacáridos en granjas cunícolas

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

¿Qué armas inmunológicas presentan los conejos frente a las infecciones por Staphylococcus aureus?

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

Cómo se adapta Staphylococcus aureus a los conejos?

Penadés M., Comos M., Selva L., Muñoz-Silvestre A., García-Quirós A., Corpa J.M.

10:45 h. *Sesión de comunicaciones libres:* ETOLOGÍA

Comportamiento materno de la coneja con acceso restringido al nido

Cervera C., Crespo S.I., Martínez-Paredes E.

Valoración del uso de la plataforma de la jaula por conejas y gazapos durante la lactación

Sahuquillo J., Martínez-Paredes E., Villagrà A., Cervera C.

11:15 h. Pausa para café. Sesión de pósteres.

11:45 h. Proyectos INTERCUN-INIA, planteamiento de futuro. D^ª Isabel Vázquez. Asesora de INTERCUN.

12:15 h. Sesión sobre Coccidiosis en granjas de conejos. Coordinador: D. Ignacio Badiola. IRTA-CReSA.

14:15 h. Acto de Clausura del Symposium de Cunicultura de ASESCU.

Sesión de pósteres:

La posición fetal intrauterina afecta al desarrollo de las estructuras feto-placentarias de la coneja

López-Tello J., Rodríguez M., Formoso-Rafferty N., Bermejo R., Arias-Álvarez M., García-García M., Lorenzo P.L., Rebollar P.G.

Utilización de imágenes vídeo y termográficas para estimar el peso vivo de conejos en cebo

Silva, S.R., Mourão J.L., Guedes C., Monteiro D., Pinheiro V.

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

Coelho A.C., Pinheiro V., Quinteiro M.

Efecto de la utilización de paja de judía de careta (*Vigna unguiculata*) en los rendimientos de conejos en cebo

Andrade E.A., Mourão, J.L., Ribeiro L., Ferreira L.M.M., Rodrigues M.A.M., Carvalho R., Pinheiro V.

Diagnóstico de patologías digestivas en conejos de cebo: resultados preliminares

Pérez C., Pérez A., Coscelli G., Azevedo, A.M., Panadero R., Prieto A., Díaz J.M., Gullón J., Prieto C., García N., Sánchez del Cueto M., García C., Quiroga M.I., Fernández G., Díez-Baños P.

Evolución de la presencia de heces en el nidal durante la lactación en conejas multiparas

Nicodemus N., Abad-Guamán R., Delgado R., Ocasio-Vega C., Guenaoui M., Menoyo D., Carabaño R., García J.

Efecto del nivel de fibra soluble y de la relación omega-6/omega-3 sobre el consumo de agua en gazapos en cebo

Delgado R., Abad-Guamán R., Nicodemus N., Sastre J., Menoyo D., Carabaño R., García J.

Efecto de los B-glucanos de levaduras y oligoquitosanos sobre los rendimientos productivos en gazapos

Guenaoi M., Abad-Guamán R., Ocasio-Vega C., Acosta N., Heras M.A., Menoyo J., Carabaño R., García J.

Influencia de los extractos fitogénicos sobre el rendimiento reproductivo y los parámetros fisiológicos de las conejas

Abd-El-Hady A.M., El-ghalid O.A.H., Ragab M.

Efecto de aditivos naturales sobre los rendimientos productivos y conteo fecal de ooquistes de conejos infectados con coccidios

Saiz A., Martín E., Alfonso C., García-Ruiz A.I., Comenge J., del Cacho E., Marco M.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN

Javier García Alonso, Presidente de ASESCU	11
--	----

PARTE 1. PONENCIAS

La cunicultura en el noroeste de la Península Ibérica, Carmen Prieto Quiroga*, Julián Gullón Álvarez, María Sánchez del Cueto Losada, Natalia García Martínez, Carlos García Pariente.....	14
Mejora genética del conejo de carne. Fundación de nuevas líneas, Manuel Baselga.....	22
El futuro de la producción de carne de conejo: cunicultura-ficción, Carlos Buxadé Carbó.....	30
Coccidiosis en las granjas de conejos, Ignacio Badiola, Nùria Aloy, Judith González, Ana Pérez de Rozas	33

PARTE 2. NUTRICIÓN

Efecto del nivel y la fuente de grasa sobre los rendimientos productivos de conejos en crecimiento, Saiz A., Nicodemus N., Alfonso C., Terreros E., Lizaso J., Fernández B., García-Ruiz A.I.....	40
Efecto del nivel y la fuente de grasa sobre la composición corporal y de la canal, y la retención de nutrientes de conejos en crecimiento, Saiz A., Nicodemus N., Alfonso C., Terreros E., Lizaso J., Fernández B., García-Ruiz A.I.....	45
Composición química de la canal y retención de nutrientes en conejos alimentados mediante diferentes estrategias de restricción, Crespo R., Alfonso C., Saiz A., García-Ruiz A.I., Terreros E., Marco M., Nicodemus N.	50
Efecto de las fracciones soluble e insoluble de la fibra de la pulpa de manzana sobre la digestibilidad ileal y fecal en conejos, Abad-Guamán R., Delgado R., Carabaño R., García J.	56

Efecto del nivel de fibra soluble y de la relación omega-6/omega-3 sobre la colonización microbiana en gazapos lactantes, Delgado R., Badiola I., Abad-Guamán R., Nicodemus N., Villamide M.J., Pérez de Rozas A., Menoyo D., Carabaño R., García J.....	61
Efecto del nivel de fibra soluble y de la suplementación con celobiosa sobre los rendimientos productivos en conejos en cebo, Ocasio-Vega C., Abad-Guamán R., Kimiaeitalab M.V., Kühn G., Vanegas J., Delgado R., Menoyo D., Nicodemus N., Carro D., Carabaño R., García J.....	66
El uso de programas de alimentación en conejos reproductores que regulan la ingestión reduce las anomalías espermáticas y mejora la fertilidad, Pascual J.J., Marco-Jiménez F., Martínez-Paredes E., Ródenas L., Martínez-Talaván A., Fabre C., Martín E., Juvero M.A., Cano J.L.	70
¿Es la aplicación de una restricción alimentaria en el cebo una estrategia recomendable para las granjas productoras de carne de conejo cuando hay riesgo de enteropatía epizoótica? Ramon J., Perucho O., Rafel O., Sanchez J.P., Piles M.	75
Características microbiológicas del agua en granjas de conejos del nordeste de Portugal Coelho A.C., Pinheiro V., Quinteiro M.	82
Efecto de la utilización de paja de judía de careta (<i>Vigna unguiculata</i>) en los rendimientos de conejos en cebo, Andrade E.A., Mourão, J.L., Ribeiro L., Ferreira L.M.M., Rodrigues M.A.M., Carvalho R., Pinheiro V.	86
Efecto del nivel de fibra soluble y de la relación omega-6/omega-3 sobre el consumo de agua en gazapos en cebo, Delgado R., Abad-Guamán R., Nicodemus N., Sastre J., Menoyo D., Carabaño R., García J.....	90
Efecto de los β -glucanos de levaduras y oligoquitosanos sobre los rendimientos productivos en gazapos, Guenaoui M., Abad-Guamán R., Ocasio-Vega C., Acosta N., Heras M.A., Menoyo J., Carabaño R., García J.....	94
Evolución de la presencia de heces en el nidal durante la lactación en conejas multíparas Nicodemus N., Abad-Guamán R., Delgado R., Ocasio-Vega C., Guenaoui M., Menoyo D., Carabaño R., García J.....	97
PARTE 3. PRODUCCIÓN Y PRODUCTOS	
Índices de Sostenibilidad de las granjas de conejos, incluida la frecuencia de tratamientos con antibióticos (IFTA), Rafel O., Dalmau A., Piles M., Pascual M., Gómez EA., Ramon J.	102
Comparación de características de sacrificio en conejos cruzados procedentes de cuatro líneas maternas, Mínguez C.	107
Elaboración de una salchicha a partir de carne de conejo, Casillas-Peñuelas R., Pérez-Esteve E., Fuentes A., Grau-Melo R., Pascual J.J., Barat-Baviera J.	111

Utilización de imágenes vídeo y termográficas para estimar el peso vivo de conejos en cebo
Silva, S.R., Mourão J.L., Guedes C., Monteiro D., Pinheiro V..... 115

Caracteres de crecimiento y rendimiento a la canal en conejos procedentes de un cruce a tres
vías, Mínguez, C..... 118

PARTE 4. REPRODUCCIÓN

Estudio de la influencia de la edad sobre los parámetros seminales de conejos de la estirpe
Valenciana (Línea R), Domingues V., Gómez-Couso H., Arias López J.M., de Santa Rita Vaz E..... 122

Efectos del tamaño de camada y de la suplementación de la dieta de conejas lactantes con
ácidos grasos poliinsaturados n-3, Febrel N., Rodríguez M., Velasco B., López-Tello J.,
García-García R.M., Arias-Álvarez M., Lorenzo P.L., Rebollar P.G..... 126

Las dietas suplementadas con ácidos grasos poliinsaturados n-3 mejoran el desarrollo feto-
placentario de las conejas, Rodríguez M., López-Tello J., Formoso-Rafferty N., García-García R.M.,
Arias-Álvarez M., Lorenzo P.L., Rebollar P.G..... 131

¿Existen diferencias tempranas entre las conejas que alcanzan el quinto ciclo reproductivo y
las que no?, Penadés M., Arnau-Bonachera A., García-Quirós A., Martínez-Paredes E., Ródenas L.,
Selva L., Viana D., Cervera C., Pascual J.J., Corpa J.M..... 136

Influencia de los extractos fitogénicos sobre el rendimiento reproductivo y los parámetros
fisiológicos de las conejas, Abd-El-Hady A.M., El-ghalid O.A.H., Ragab M..... 140

La posición fetal intrauterina afecta al desarrollo de las estructuras feto-placentarias de la
coneja, López-Tello J., Rodríguez M., Formoso-Rafferty N., Bermejo R., Arias-Álvarez M.,
García-García M., Lorenzo P.L., Rebollar P.G..... 146

PARTE 5. ETOLOGÍA

Comportamiento materno de la coneja con acceso restringido al nido, Cervera C., Crespo S.I.,
Martínez-Paredes E..... 152

Valoración del uso de la plataforma de la jaula por conejas y gazapos durante la lactación,
Sahuquillo J., Martínez-Paredes E., Villagrà A., Cervera C. 156

PARTE 6. PATOLOGÍA

Importancia de Rotavirus tipo A en conejo de cebo: estudio comparativo entre animales con
procesos entéricos y animales sanos, Domingo P., Fernández A., Sanz C., Pueyo R., Borobia M.,
Muñoz A., Benito A., Chacón G..... 162

Caracterización molecular de los aislados de *Pasteurella multocida* asociados a las principales
manifestaciones clínicas de la pasteurelisis en granjas de conejos en la Península Ibérica,
García-Alvarez A., Fernández A., Sanz C., Borobia M., Chaves F., Cid D. 166

Evaluación de autovacunas frente a *Staphylococcus aureus* basadas en exopolisacáridos en granjas cunícolas, Fernández A., Muñoz A., Borobia M., Chacón G., Sanz C., Albizu M., Baselga R. ... 169

¿Qué armas inmunológicas presentan los conejos frente a las infecciones por *Staphylococcus aureus*?, Muñoz-Silvestre A., Penadés M., García-Quirós A., Selva L., Viana D., Corpa J.M. 174

Cómo se adapta *Staphylococcus aureus* a los conejos?, Penadés M., Comos M., Selva L., Muñoz-Silvestre A., García-Quirós A., Corpa J.M. 178

Efecto de aditivos naturales sobre los rendimientos productivos y conteo fecal de ooquistes de conejos infectados con coccidios, Saiz A., Martín E., Alfonso C., García-Ruiz A.I., Comenge J., del Cacho E., Marco M. 182

Diagnóstico de patologías digestivas en conejos de cebo: resultados preliminares, Pérez C., Pérez A., Coscelli G., Azevedo, A.M., Panadero R., Prieto A., Díaz J.M., Gullón J., Prieto C., García N., Sánchez del Cueto M., García C., Quiroga M.I., Fernández G., Díez-Baños P. 187

PRESENTACIÓN

Este libro de actas recoge los frutos de la investigación y desarrollo en el ámbito de la cunicultura española materializados en el último año desde la celebración del Symposium precedente. El libro incluye varias ponencias invitadas y más de 30 comunicaciones libres, representando un incremento aproximado del 50% en las contribuciones respecto a las ediciones anteriores, lo que ilustra la salud de la investigación y desarrollo tecnológico de la producción de conejos en España.

Esta edición del Symposium de Cunicultura de la Asociación Española de Cunicultura (ASESCU), la número 40, está coorganizada con la cooperativa cunícola Cogal, que como anfitriona local acoge al sector cunícola español en Santiago de Compostela durante el 28 y 29 de mayo de 2015. Esto permite poner el foco de atención en la cunicultura gallega y en su área de influencia del noroeste peninsular.

La 40 edición también consolida cuatro décadas de historia ininterrumpida de congresos anuales de ASESCU, que comenzó su andadura en 1976 y cuyo primer simposium se celebró dicho año en Barcelona. A esta exitosa trayectoria ha contribuido el principal capital de esta asociación: los cunicultores, técnicos, investigadores, etc. y asociados en general, representados por las sucesivas Juntas Directivas de la asociación capitaneadas por sus Presidentes: Jaume Camps, Pedro Costa, Carlos Luis de Cuenca, Gonzalo González Mateos, Marina López, Concha Cervera, Rosa Carabaño e Ignacio Badiola.

Sirvan estas líneas y este Symposium para augurar al menos otras tantas décadas venideras de fructífera andadura de los congresos de cunicultura de ASESCU.

Javier García Alonso

Presidente de la Asociación Española de Cunicultura (ASESCU)

PONENCIAS

- La cunicultura en el noroeste de la Península Ibérica

Carmen Prieto Quiroga, Julián Gullón Álvarez, María Sánchez del Cueto Losada, Natalia García Martínez, Carlos García Pariente

- Mejora genética del conejo de carne. Fundación de nuevas líneas

Manuel Baselga

- El futuro de la producción de carne de conejo: cunicultura-ficción

Carlos Buxadé Carbó

- Coccidiosis en las granjas de conejos

Ignacio Badiola, Nùria Aloy, Judith González, Ana Pérez de Rozas

La cunicultura en el noroeste de la Península Ibérica

Rabbit production in the northwest of the Iberian Peninsula

Carmen Prieto Quiroga*, Julián Gullón Álvarez, María Sánchez del Cueto Losada, Natalia García Martínez, Carlos García Pariente

Cogal S. Coop. Gallega. Rodeiro. Pontevedra

**Dirección de contacto: carmen@cogal.net*

El Noroeste de la Península Ibérica, es posiblemente una de las zonas con mejores condiciones climáticas para la cría intensiva del conejo.

Las temperaturas poco extremas hacen que las necesidades de calefacción y refrigeración, para una producción óptima, sean mínimas; favorecen un mejor índice de conversión y, facilitan una producción regular durante todo el año, redundando esto en la rentabilidad de la explotación.

Esto no significa que no haya que estar preparados para situaciones climáticas excepcionales, tanto de calor como de frío, y en este sentido el acondicionamiento de las granjas ha sido importante.

La cunicultura, en general, es una actividad ganadera reciente en cuanto a su industrialización, si la comparamos con actividades como el vacuno, el porcino y la avicultura. Mientras que estas producciones comienzan a desarrollarse, industrializadas ya en los años 50-60, la cunicultura empieza a crecer sobre todo a partir de los años 80.

Orígenes

En Galicia, en los años 80 se convirtió en la ganadería intensiva “de moda”. El “boom” se vio favorecido por el retorno de muchos emigrantes, la favorable situación económica del país y por los buenos precios de la carne de conejo (inclusive de la piel), en aquel momento.

La instalación de las explotaciones, al no haber experiencia, hizo que, en la mayoría de los casos, se realizase bajo la orientación de los “técnicos” de firmas comerciales. La cunicultura era un terreno fácil para vender lo que interesaba que no se correspondía exactamente con lo que la granja necesitaba.

Se cometieron, por tanto, errores importantes:

- Inversiones en inmovilizado exageradas
- Jaulas que no se adecuaban al tipo de nave
- Instalaciones de ventilación “sofisticadas”
- Animales “seleccionados” que llegaban con problemas sanitarios
- Alimentación no adecuada
-

Así pues, en algunas explotaciones hubo que realizar correcciones importantes nada más comenzar.

Una vez puesta en marcha la granja, con todos los problemas de producción, llegó el verdadero problema:

No había quien retirara los conejos.

En ese momento en Galicia existían pequeños mataderos con capacidad para sacrificar el 20% de la producción; el 80% restante se vendía a mataderos de León, Valladolid, Teruel, Madrid, Málaga... muchos mataderos de diversas zonas de España "compraron" conejos en Galicia. El precio pagado era una media de 30-35 pts más barato que en el resto de España (costes de transporte).

Por otra parte, el pienso de conejos era fabricado en su totalidad fuera de Galicia y adquirido a través de distribuidor. Esto significaba un incremento en el coste de unas 7-8 pts más en kg (costes de transporte otra vez).

Los cunicultores gallegos seguían aumentando y pronto se dan cuenta de que la situación se convertiría en ruinoso tan pronto como los márgenes se estrecharan lo más mínimo.

A mediados de los 80, los granjeros gallegos crean agrupaciones y ven claro que necesitan unirse y buscar soluciones. Se realiza un estudio de mercado y se ven los costes que tienen otras zonas productoras de España y Francia.

La cunicultura en Galicia necesita una organización propia, con un marco bien definido y que acometa de manera integral los problemas con los que nos encontramos:

- Genética
- Alimentación
- Programas de manejo
- Control veterinario
- Programas de gestión
- Sacrificio de los animales
- Comercialización.

En diciembre de 1986 nace COGAL Soc. Coop. Ltda. con esta filosofía de trabajo. En su creación engloba más de 100 explotaciones de Galicia con una representación de más del 50% de la producción cunícola gallega. La cooperativa construye un matadero industrial de conejos con la mejor tecnología del momento y soluciona de esta forma el principal problema de la cunicultura en Galicia, que como se decía anteriormente, era el sacrificio y comercialización de la carne.

Años 90

Los 90 representan una revolución en el sector cunícola. Es la década de mayor desarrollo del sector en todos los aspectos.

A principios de los 90, el sistema de manejo se realiza con monta natural, con cubriciones diarias y recogida de conejos semanal.

El sistema de alimentación es manual.

La reposición se realiza con conejas de autorreposición.

La mano de obra en la explotación es elevada, ya que el trabajo no está ordenado y esto obliga al ganadero a realizar las labores de partos, palpaciones, destetes, limpieza,... a diario.

Es cierto que el tamaño medio de explotación se encuentra en torno a las 350 hembras y, los márgenes económicos por coneja son amplios. En este momento una familia puede vivir con este tamaño de granja.

Hacia el año 1993 se empieza a implantar un nuevo sistema de manejo, denominado **Manejo en Bandas**.

Este sistema, que consiste en realizar cubriciones sincronizadas una vez por semana, mejora mucho el orden y trabajo en

las granjas. Podemos decir que es la antesala de la Inseminación Artificial, pero con machos en la explotación.

A mediados de los 90 se desarrolla un nuevo modelo de jaula que sustituye a la jaula individual. Se trata de un jaulón con 5 compartimentos que no se saca de la explotación para su limpieza.

Junto a este modelo aparecen los primeros sistemas de alimentación automática. Se trata de carros de reparto de pienso que van colocados encima de las jaulas, con los comederos situados en la parte central.

La nueva jaula y la alimentación semiautomática reducen notablemente la mano de obra en la granja.

La genética de calidad aparece también en este momento. Los ganaderos se dan cuenta de que es fundamental la producción de la hembra y comienzan a adquirir animales seleccionados por su buena producción, tanto en España como importados de Francia (país más avanzado en cunicultura en ese momento).

Las fábricas de pienso, viendo el crecimiento del sector cunícola, hacen su trabajo en cuanto al desarrollo de dietas adaptadas a la producción. El pienso único de conejos es sustituido por una alimentación diferenciada de maternidad y engorde ya que, como en otras especies, tienen necesidades bien distintas.

Pero el gran avance sin duda y lo que ha cambiado de manera radical la cunicultura es la INSEMINACIÓN ARTIFICIAL sobre todo con la BANDA ÚNICA.

La Inseminación Artificial comienza como sistema de manejo en Galicia en el año 1996, siendo una de las primeras comunidades que más hincapié hace en su implantación. Una de las razones por las que muchas explotaciones se suman a este nuevo sistema es la creación por parte de la Cooperativa COGAL de un Centro de Inseminación con capacidad para 1000 machos. El centro se construye con las mejores medidas de bioseguridad, sanidad y genética.

Entre el año 1997 y 1999 la totalidad de las explotaciones que trabajan con Cogal se suman a la nueva forma de manejo, que al trabajar en Banda única permite manejar unas 600 hembras/UTH.

El resto de cunicultura gallega, aunque más despacio, se incorpora también al tren de la Inseminación Artificial.

Un hecho a destacar del año 1997 es la aparición de una enfermedad nueva en conejos: La ENTEROPATÍA MUCOIDE, de la cual, desgraciadamente, también tenemos la primicia de ser pioneros en Galicia.

La Enteropatía Mucoide, es una enfermedad que afecta a la casi totalidad de las explotaciones y que tiene relevancia ya que va a influir de manera importante en los cambios que se introducen en la alimentación para intentar minimizar sus efectos.

Años 2000

Comenzamos el nuevo milenio con una nueva cunicultura y la coyuntura del momento nos lleva a reflexionar y ver cómo vamos a diseñar el futuro.

Por una parte, los márgenes productivos se estrechan, al igual que en el resto de la ganadería y en el mundo industrial en general.

La explotación de 350 hembras de principios de los 90 se queda pequeña, anticuada y no es rentable.

Los ganaderos nuevos que se incorporan a la cunicultura y que se asesoran bien, construyen naves modernas que consisten en:

- Inversión en estructuras proporcionadas.
- Gran importancia del aislamiento de la nave.
- Naves de maternidad y engorde diferenciadas para un sistema Todo dentro-Todo fuera.
- Ventilación controlada.

- Inseminación artificial con banda única.
- Conejas de buena genética.
- Alimentación automática y específica para madres y engorde.
- Tamaño de granja medio 700-800 hembras (manejo familiar).

Se construyen explotaciones nuevas, no tantas como en los años anteriores, aprovechando las ayudas estructurales de la administración.

Pero en Galicia hay muchas explotaciones antiguas y la pregunta es **¿Qué pasa con estas granjas?**

Se produce una reconversión de las naves de conejos de tal manera que:

- Algunas pequeñas explotaciones, con viejas instalaciones y granjeros en edad de jubilación deciden cerrar la granja y abandonar la actividad. En este momento la continuidad familiar es muy escasa.

- Ganaderos con edad entre 40 y 50 años deciden invertir en las instalaciones. Amplían la explotación hasta las 700-900 hembras, cambian las jaulas y acondicionan el ambiente con refrigeración y calefacción.

En Galicia esto sucede en un nº importante de granjas que deciden seguir apostando por la cunicultura y necesitan ser competitivos.

- Hay explotaciones de 300-400 conejas, que se quedan como complementarias a otra actividad y también son reformadas para optimizar la producción.

Años 2010-2015

Son los años de la gran crisis económica de España. En Galicia se siguen construyendo pocas explotaciones nuevas y se produce un cambio en cuanto a la continuidad de las ya existentes:

- Muchas o casi todas las granjas que se habían cerrado en años anteriores y que cuentan con licencias de apertura en vigor se reabren, ya sea por familiares del propietario o bien alquiladas a personas ajenas.

- Las explotaciones en producción con ganaderos en edad de jubilación ahora tienen continuidad en sus hijos.

Estos hechos se deben a la falta de trabajo en casi todos los sectores y, la cunicultura, aunque sea también un sector en crisis, es una forma de supervivencia.

Los cunicultores cada vez tienen márgenes productivos más estrechos y, entre todos los que configuramos la cunicultura gallega, intentamos que la producción sea cada vez mejor para compensar en parte la pérdida de beneficio.

COMPARATIVA DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS DE CARNE

SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA / SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA / SACRIFICIO DE GANADO

Comparación 2013 - 2014 / Octubre

	2013		2014	
	Número de animales	Peso canal toneladas	Número de animales	Peso canal toneladas
Total bovino	190.586	49.952	194.599	51.765
Bovino mayor	102.480	29.745	112.485	32.919
Toros y Bueyes	49.355	15.675	52.182	16.751
Vacas	30.755	8.482	33.754	9.474
Novilla	22.370	5.588	26.549	6.695
Terneras	10.887	1.961	7.814	1.331
Bovino Joven	77.219	18.245	74.300	17.515
Porcino	3.799.217	314.430	4.027.836	334.484
Total ovino	755.299	9.254	661.428	8.441
Corderos	695.287	8.008	608.359	7.320
Caprino	88.628	737	83.691	658
Equino	4.451	1.055	4.299	1.028
Aves(1)	59.812	117.554	64.583	134.641
Conejos (1)	4.413	5.267	4.440	5.310

(1) Son miles de animales y peso canal en toneladas. Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

En nº de cabezas los conejos representan un 6%. **En Toneladas de carne es el 1,05% de la producción total.**

ESTRUCTURA DEL SECTOR EN ESPAÑA

	01/04/2014	
	producción - reproducción	mataderos
Andalucía	101	3
Aragón	233	5
Asturias	17	0
Baleares	8	1
Canarias	152	8
Cantabria	31	3
Castilla La Mancha	156	5
Castilla y León	222	4
Cataluña	1041	28
Extremadura	48	1
Galicia	275	3
La Rioja	19	1
Madrid	13	2
Murcia	39	4
Navarra	45	5
País Vasco	37	1
Valencia	217	9
Total	2654	83

	01/03/2013			
	Cebo	Reposición	Reproductoras hembra	Reproductores macho
Andalucía	0	5.819	20.190	1.186
Aragón	421.566	17.492	125.880	3.230
Asturias	17.330	656	2.814	47
Baleares	0	1	1.297	459
Canarias	37.056	4.216	13.577	1.145
Cantabria	61.125	2.701	8.737	386
Castilla La Mancha	336.672	26.474	81.903	2.066
Castilla y León	873.231	34.056	137.264	1.448
Cataluña	1.096.512	59.473	214.814	14.097
Extremadura	17.172	0	5.205	522
Galicia	983.939	41.126	141.383	3.611
La Rioja	51.824	3.662	10.630	363
Madrid	2.506	117	590	29
Murcia	106.059	4.411	19.756	702
Navarra	156.305	70	24.886	466
País Vasco	43.920	1.050	5.545	0
Valencia	508.061	20.607	114.357	3.621
Total	4.713.277	221.931	928.828	33.378

Datos: SITRAN Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

TAMAÑOS MEDIOS DE EXPLOTACIÓN:

GALICIA	514 HEMBRAS/GRANJA
CATALUÑA	206 HEMBRAS/GRANJA
CASTILLA Y LEÓN	618 HEMBRAS/GRANJA

ESTRUCTURA ACTUAL DEL SECTOR CUNÍCOLA EN GALICIA

ADS	4
Cooperativas	3
Agrupaciones	1
Mataderos	3
Fabricantes de material	1
Fábricas de pienso	6
Centros de experimentación	7
Explotación de animales de compañía	1
Centros cinéticos	28
Centros de inseminación	2
Centros de multiplicación	2
Explotaciones de producción de carne	246
Reproductoras de producción de carne	150.907

Fuente: Xunta de Galicia

PRODUCCIÓN POR PROVINCIAS:

	Nº explotaciones	hembras	Tamaño de granja
A Coruña	80	40.365	504
Lugo	49	32.005	653
Ourense	79	43.214	547
Pontevedra	38	24.443	643

Fuente: Xunta de Galicia

Cunicultura en Asturias

Asturias ha tenido una cantidad importante de granjas de conejo en los años 90. A partir del 2000, aparte de no crear explotaciones nuevas, las que no eran competitivas o sus propietarios se jubilaron fueron dejando la actividad.

Hay que resaltar que los cunicultores asturianos han sido de los que más inquietud han manifestado en el tema productivo y sanitario. Crearon una de las primeras ADS y la han mantenido hasta la actualidad. A través de la ADS han establecido programas sanitarios, reuniones periódicas, jornadas técnicas, etc., siempre con el afán de mejorar la sanidad y producción en sus granjas.

En la actualidad (2015), la cunicultura en Asturias es una ganadería testimonial, ya que sólo quedan 3 explotaciones con un censo de unas 2.000 reproductoras.

Cunicultura en el norte de Portugal

Portugal es uno de los países mediterráneos productores de carne de conejo, junto a España, Francia e Italia.

Es también un país consumidor, con 1,7 kg consumidos/habitante y año.

Es un país peculiar en cuanto a la producción de conejo. Según datos de la ASPOC 2013 existen en Portugal unas 115.000-120.000 reproductoras en granjas industriales, pero se supone que existen otras tantas en cunicultura rural, para autoconsumo.

Este hecho se deduce, ya que la venta de pienso para cunicultura rural supera a la venta de pienso de granjas industriales.

Existe, por tanto en Portugal una cunicultura rural muy arraigada desde los años 80. A partir de 1990 se construyen algunas explotaciones, sobre todo con sistemas semiaire-libre.

El desarrollo de la cunicultura industrial y moderna se produce a partir de finales de los 90 y comienzos de 2000, favorecidas por las ayudas de la administración.

Actualmente el nº de explotaciones de nueva construcción no es muy elevado y existe una tendencia a una disminución de las reproductoras industriales.



Densidad de explotaciones

Mayor densidad de explotaciones

Menor densidad de explotaciones

Fuente: J. M. Monteiro.

Cunicultura en Castilla y León

La actividad cunícola en Castilla y León merece una mención especial. Es una Comunidad Autónoma limítrofe con Galicia y el desarrollo de la cunicultura en esta región en los últimos 10 años es el más alto de España.

Se ha convertido en una comunidad puntera, con una cunicultura joven.

Las explotaciones son modernas y están bien diseñadas.

El tamaño medio de granja, sobre todo en las nuevas construcciones supera las 1.200 hembras en producción.

Los ganaderos de esta región han apostado fuertemente por la cunicultura, beneficiados en parte por la facilidad para obtener terreno edificable, y aprovechando las ayudas estructurales que quedan por parte de la administración.

Se trata por tanto de explotaciones competitivas, en cuanto a dimensión, instalaciones, mano de obra, etc.

Posiblemente en no muchos años se convierta en la primera Comunidad Autónoma productora de carne de conejo.

Evolución de explotaciones en Castilla y León										
Intervalo temporal: Desde Enero de 2007 hasta Enero de 2015										
Especie/s: Conejos										
Año	ene-07	ene-08	ene-09	ene-10	ene-11	ene-12	ene-13	ene-14	ene-15	
Nº de explotaciones	294	307	301	273	261	225	214	217	215	
<hr/>										
Año	abr-15									
Nº Explotaciones	218									

Evolución de censos en Castilla y León										
Intervalo temporal: Desde Enero de 2007 hasta Enero de 2015										
Especie/s: CONEJOS										
CATEGORÍA	ene-07	ene-08	ene-09	ene-10	ene-11	ene-12	ene-13	ene-14	ene-15	
REPRODUCTORES	178.617	191.265	202.874	194.916	185.996	170.672	177.052	172.052	185.554	
CEBO / OTROS	753.930	800.413	787.866	784.984	810.396	846.181	946.025	877.123	909.346	
<hr/>										
CATEGORÍA	abr-15									
REPRODUCTORES	203.794									
CEBO/OTROS	1.046.853									

Fuente: Junta de Castilla y León

Según estos datos el tamaño medio de explotación es de 935 HEMBRAS/GRANJA

Este artículo pretende hacer una fotografía de la actual cunicultura en el Noroeste de la Península Ibérica. Como resumen podemos concluir que es una cunicultura dinámica, preocupada por el sector, con ganas de seguir avanzando y mejorando.

Las explotaciones buscan ser competitivas y los ganaderos son exigentes, demandan servicios de calidad, tanto a nivel productivo como comercial. Son conscientes de que han creado una empresa efectuando una gran inversión económica y deben, por tanto, rentabilizarla.

Interesados en la bibliografía del presente trabajo enviar un mail a: Carmen@cogal.net

Mejora genética del conejo de carne. Fundación de nuevas líneas

Genetic improvement of meat rabbit. Foundation of new lines

Manuel Baselga

Dept. Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.

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

Resumen

Se presentan los aspectos más importantes de la mejora genética del conejo de carne, en particular los relacionados con la creación y selección de líneas especializadas, paternas y maternas a ser utilizadas en el cruzamiento doble. Se hace especial énfasis en los procedimientos utilizados para la creación de las líneas, pero se comentan también los métodos de selección, los criterios de selección y las respuestas obtenidas. Finalmente se discuten las características de la selección genómica en relación con las peculiaridades fisiológicas y económicas del conejo. Se concluye que su utilización actual no es económicamente posible por: las dimensiones de las poblaciones objeto de mejora en el conejo, su corto intervalo generacional, el pequeño valor individual del conejo y los costes actuales del genotipado.

Palabras clave: conejo, mejora genética, líneas, selección genómica.

Abstract

The most important issues of the meat rabbit breeding are discussed, particularly the ones related to the foundation and selection of specialized lines, paternal and maternal, to be used in a scheme of three way crossing. Special attention is given to the analysis of different approaches to found new lines, but are also commented the methods and criteria of selection and the responses obtained in different programmes. Finally, the genomic selection is discussed in relation with the physiological and economical characteristics of the rabbit. It is concluded that its use is not currently possible due to: the small size of the rabbit populations undergoing selection, the short generation interval, the small value of the individual rabbit and the current cost of the molecular genotyping.

Keywords: rabbit, genetic improvement, lines, genomic selection.

Introducción

Hasta la fecha, la mejora genética del conejo de carne está basada en métodos de genética cuantitativa que no incluyen información molecular. El trabajo que se presenta va a comentar la situación actual y discutirá, al final, el interés próximo de la selección genómica en esta producción.

De los distintos aspectos de interés en la mejora se tratará con más detalle el de la creación de líneas de conejos para su uso posterior en cruzamiento, pues es un aspecto al que se le ha dado poca atención, frente a otros como son los tipos de líneas, sus objetivos de selección, métodos de evaluación genética de los animales, respuestas a la selección o difusión de la mejora.

Tipos de líneas

Desde un punto de vista productivo los dos tipos de animales más importantes en una granja de producción son las hembras y los gazapos de engorde, y la mejora genética debe fijar sus objetivos en torno a ellos. El modo habitualmente elegido es el de desarrollar líneas que permitan el cruzamiento doble o de tres vías. En éste, el primer cruce es el apareamiento de hembras de una línea maternal, con machos de otra línea maternal para obtener las hembras cruzadas. El segundo cruce consiste en aparear estas hembras con machos de una línea paternal para obtener los gazapos de cebo. En el marco del

cruzamiento doble, el desarrollo de líneas maternas y paternas es una actividad central de un programa de mejora genético. El programa más antiguo, actualmente activo es el del INRA, que en 1969 inició el desarrollo de líneas especializadas (Rouvier, 1981). Fue seguido por el programa español, iniciado en 1976, realizado conjuntamente por la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) y por el IRTA (Baselga, 2004). Otros países como Egipto, Arabia Saudita (Youssef et al., 2008), Hungría e Italia tienen programas basados en el cruzamiento, como también lo tienen algunas compañías privadas que desarrollan sus propias líneas.

Fundación de nuevas líneas

La primera cuestión que se plantea respecto a las líneas que van a formar parte de un programa de selección es la de la disponibilidad de las mismas y, en caso de que no se disponga de ellas como tales, ¿qué procedimientos y criterios pueden seguirse para su constitución o fundación?

En el pasado, el modo más común utilizado para fundar una línea consistía en obtener muestras de animales de una o de varias de las razas existentes que se considerasen adecuadas para la producción del conejo de carne (Lukefahr et al., 1996). Estas muestras de animales se apareaban entre sí durante dos, tres generaciones, para dar oportunidad de recombinación entre el material genético de los distintos orígenes, obteniendo una nueva población de pequeño tamaño, que se consideraba la población fundadora de la nueva línea, que podía oscilar entre 100-200 hembras y 20-40 machos (Khalil y Baselga, 2002). Las razas Neozelandés Blanco y California han sido las más utilizadas, aunque hay ejemplos de muchas otras como el Plateado de “Champagne” que ha intervenido en la formación de la línea paterna “Italian Silver”. Este procedimiento no es difícil de realizar, pero está expuesto a algunos problemas importantes. Uno de ellos puede derivarse de la gran diversidad de animales y poblaciones que existen dentro de una raza. Esto significa que los animales fundadores pueden haberse muestreado de poblaciones de la raza que son genéticamente pobres para los caracteres de interés y, consecuentemente, el nivel de partida de la nueva línea será bajo y, probablemente, no competitivo. Otro problema que puede aparecer es de tipo sanitario, pues hay que reunir y aparear en una misma granja los animales fundadores, que proceden de un número relativamente elevado de granjas. Cada una de estas tiene un microbismo particular, que si bien puede ser aceptable aisladamente, al reunirse el de todos los orígenes pueden surgir importantes problemas sanitarios. Este último problema puede evitarse practicando histerectomías u otras técnicas como la congelación de embriones y su posterior transferencia (García-Ximénez et al., 1996).

Seguidamente comentamos dos alternativas al procedimiento anteriormente descrito para fundar nuevas líneas. En ambos casos, el primer aspecto es definir la especialización deseada para la línea. La primera alternativa intenta encontrar dos o tres poblaciones, sin importar su origen genético (raza pura, líneas sintéticas o cruzados), que sean claramente sobresalientes para los caracteres importantes en la especialización deseada de la línea (Baselga, 2002). El siguiente paso consiste en obtener animales de estas poblaciones y aparearlos entre ellos, sin hacer selección, durante dos o tres generaciones. Este es el procedimiento que se siguió para fundar la línea V. La segunda alternativa se fundamenta en aplicar altas intensidades de selección para caracteres de interés en poblaciones muy grandes (por ejemplo, poblaciones comerciales). Ilustramos el procedimiento detallando la fundación de la línea H (UPV, España). Está basado en la detección de hembras llamadas hiperprolíficas, buscándolas en el conjunto de granjas comerciales de España. Una coneja se consideraba hiperprolífica si tenía un parto con 17 o más nacidos vivos, o si el número acumulado de nacidos vivos en el conjunto de todos sus partos permitía clasificar a esa hembra dentro del 1% mejor. El primer paso del procedimiento fue el obtener descendencia masculina de un primer grupo de hembras hiperprolíficas (20) montadas con machos normales (9 machos, pertenecientes a la línea V). En el segundo paso, los machos obtenidos en el primero, montaron a un segundo grupo, más numeroso, de hembras hiperprolíficas, con el fin de ir acumulando en su descendencia genes favorables para la prolificidad. Este proceso de acumulación puede continuarse con un tercer y sucesivos pasos, en los que la descendencia masculina del paso anterior, monta a nuevos grupos de hembras hiperprolíficas. Sin embargo, en la constitución de la línea H la descendencia del segundo paso se consideró la población fundadora (Generación 0). En esta alternativa, en la que se utilizan animales procedentes de muchas granjas, los problemas sanitarios pueden ser graves y se evitaron realizando histerectomías en el primer paso y congelación de los embriones producidos en el segundo. Tras descongelar y transferir estos embriones se obtuvieron 474 conejos de la generación 0. Estos se utilizaron para mantener la línea y para estudios de comparación de la nueva línea (H) con la línea V y con hembras cruzadas AxV. La comparación fue favorable para la línea H (Cifre et al., 1998 a, b) y después de tres generaciones sin selección, se inició su programa de selección por número de nacidos vivos por camada, criterio que se ha cambiado al número de destetados a partir de la séptima generación de selección. La misma alternativa se ha aplicado para fundar la línea LP, para la que el criterio de búsqueda de hembras sobresalientes en las granjas comerciales era la híperlongevidad y una prolificidad por encima de un umbral (hembras con más de 25 partos y prolificidad por encima de 7.5 gazapos). En este caso, en lugar de dos pasos se hicieron tres. Sánchez et al. (2008) describen con detalle el proceso de fundación de la línea LP y su comparación con la V, poniendo de manifiesto, de nuevo, la utilidad del procedimiento de las elevadas intensidades de selección para fundar líneas. Los resultados confirman la utilidad de aplicar intensidades de selección muy elevadas para

la creación de nuevas líneas. Además, en el caso de la línea LP, ésta ha resultado particularmente robusta a diferentes situaciones de estrés relacionadas con el manejo, la temperatura, la alimentación o la respuesta inmune (Theilgaard et al., 2009; Savietto et al., 2012; Ferrián et al., 2013).

El núcleo de selección de la UPV ha mantenido entre 1980 y la actualidad varias de sus líneas (A, V, H y LP) comparando las mismas instalaciones, manejo y alimentación. Los periodos compartidos, se iniciaban siempre en la fundación de las diferentes líneas y se han mantenido hasta la actualidad, salvo en la línea H que se mantuvo hasta junio del año 2004. Este hecho nos ha permitido hacer una comparación de los valores de las líneas en el momento de su fundación y, consecuentemente, se ha intentado relacionar esta comparación con los métodos de fundación. Resultados de esta comparación relativos a tamaños de camada e intervalo entre partos (Ragab y Baselga, 2011) pueden verse en la Tabla 1.

Tabla 1. Contrastes entre los efectos de línea en su fundación para caracteres de tamaño de camada (gazapos/camada).

Carácter	A – V	A – H	A – LP	V – H	V – LP
NT	-1.35±0.04*	-1.76±0.16*	-1.07±0.08*	-0.09±0.19	-0.96±0.08*
NV	-1.24±0.04*	-1.25±0.17*	-1.11±0.09*	-0.02±0.19	-1.32±0.08*
ND	-0.90±0.04*	-0.75±0.17*	-0.87±0.11*	-0.32±0.19	-0.96±0.10*
NS	-1.51±0.05*	-0.93±0.16*	-0.73±0.13*	-0.29±0.17	-0.97±0.11*
IP, d	0.36±0.21	1.44±0.44*	2.92±0.38*	3.30±0.72*	0.83±0.19*

NT: Nacidos Totales. NV: Nacidos Vivos. ND: Número Destetados. NS: Número Sacrificados. IP: Intervalo entre Partos. *: Efecto significativo diferente de 0, $\alpha = 0.05$.

La línea A mostró los menores tamaños de camada respecto a las otras líneas, con diferencias de 1.39 gazapos/camada en nacidos totales, 1.20 en nacidos vivos, 0.84 en destetados y 1.06 en sacrificados. A su vez, el intervalo entre partos fue mayor, con un promedio de 1.6 días. Estas importantes diferencias se atribuyeron a los distintos criterios de fundación utilizados en las líneas, mostrando que el criterio de pertenencia a una raza, utilizado para fundar la línea A fue el peor. También puede observarse las ventajas en prolificidad y fertilidad (menor intervalo entre partos) de la línea H, fundada con un criterio de hiperprolificidad. Resultados de comparación semejantes, pero referidos a pesos al destete (28 d), al sacrificio (63 d) y al crecimiento diario entre destete y sacrificio (Mínguez, 2014) pueden verse en la Tabla 2. En ella pueden verse las ventajas de las líneas H y LP, sobre las líneas A y V. Es sencillo explicar estas diferencias si se tiene en cuenta que las dos primeras se fundaron muestreando en granjas comerciales conejas muy sobresalientes por su prolificidad o por su longevidad, y que algunas de estas hembras tendrían genes provenientes de líneas paternas y de ahí su mayor crecimiento.

Tabla 2. Contrastes entre los efectos de línea en su fundación para los caracteres de crecimiento.

Carácter	A – V	A – H	A – LP	V – H	V – LP
PD, g	28±12	-24±14	-66±16*	-59±14*	-120±16*
PS, g	70±38	-142±33*	-217±34*	-214±49*	-372±57*
GMD, g/d	0.51±0.78	-3.99±0.77*	-5.18±0.80*	-4.19±1.12*	-6.99±1.33*

PD: Peso al Destete. PS: Peso al Sacrificio. GMD: Ganancia Media Diaria. *:= Efecto significativo diferente de 0, $\alpha = 0.05$.

EL Nagar (2015) ha realizado la comparación correspondiente entre los valores de las líneas en su fundación, respecto a la longevidad de las hembras. La Tabla 3 presenta estos resultados, expresado como diferencias en los logaritmos de riesgo de muerte o eliminación por causas no productivas o como cociente de los riesgos respectivos. En la Tabla 3 un valor positivo del contraste para el logaritmo del riesgo significa que la primera de las líneas tiene mayor riesgo de ser eliminada y por tanto menor longevidad. En correspondencia con lo anterior un valor superior a 1 en el contraste del riesgo relativo significa que la probabilidad de muerte o eliminación en la primera es superior a la segunda, pues el riesgo relativo es el cociente de los riesgos entre ambas líneas.

Tabla 3. Contrastes entre los efectos de línea en su fundación para la longevidad funcional.

Carácter	A – V	A – H	A – LP	V – H	V – LP
Log-R	0.495±0.23*	0.699±0.28*	1.148±0.32*	0.050±0.19	0.436±0.19*
RR	1.640	2.012	3.152	1.051	1.547

Log-R: Logaritmo del Riesgo. RR: Riesgo Relativo ($\exp(\text{Log-R})$). *:= Efecto significativo diferente de 0, $\alpha=0.05$.

Los contrastes nos muestran la inferioridad de la línea A en longevidad y la superioridad de la línea LP, en concordancia con el criterio de fundación de esta línea, basada en la hiperlongevidad de las conejas fundadoras. De nuevo la línea A, vuelve a estar en el origen en la situación más desfavorable.

Selección y respuesta

Las líneas paternas han sido comúnmente seleccionadas por ganancia diaria de peso pos-destete (Rochambeau et al., 1989; Estany et al., 1992; Gómez et al., 2002) o por un peso a un tiempo próximo a la edad del sacrificio para carne (Lukéfahr et al., 1996; Larzul et al., 2003a). Estos caracteres son muy fáciles de medir y tienen una correlación genética negativa y favorable con el índice de conversión (Moura et al., 1997; Piles et al., 2004) lo que es importante para una producción eficiente. No obstante hay programas que actualmente consideran la eficiencia en el uso del alimento directamente como un criterio de selección (Garreau et al., 2013). En la línea paterna Pannon, iniciada en 2004, se incluye el volumen de músculo de la pierna, medido por tomografía computarizada, junto con la ganancia diaria como objetivos de selección (Nagy et al., 2013). El rendimiento a la canal y la resistencia a problemas digestivos se han incluido en la selección de las líneas paternas AGP39 y AGP59 de Hypharm (Garreau et al., 2008b).

Las respuestas estimadas en experimentos de selección para incrementar el peso a los 63-70d, oscilan entre 18 y 35 g por generación (Rochambeau et al., 1994; Lukéfahr et al., 1996; Garreau et al., 2000; Larzul et al., 2003a). A un peso fijo de sacrificio, con el transcurso de las generaciones, el índice de conversión disminuye y el consumo aumenta (Feki et al., 1996); se incrementa el contenido intestinal y se reduce el rendimiento a la canal (Gómez et al., 1998; Pla et al., 1998) en razón, entre otras causas, de la menor madurez. Consecuencias de esta menor madurez son, también, una reducción de los depósitos grasos y una menor capacidad de retención de agua de su carne (Piles et al., 2000), así como un pH último del músculo, más bajo (Gondret et al., 2003). Algunas de estas consecuencias negativas de la selección por crecimiento no son cuantitativamente importantes y pueden reducirse o eliminarse aumentando el peso de sacrificio y con un ligero ayuno de los animales antes de ser sacrificados. En un análisis a edad constante puede desaparecer la mejora del índice de conversión, así como los efectos negativos sobre el rendimiento a la canal y la madurez (Garreau et al., 2000; Larzul et al., 2003b). En la línea paterna Pannon se ha estimado una tendencia genética anual de 5.8 cm³ en el volumen de músculo de la pierna (Nagy et al., 2013).

En las líneas maternas el criterio más común para su selección está relacionado con el tamaño de camada al nacimiento o al destete (Estany et al., 1989; Rochambeau et al., 1994; Gómez et al., 1996). En un caso el criterio de selección por tamaño de camada al nacimiento, se amplió con el peso a las nueve semanas a efectos de evitar respuestas negativas en el peso adulto (Bolet and Saleil, 2002). Por otra parte existen propuestas y programas que incluyen caracteres relacionados con la capacidad de la hembra para satisfacer las exigencias de lactación de su camada, como son el peso individual al destete (Garreau and Rochambeau, 2003; Garreau et al., 2005), el peso de la camada al destete o la producción total de leche. En Italia, dos líneas maternas, basadas en las razas Neozelandés Blanco y California, respectivamente se seleccionan por pesos a los 60 días y peso de la camada a los 19 días. En el programa italiano se da importancia al número de pezones. Algunas compañías en Francia aplican métodos que tratan de incrementar la uniformidad del peso de los gazapos al nacimiento (Garreau et al. 2008a). La longevidad funcional está, actualmente, incluida en los objetivos de selección de la línea AGP77 de Hypharm.

En relación con la respuesta a la selección de las líneas maternas, las respuestas estimadas oscilaban entre 0.08 y 0.09 gazapos nacidos totales, nacidos vivos o destetados por camada y generación (Rochambeau et al., 1998; García y Baselga, 2002 a, b; Tudela et al., 2003). También se han investigado las respuestas correlacionadas en caracteres de crecimiento, cuando se selecciona por tamaño de camada. A este respecto, Baselga y García (2002) y García y Baselga (2002 c) no encontraron respuestas significativas para el peso al destete, peso al sacrificio, ganancia diaria post-destete, consumo de alimento e índice de conversión, cuando las comparaciones se hacían a tamaño de camada al nacimiento constante. Sin embargo, Rochambeau et al. (1994) informaron que la selección para aumentar el tamaño de camada resultaba en una disminución del peso individual al destete.

La selección genómica

La selección genómica (Meuwissen et al., 2001) que actualmente se ha implantado indiscutiblemente, junto con los métodos cuantitativos clásicos, en la selección del vacuno lechero, no se ha implementado en conejos. En general su interés radica en que su aplicación permite incrementar la repuesta genética anual de los programas de selección, frente a la que se consigue en los programas tradicionales. Esto se consigue por una reducción del intervalo generacional, un incremento de la intensidad de selección y una mayor precisión en la evaluación genética de los animales. En el caso del conejo, los programas de mejora tienen intensidades de selección relativamente altas y próximas a los máximos posibles, e intervalos entre generaciones cortos, por lo que en esta especie el mayor interés podría estar en el incremento de la precisión de la evaluación genética. Conviene precisar los factores de los que depende la precisión de la evaluación genómica. En primer lugar depende del desequilibrio gamético entre los marcadores y los genes causales, que a su vez depende de la densidad de los marcadores y del tamaño efectivo de las poblaciones, siendo este desequilibrio inestable en el tiempo y, a su vez, dependiendo de cada población. La precisión también depende del determinismo genético de los caracteres (heredabilidad), del tamaño de lo que se llama población de referencia y de la proximidad de ésta a la población de candidatos a ser seleccionados. La población de referencia es la población con los fenotipos de interés que también está genotipada molecularmente, que sirve de base para incorporar la información molecular en la evaluación. Considerando que las poblaciones de conejos sometidas a selección son de pequeño tamaño, sería probable, que las poblaciones de referencia posibles no alcanzaran el tamaño mínimo necesario para que las evaluaciones fuesen suficientemente precisas. Además, las poblaciones de referencia deben ser puestas al día frecuentemente, pues el corto intervalo generacional comentado hace que se modifique rápidamente el patrón de desequilibrios de ligamiento existente en un momento dado, lo que hace disminuir la precisión de la ecuación de evaluación obtenida con dicha población de referencia.

Todavía no hay trabajos de simulación en conejos que estudien el interés potencial de la selección genómica, si bien sí existen en cerdos. Algunos de ellos comparan este tipo de selección a la selección convencional de líneas maternas, en las que los objetivos de selección incluyen únicamente caracteres reproductivos (Lillehammer et al., 2011) y también, cuando reincluyen caracteres productivos, además de los reproductivos (Lillehammer et al., 2013). En estos estudios la población de referencia se pone al día continuamente con los individuos seleccionados en cada tanda de selección, por lo que no se observa una disminución en la precisión de la evaluación. Sin embargo, los análisis realizados de relación entre los costes extras de esta selección genómica y los beneficios extras que conllevaría indican que sería necesario sacrificar un gran número de cerdos, descendientes de los seleccionados, para que los costes fuesen igualados por los mayores beneficios. Este número variaba entre 110.000 y 169.000 por tanda de selección. Considerando que el coste de genotipar un conejo o un cerdo deben ser similares, pero los beneficios por venta de un conejo sacrificado son muchísimo menores que los que se puede obtener de un cerdo, parece claro que la selección genómica en el conejo no es actualmente, económicamente factible.

Bibliografía

- Baselga M. 2002. Line V (Spain). En: Khalil M.H., Baselga M. (Eds.) *Rabbit genetic resources in Mediterranean countries*. CIHEAM, Zaragoza, España, pp. 231-241.
- Baselga M. 2004. Genetic improvement of meat rabbits. Programmes and diffusion. En: *8th World Rabbit Congress*. Puebla, Mexico, pp. 1-13.
- Baselga M., García M.L. 2002. Evaluating the response to selection in meat rabbit programmes. En: *3rd Scientific Conference of Rabbit Production in Hot Climates*. Hurghada, Egipto, pp. 1-10.
- Bolet G., Saleil G. 2002. Strain INRA1077 (France). En: Khalil M.H., Baselga M. (Eds.) *Rabbit genetic resources in Mediterranean countries*. CIHEAM. Zaragoza, España, pp. 109-116.
- Cifre P., Baselga M., García-Ximénez F., Vicente J.S. 1998a. Performance of a hyperprolific rabbit line I. Litter size traits. *J. Anim. Breed. Genet.*, 115(2):131-138.
- Cifre P., Baselga M., García-Ximénez F., Vicente J.S. 1998b. Performance of a hyperprolific rabbit line II. Maternal and growth performances. *J. Anim. Breed. Genet.*, 115(2):139-147.
- EL Nagar A. 2015. Genetic analysis of longevity in specialized lines of rabbits. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

- Estany J., Baselga M., Blasco A., Camacho J. 1989. Mixed model methodology for the estimation of genetic response to selection in litter size of rabbits. *Livest. Prod. Sci.*, 21:67-76.
- Estany J., Camacho J., Baselga M., Blasco A. 1992. Selection response of growth rate in rabbits for meat production. *Génét. Sel. Evol.*, 24:527-537.
- Feki S., Baselga M., Blas E., Cervera C., Gómez E.A. 1996. Comparison of growth and feed efficiency among rabbit lines selected for different objectives. *Livest. Prod. Sci.*, 45:87-92.
- Ferrián S., Blas E., Larsen T., Sánchez J.P., Friggens N.C., Corpa J.M., Baselga 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.
- García M.L., Baselga M. 2002a. Estimation of genetic response to selection in litter size of rabbits using a cryopreserved control population. *Livest. Prod. Sci.*, 74:45-53.
- García M.L., Baselga M. 2002b. Genetic response to selection for reproductive performance in a maternal line of rabbits. *World Rabbit Sci.*, 10(2):71-76.
- García M.L., Baselga M. 2002c. Estimation of correlated response on growth traits to selection in litter size of rabbits using a cryopreserved control population and genetic trends. *Livest. Prod. Sci.*, 78(2):91-98.
- García-Ximénez F., Vicente J.S., Cifre P., Baselga M. 1996. Foundation of a maternal rabbit line using hysterectomy and embryo cryopreservation. En: 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France, pp. 2:285-288.
- Garreau H., Rochambeau H. de 2003. La sélection des qualités maternelles pour la croissance du lapereau. En: 10èmes Jour. Rech. Cunicole. Paris, France, pp. 61-64.
- Garreau H., Szendro Z.S., Larzul C., Rochambeau H. de 2000. Genetic parameters and genetic trends of growth and litter size traits in the White Pannon breed. En: 7th World Rabbit Congress. Valencia, España, pp. A:403-408.
- Garreau H., Duzert R., Tudela F., Baillet C., Ruesche J., Grauby H., Lille-Larraucau C., Rochambeau, H. de 2005. Gestion et sélection de la souche INRA 1777: Résultats de trois générations de sélection. En: 11ème Journées de la Recherche Cunicole. Paris, France, pp. 19-22.
- Garreau H., Bolet G., Larzul C., Robert-Granié C., Saleil G., Sancristobal M., Bodin L. 2008a. Results of four generations of a canalising selection for rabbit birth weight. *Livest. Sci.*, 119(1-3):55-62.
- Garreau H., Eady S.J., Hurtaud J., Legarra A. 2008b. Genetic parameters of production traits and resistance to digestive disorders in a commercial rabbit population. En: 9th World Rabbit Congress. Verona, Italy, pp. 103-107.
- Garreau H., Hurtaud J., Drouilhet L. 2013 Estimation des paramètres génétiques de la croissance et de l'efficacité alimentaire dans deux lignées commerciales. En: 15ème Journées de la Recherche Cunicole. Paris, France, pp. 15-18.
- Gómez E.A., Baselga M., Rafel O., Ramon J. 1998 Comparison of carcass characteristics in five strains of meat rabbit selected on different traits. *Livest. Prod. Sci.*, 55:53-64.
- Gómez E. A., Rafel O., Ramón J. 2002. The Caldes strain. En: Khalil M.H., Baselga M. (Eds) Rabbit genetic resources in Mediterranean countries. CIHEAM. Zaragoza, España, pp. 187-198.
- Gómez E. A., Rafel O., Ramón J., Baselga M. 1996. A genetic study of a line selected on litter size at weaning. En: 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France, pp. 2:289-292.
- Gondret F., Combes S., Larzul C. 2003. Sélection divergente sur le poids à 63 jours: conséquences sur les caractéristiques musculaires à même âge ou à même poids. En: 10èmes Jour. Rech. Cunicole. Paris, France, pp. 153-156.
- Khalil M.H., Baselga M. (Eds.) 2002. Rabbit genetic resources in Mediterranean countries. CIHEAM. Zaragoza, España.

- Larzul C., Gondret F., Combes S., Garreau H., Rochambeau H. de 2003a. Analyse d'une expérience de sélection sur le poids à 63 jours: I- Déterminisme génétique de la croissance. En: 10èmes Jour. Rech. Cunicole. Paris, France, pp. 149-152.
- Larzul C., Gondret F., Combes S., Garreau H., Rochambeau H. de 2003b. Analyse d'une expérience de sélection sur le poids à 63 jours: II- Déterminisme génétique de la composition corporelle. En: 10èmes Jour. Rech. Cunicole. Paris, France, pp. 145-148.
- Lillehammer M., Meuwissen T.H.E., Sonesson A.K. 2011. Genomic selection for maternal traits in pigs. *J. Anim. Sci.*, 89:3908-3916.
- Lillehammer M., Meuwissen T.H.E., Sonesson A.K. 2013. Genomic selection for two traits in a maternal pig breeding scheme. *J. Anim. Sci.*, 91:3079-3087.
- Lukefahr S.D., Odi H.B., Atakora J.K.A. 1996. Mass selection for 70 body weight in rabbits. *J. Anim. Sci.*, 74:1481-1489.
- Meuwissen T.H.E., Hayes B.J., Goddard, M.E. 2001. Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. *Genetics*, 157:1819-1829.
- Mínguez C. 2014. Genetic analyses of growth, carcass and meat quality traits in maternal lines of rabbits and their diallel cross. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Moura A.S.A.M.T.M., Kaps M., Vogt D.W. Lamberson M. 1997. Two-way selection for daily gain and feed conversion in a composite rabbit population. *J. Anim. Sci.*, 75:2344-2349.
- Nagy I., Gyovai P., Radnai I., Nagyné-Kiszlinger H., Farkas J., Szendrő Zs. 2013 Genetic parameters, genetic trends and in-breeding depression of growth and carcass traits in Pannon terminal line rabbits. *Archiv. Tierzucht.*, 56:191-199.
- Piles M., Blasco A., Pla M. 2000. The effect of selection for growth rate on carcass composition and meat characteristics of rabbits. *Meat Sci.*, 54:347-355.
- 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.
- Pla M., Guerrero L., Guardia D., Oliver M.A., Blasco A. 1998. Carcass characteristics and meat quality of rabbit lines selected for different objectives. I. Between lines comparison. *Livest. Prod. Sci.*, 54:115-123.
- Ragab M., Baselga M. 2011. A comparison of reproductive traits of four maternal lines of rabbits selected for litter size at weaning and founded on different criteria. *Livestock Science*, 136:201-206.
- Rochambeau H. de, Bolet G., Tudela F. 1994. Long term selection. Comparison of two rabbit strains. En: 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Guelph, Canada, pp. 19: 257-260.
- Rochambeau H. de, Duzert R., Tudela F. 1998. Long term selection experiments in rabbit. Estimation of genetic progress on litter size at weaning. En: 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Armidale, NSW, Australia, pp. 26: 112-115.
- Rochambeau H. de, Fuente L.F. de la, Rouvier R. 1989. Sélection sur la vitesse de croissance post-sevrage chez le lapin. *Génét. Sél. Evol.*, 21:527-546.
- Rouvier R. 1981. Les travaux de recherche français sur la sélection du lapin au cours des 10 dernières années (1970-1980). *CR. Acad. Agri. Fr.*, 61: 151-159.
- Sánchez J.P., Theilgaard P., Mínguez C., Baselga M. 2008. Constitution and evaluation of a long-lived productive rabbit line. *J. Anim. Sci.*, 86:515-525.
- Savietto D., Blas E., Cervera C., Baselga M., Friggens N.C., Larsen T., Pascual J.J. 2012. Digestive efficiency in rabbit does according to environment and genetic type. *World Rabbit Sci.*, 20:131-140.

Theilgaard P., Baselga M., Blas E., Friggens N.C., Cervera C., Pascual J.J. 2009. Differences in productive robustness in rabbits selected for reproductive longevity or litter size. *Animal*, 3:637-646.

Tudela F., Hurtaud J., Garreau H., Rochambeau H. de 2003. Comparaison des performances zootechniques des femelles parentales issues d'une souche témoin et d'une souche sélectionnée pour la productivité numérique. En: 10èmes Jour. Rech. Cunicole. Paris, Francia, pp. 53-56.

Youssef Y.K., Iraqi M.M., El-Raffa A.M., Afifi E.A., Khalil M.H., Garcia M.L., Baselga M. 2008. A join project to synthesize new lines of rabbits in Egypt and Saudi Arabia: emphasis for results and prospects. En: 9th World Rabbit Congress. Verona, Italia, pp. 1637-1641.

El futuro de la producción de carne de conejo: cunicultura-ficción

The future of the meat rabbit production: rabbit production-fiction

Carlos Buxadé Carbó*

Departamento de Producción Agraria. E.T.S. de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. 28040 Madrid.

**Dirección de contacto: carlos.buxade@upm.es*

Resumen

En la presente ponencia se pretende hacer, a partir de la aplicación simplificada de la metodología prospectiva (que se definirá y expondrá), un análisis del sector cunícola español. Con el fin de contextualizarlo se hará un primer análisis de la situación actual del sector cunícola a nivel mundial y de la Unión Europea y la su evolución en los últimos años.

A continuación se procederá a analizar el sector productivo del conejo de renta en España, desde la faceta de su producción de carne. Para ello se expondrá la situación actual del sector (nivel de producción, número de explotaciones, importaciones y exportaciones, nivel de autoabastecimiento, etc.), su evolución y su contextualización en el marco de la producción de carne de los animales de renta en España.

La última parte de la ponencia estará dedicada a exponer nuestro DAFO del sector y extraer las principales consecuencias del mismo; a analizar la necesidad de establecer una cadena de valor y ver las consecuencias de su carencia sobre los precios del mercado de la carne de conejo en España en el curso de los tres últimos años.

Palabras clave: metodología, sector cunícola, contextualización, DAFO, mercado.

Abstract

In the present paper intends to do, from the simplified application of the prospective methodology (which will define and expose), an analysis of the Spanish rabbit industry. In order to contextualize it, will be a first analysis of the current situation of sector rabbit around the world and in the European Union, and its evolution in recent years.

Then we will proceed to analyze the productive sector of the rabbit's income in Spain, from the facet of your production. This will be the current situation of the sector (production, number of farms, imports and exports, level of self-sufficiency, etc.), their evolution and their contextualization within the framework of the meat production of rent in Spain

The last part of the paper will be dedicated to exposing our sector DAFO and extract the main consequences there of; to analyze the need to establish a value chain and see the consequences of their lack on prices on the market of rabbit meat in Spain in the course of the past three years.

Keywords: methodology, rabbit, contextualization, SWOT, market.

En la presente ponencia tiene como objetivo desarrollar los siguientes puntos:

0. Introducción
1. La prospectiva
2. La aplicación de la prospectiva
3. El análisis
4. El sector cunícola (a nivel mundial y de la U.E.-28)
5. El sector cunícola español
6. El DAFO del sector
7. El futuro de nuestro sector
8. Conclusiones

0. Introducción

Como se expondrá, a lo largo de la ponencia, estamos en un sector tremendamente complejo.

Por una parte partimos de una base animal que tiene “tres áreas o direcciones, de utilización” muy dispares: de renta (conejo doméstico), de utilización cinegética (conejo silvestre) y como animal de compañía (toy).

Por otra, como consecuencia de lo anteriormente expuesto, tenemos a un consumidor (a una sociedad consumidora) muy poco convergente en lo que se refiere concretamente al consumo de carne de esta especie.

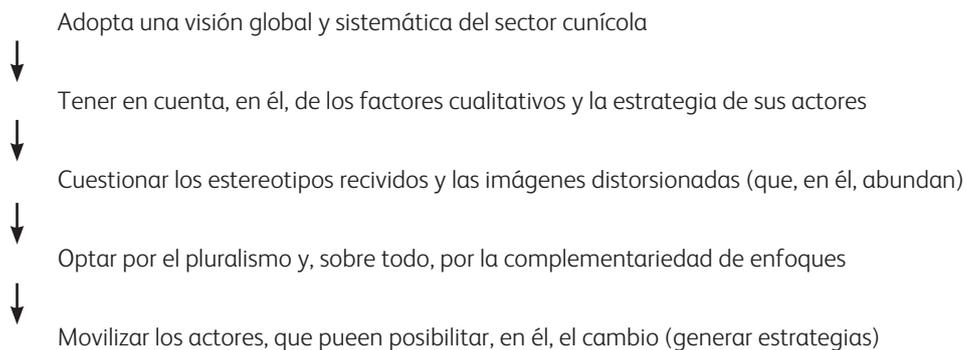
Todo ello redundará en la situación muy “sui generis” de este sector, fundamentalmente a nivel del I Mundo y, por ello, en la Unión Europea y en España.

1. La prospectiva

La prospectiva es la ciencia que indaga el futuro con el fin de comprenderlo e intentar influir en él (Gaston Berger). En nuestra ponencia nos vamos a basar en ella para efectuar los análisis estructurales y contextuales de este sector pecuario.

2. La aplicación de la prospectiva

La prospectiva no tiene por objetivo predecir el futuro. El futuro no está escrito en ninguna parte. Lo que trata es de ayudar a construirlo a través de un proceso sistemático y participativo con el objetivo de construir una visión a medio-largo plazo. Para ello, hay que partir de las siguientes ideas en su aplicación:



Ello nos lleva a la reflexión prospectiva.

3. El análisis

En este contexto es muy importante que se definan los actores que deben intervenir y a partir de aquí, en primer lugar, desarrollar un plan prospectivo – estratégico, estableciendo la situación de partida (análisis objetivo) y proyectándola hacia posibles futuros. En segundo lugar, una vez establecidos los escenarios, se debe abordar, como oportunamente veremos, un análisis estratégico.

4. El sector

En una primera parte se analizará la situación contextualizada del sector a nivel mundial (con una producción global de 2,3 millones de toneladas anuales, estimada como suma de las producciones domésticas, de las producciones rurales (autoconsumo, incluyendo la cinegética) y las de “traspatio”, que no están referenciadas en las estadísticas oficiales aunque concurren en el mercado.

A continuación se analizará la producción en la U.E.–28 (unas 325.000 t/año) y su desglose por Estados así como los consumos referenciales estimados en el seno de la Unión.

5. El sector cunícola español

Se analizará la situación global haciendo especial hincapié en:

- a. El número de explotaciones (oficial y real, de acuerdo con nuestras estimaciones).
- b. La evolución del número de las mismas.
- c. La dimensión de la base animal (oficial y estimada como real: 7 millones de cabezas).
- d. El posicionamiento productivo de la carne de conejo, en el marco de la producción cárnica española.
- e. La mencionada producción y su evolución, en el curso de los últimos años.
- f. La situación estructural actual: autoabastecimiento y comercio exterior.

Todo ello nos permitirá llegar a una serie de conclusiones sobre las que, posteriormente, intentaremos proyectar el sector al futuro, desde la perspectiva prospectiva.

6. El DAFO del sector cunícola español

Como es preceptivo, en un análisis de esta naturaleza, se mencionarán:

- a. Las debilidades.
- b. Las principales amenazas.
- c. Las que consideramos son sus grandes fortalezas.
- d. Las oportunidades que se le ofrecen al sector cunícola español.

Todo ello nos permitirá tener, desde nuestra perspectiva, una visión más real del sector, de su problemática de por qué cauces ha de discurrir el futuro.

7. El futuro de nuestro sector

Se tratará aquí el hecho de la “no existencia” de una cadena de valor, en el sector cunícola español, y de lo que ello supone para el mercado español y para los precios de la carne de conejo en el mismo.

En este contexto se efectuará un análisis de los mismos a lo largo de los últimos 30 meses.

8. Conclusiones

Todo lo que se va a exponer hasta aquí nos llevará a las siguientes conclusiones:

- a. Sabemos dónde estamos.
- b. Sabemos qué le falta al sector.
- c. Conocemos el DAFO del mismo.
- d. Sabemos, a partir de este DAFO y aplicando la prospectiva, por dónde hay que ir.

La cuestión fundamental aquí es saber si el sector (sus actores, sus eslabones) quiere realmente ir a o no.

En cualquier caso, como entiendo que el sector puede saber, sabe, cómo hay que proceder, cómo hacerlo y dónde hacerlo, me siento optimista cara al futuro, a pesar de todas las dificultades y los múltiples limitantes y obstáculos.

Pero no cabe olvidar que en nuestro país: ¡cuando realmente queremos algo... lo logramos!

Coccidiosis en las granjas de conejos

Coccidiosis in rabbit farms

Ignacio Badiola*, Nùria Aloy, Judith González, Ana Pérez de Rozas

Subprograma de enfermedades endémicas, IRTA-CReSA

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

Resumen

Las infestaciones por parásitos del género *Eimeria* provocan disminución del consumo de pienso, empeoramiento del índice de conversión, diarrea y reducción del balance económico de las explotaciones cunícolas. Estas infestaciones provocan también desequilibrio de la microbiota intestinal y el desarrollo, o empeoramiento, de diferentes infecciones bacterianas, en especial colibacilosis o enteropatía.

Para su control se utilizan diferentes agentes químicos que, generalmente, se utilizan durante la mayor parte de los ciclos productivos. No obstante deben realizarse esfuerzos para encontrar productos alternativos que puedan sustituir a los coccidiostáticos actuales. En otras especies animales se han mostrado eficaces diferentes extractos de plantas así como diferentes tipos de vacunas.

Palabras clave: Coccidiosis, *Eimerias*, conejos, coccidiostáticos, extractos de plantas, vacunas.

Abstract

The infestations by the parasites of the genus *Eimeria* produce a decrease in the feed intake, worsening of rate of conversion, diarrhea, and a reduction of the economic balance of rabbitries. These infestations also cause the imbalance of the intestinal microbiota and the development or worsening of different bacterial infections, especially colibacillosis or epizootic rabbit enteropathy.

Different chemical agents, which generally are used during almost all the duration of production cycles, are used for their control. However, efforts must be made to find alternative products that could replace the current anticoccidials. Different plant extracts as well as different types of vaccines have been effective in other animal species.

Keywords: Coccidiosis, *Eimeria*, rabbits, anticoccidials, plant extract, vaccines.

Introducción

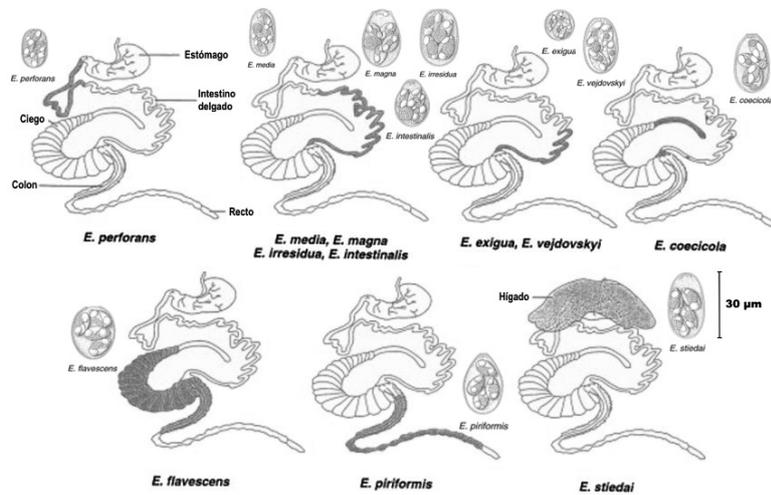
Aunque los conejos pueden hospedar diferentes géneros de coccidias -*Besnoitia*, *Cryptosporidium*, *Sarcocystis* o *Toxoplasma*-, el género más frecuente y con mayores repercusiones productivas en las granjas cunícolas es *Eimeria*.

En las explotaciones industriales, las coccidias del género *Eimeria* pueden causar retrasos en el crecimiento, empeoramiento del índice de conversión e incluso cierto grado de mortalidad, pero su efecto más negativo se asocia al efecto inmunosupresor, especialmente del sistema inmunitario asociado a la mucosa intestinal, que provoca el desequilibrio de la microbiota intestinal y la aparición de enteritis inespecíficas de diferente etiología o el agravamiento de cuadros entéricos bacterianos que, aunque por sí solos pueden implicar tasas de mortalidad más o menos altas e importantes pérdidas económicas de las explotaciones, la infestación con *Eimeria* spp. los potencia significativamente.

Etiología y patogenia

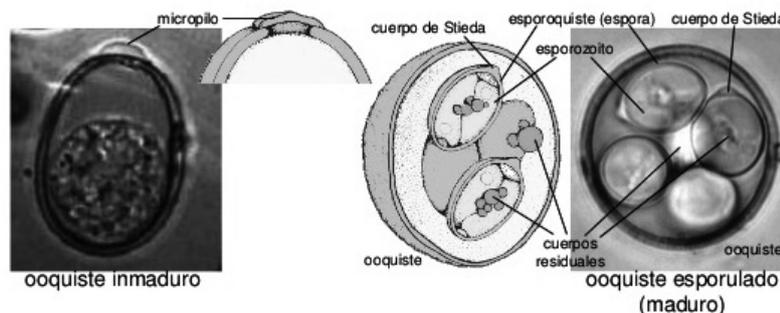
En los conejos se han descrito 25 especies de *Eimeria*, aunque sólo 11 de ellas se han purificado y caracterizado adecuadamente (Figura 1). Las diferentes coccidias se distinguen entre sí tanto por su morfología, como por su tropismo y por su grado de patogenicidad.

Figura 1. Localización de las lesiones (tramos sombreados) de las diferentes especies de Eimeria descritas en conejos y morfología de los ooquistes (imágenes al lado de los esquemas del tracto digestivo). La barra vertical de 30 μm sirve de referencia para el tamaño de los ooquistes (basado en lo publicado por Coudert et al., 1995 y Eckert et al., 1995).



El ciclo de vida de las *Eimerias* se caracteriza por la alternancia de fases asexuadas (esquizogonia) y sexuadas (gametogonia), seguidas de la fase quística (esporogonia) que es utilizada para su propagación. Para que la esporogonia sea infestante se requiere la maduración previa del ooquiste, en condiciones adecuadas de humedad y temperatura.

Figura 2. Estructura de los ooquistes. (Fuente <http://image.slidesharecdn.com/tema23-120906221650-phpp01/95/tema-23-15-728.jpg?cb=1346988019>).



Las 11 especies de *Eimeria* de conejo bien caracterizadas son:

Eimeria coeicicola (Cheissin, 1947): los segmentos intestinales afectados son el apéndice cecal, el sacculus rotundus, y las placas de Peyer. Los ooquistes son ovoides elongados de 34,5x19,7 μm con cuerpo residual del ooquiste relativamente pequeño y presencia de micrópilo con ligera protrusión en forma de collar. No es patógena.

Eimeria exigua (Yakimoff, 1934): afecta a los segmentos distales del intestino delgado. Los ooquistes son esféricos de 15,1x14,0 μm sin cuerpos residuales y sin micrópilo. Ligeramente patógena.

Eimeria flavescens (Marotel y Guilhon, 1941): su multiplicación tiene lugar en ciego y segmento proximal del colon. Los ooquistes son ovoides elongados de 30,0 x 21,0 μm con residuos del esporozoito pero sin residuo del ooquiste y presencia de micrópilo muy grande. Altamente patógena.

Eimeria intestinalis (Cheissin, 1948): su multiplicación tiene lugar en la porción distal del yeyuno y en íleon. Los ooquistes son piriformes de 26,7x18,9 μm con residuo grande del ooquiste y presencia de micrópilo. Altamente patógena.

Eimeria irrisidua (Kessel y Jankiewicz, 1931): su multiplicación tiene lugar en la porción distal del yeyuno y en íleon. Los ooquistes tienen forma de barril o casi rectangular de 39,2x23,1 μm con grandes residuos del esporozoito y presencia de micrópilo. Patogenicidad media.

Eimeria magna (Pérard, 1925): su multiplicación tiene lugar en la porción distal del yeyuno y en íleon. Los ooquistes tienen forma elipsoide de 36,3x24,1 μm con grandes residuos del esporozoito y del ooquiste. El micrópilo tiene un gran engrosamiento en forma de collar. Patogenicidad media.

Eimeria media (Kessel, 1929): su multiplicación tiene lugar en la porción distal del yeyuno y en íleon. Los ooquistes tienen forma elipsoide de 31,1x17,0 μm con grandes residuos del esporozoito y residuo pequeño del ooquiste. El micrópilo tiene una protuberancia piramidal. Patogenicidad media.

Eimeria perforans (Sluiter y Swellengrebel, 1912): La multiplicación de esta especie se produce en el duodeno. Los ooquistes tienen forma rectangular con pequeños residuos del esporozoito y del ooquiste, sin micrópilo. Ligeramente patógena.

Eimeria piriformis (Kotlán y Pospesch, 1934): su multiplicación tiene lugar en el colon. Los ooquistes son piriformes de 29,5x18,1 μm con residuos medianos del esporozoito y presencia de micrópilo prominente. Patogenicidad media.

Eimeria stiedai (Kisskalt y Hartmann, 1907): Es la única especie de *Eimeria* que se multiplica en hígado. Los ooquistes son ligeramente elipsoides de 36,9x19,9 μm con residuos medianos del esporozoito pero no del ooquiste. El micrópilo es poco visible. Patogenicidad dependiente de dosis.

Eimeria vej dovskyi (Pakandl, 1988): afecta a los segmentos distales del intestino delgado. Los ooquistes son ovoides de 31,5x19,1 μm con residuos medianos del esporozoito y del ooquiste y con micrópilo visible. Ligeramente patógena.

Los animales de menos de 20 días de vida parecen ser refractarios a la infestación por *Eimeria* spp. (Coudert et al., 1991; Pakandl y Hlášková, 2007). Según Rose (1973) la dificultad para la infestación de los gazapos jóvenes obedece, entre otras causas, a la ausencia de ácido para-amino-benzoico (PABA) en la leche materna, el consumo de pienso a partir de la tercera semana de vida puede explicar la susceptibilidad de los animales a partir de esta edad.

Las coccidiosis intestinales causan enfermedades más o menos severas, dependiendo principalmente de la dosis infectiva, de la especie de *Eimeria* y del estado inmune de los animales. La diarrea se asocia a pérdidas fecales de potasio que conducen a hipocaliemia. Las lesiones en la mucosa intestinal se presentan sobre todo durante la fase de reproducción sexual (gametogonia) del desarrollo del parásito.

Después de la infección experimental con *E. intestinalis*, Peeters et al. (1984) observaron atrofia severa de las vellosidades a los 7-10 días después de la infestación. Las células epiteliales se desprenden de forma masiva y las microvellosidades se hacen irregulares, engrosadas y de menor altura. Doce días después de la infestación la morfología de la mucosa intestinal es completamente normal.

En las infestaciones experimentales con dosis altas *E. flavescens*, Gregory y Catchpole (1986) pudieron observar pérdida del epitelio superficial de las vellosidades del ciego como consecuencia de la disminución de recambio celular que deberían producir las criptas infectadas. Se observó inflamación severa de la pared cecal.

En el caso de *E. stiedai* el epitelio del conducto biliar prolifera y las células proliferantes llenan la luz de los capilares biliares dilatados. Los vasos biliares están anormalmente distendidos y llenos de parásitos. Aparecen nódulos rodeados por infiltración de células inflamatorias en el parénquima hepático que con el tiempo son reemplazados por tejido fibroso. En el examen post-mortem se observan nódulos amarillentos en la superficie del hígado.

La diarrea y la pérdida de peso son los dos signos principales de las infestaciones por coccidia. La diarrea, que en algunos casos puede ser hemorrágica, aparece a los 4-6 días después de la infestación, con máxima intensidad a los cuatro días de su aparición y resolución espontánea 3-4 días más tarde. La pérdida de peso es consecuencia de la disminución del consumo de pienso y a la pérdida de líquidos relacionada con la diarrea; los animales pueden llegar a perder el 20% del peso corporal en pocos días y, una vez desaparecida la diarrea, la curva de crecimiento ponderal vuelve a la normalidad.

La enteritis observada en la coccidiosis normalmente se asocia al incremento de ciertas poblaciones bacterianas intestinales, especialmente *Escherichia coli* (Licois y Guillot, 1980) y *Clostridium* spp.

La tasa de mortalidad suele ser baja, aunque en las infestaciones masivas se producen bajas durante la 2ª semana después de la infestación. Unos días antes de morir los animales pueden eliminar heces oscuras y malolientes debido a la alteración de la digestión de las grasas. Según Gregory y Catchpole (1986), la muerte es debida a la combinación de la deshidratación y la invasión de tejidos por bacterias intestinales.

Diagnóstico

Aunque el examen post mortem de los animales puede ayudar al diagnóstico atendiendo a la observación de lesiones en tramos intestinales específicos, el diagnóstico suele realizarse por el recuento y el análisis de la morfología de los ooquistes en las heces de los animales.

Debido a la falta de homogeneidad en la excreción de ooquistes, es aconsejable tomar muestras aleatorias de heces duras en diferentes localizaciones de la fosa bajo las jaulas, muestras que se deberán procesar de forma conjunta.

Cuando se encuentren menos de 1000 ooquistes/g de heces se puede considerar la situación como relativamente satisfactoria a no ser que se identifiquen especies muy patógenas (*E. intestinalis* o *E. flavescens*) o bien *E. irresidua*. A partir de 4000-5000 ooquistes/g de heces, sea cual sea la especie identificada, se aconseja aplicar profilaxis médica ya que, incluso sin mortalidad ni diarrea, siempre hay disminución del rendimiento y riesgo de complicaciones infecciosas.

Tratamiento y prevención

En la Tabla 1 se muestran los principios activos de formulación conocida que han mostrado mayor eficacia para el tratamiento y la prevención química de la coccidiosis en granjas de conejos.

Recientemente, ante la posible restricción de uso de los coccidiostáticos en las granjas de producción, se ha comenzado a analizar el efecto de diferentes plantas y extractos de plantas para la prevención y tratamiento de la coccidiosis. Se ha reportado la utilización de *Dichroa febrifuga* y *Sophora flavescens* (Frankic et al., 2009), de *Artemisia annua* y *Pimpinella anisumen* (Dragan et al., 2010) o de extractos de raíz de *Musa paradisiaca* (Anosa y Okoro, 2011) para el tratamiento de la coccidiosis en aves de corral, plantas que podrían ser igualmente eficaces en el caso de conejos de granja.

Tabla 1. Principio activos utilizados para la prevención y tratamiento de las infestaciones producidas por parásitos del género *Eimeria* en conejos. (Basado en lo publicado por Pakandl, 2009).

Principio activo	Referencia
decoquinato	Coudert, 1978
diclazuril	Vanparijs et al., 1989
formilsulfatiazol	Coudert, 1978
meticlorpindol/metil-benzoquato (Lerbek)	Peeters et al., 1983
monensina	Sambeth y Raether, 1980
narasina	Peeters et al., 1981
robenidina	Coudert, 1978
salinomicina	Lämmler y Hein, 1980
sulfadimetoxina	Coudert, 1981
sulfadimidina/diaveridina	Danak et al., 1978
sulfaquinoxalina	Joyner et al., 1983
sulfaquinoxalina/pirimetamina	Gómez-Bautista y Rojo-Vázquez, 1986
toltrazuril	Peeters y Geeroms, 1986

También en avicultura se ha avanzado en el diseño y utilización de vacunas que se han mostrado eficaces para el control de ciertas especies de *Eimeria*.

Dado que el ciclo biológico de *Eimeria* spp. comprende etapas intra y extracelulares con estadios sexuales y asexuales, la respuesta inmune también es compleja e involucra varios mecanismos humorales y celulares de la inmunidad innata

y adaptativa. La inmunidad es altamente específica de la especie de *Eimeria* utilizada, no existiendo inmunidad cruzada significativa, por lo que las vacunas deben incluir representantes de las diferentes especies para las que se desea obtener protección eficaz. Además, para obtener una buena respuesta inmune, el contacto de los antígenos vacunales con el sistema inmunitario debe ser prolongado.

Las vacunas vivas actuales consisten en infectar a los animales con una dosis calculada de oocistos, que confieren inmunidad primaria, y la posterior replicación de los oocistos genera inmunidad por estímulos subsiguientes (Badran y Lukesová, 2006; Yuño y Gogorza, 2008).

También se han desarrollado vacunas de subunidades, con resultados desiguales. La única que, hasta el momento, ha demostrado cierto grado de eficacia en granjas comerciales de pollos ha sido una que incluye diferentes proteínas que se utilizan para la síntesis de la pared de los ooquistes (Wallach et al., 2008).

El desarrollo de vacunas eficaces frente *Eimeria* spp, así como el estudio de productos alternativos que pueden extraerse de plantas, son temas pendientes para la cunicultura productiva y que requieren esfuerzos adicionales de investigación, desarrollo y transferencia en los que debemos implicarnos todos los agentes involucrados en la producción de conejos.

Bibliografía

- Anosa G.N., Okoro O.J. 2011. Anticoccidial activity of the methanolic extract of *Musa paradisiaca* root in chickens. *Tropical Animal Health and Production*, 43(1):245-248.
- Badran I., Lukesová D. 2006. Control of coccidiosis and different coccidia of chicken in selected technologies used in tropics and subtropics. *Agricultura Tropica et Subtropica*, 39(1):39-44.
- Coudert P. 1978. Evaluation comparative de l'efficacité de 10 médicaments contre 2 coccidioses graves du lapin. *Comm. No. 31, Journées de la Recherche Cunicole, Toulouse*.
- Coudert P. 1981. Chemoprophylaxe von Darm- und Gallengangskokzidiosen beim Kaninchen. 4. Tagung der Fachgruppe Kleintierkrankheiten in Verbindung mit dem Institut für Kleintierzucht der Fal und der Deutschen Gruppe der WRSA, Celle, 18.-20. Juni 1981, pp. 106-121.
- Coudert P., Naciri M., Drouet-Viard F., Licois D. 1991. Mammalian coccidiosis: natural resistance of suckling rabbits. 2nd Conference COST-Action 1989, 2-5 April 1991, Münchenwiler, Switzerland.
- Coudert P., Licois D., Drouet-Viard F. 1995. *Eimeria* species and strains of the rabbits. In: J. Eckert, R. Braun, M.W. Shirley and P. Coudert (Eds.), *Guidelines on techniques in coccidiosis research*. European Commission, Directorate-General XII, Science, Research and Development Environment Research Programme, pp. 52-73.
- Dan_k J., _ev_ík B., _trosová Z., Firmanová A., Vyhnálek J. 1978. The use of Sulfakombin in suppression of rabbit coccidiosis. *Biol. Chem. Vet.*, 24:151-169.
- Dr_gan L., Titilincu A., Dan I., Dunca I., Dr_gan M., Mircean V. 2010. Effects of *Artemisia annua* and *Pimpinella anisum* on *Eimeria tenella* (Phylum Apicomplexa) low infection in chickens. *Sci. Parasitol.*, 11(2):77-82.
- Eckert J., Taylor M., Catchpole J., Licois D., Coudert P., Bucklar H. 1995. Morphological characteristics of oocysts. In: J. Eckert, R. Braun, M.W. Shirley and P. Coudert (Eds.), *Guidelines on techniques in coccidiosis research*. European Commission, Directorate-General XII, Science, Research and Development Environment Research Programme, pp. 103-119.
- Franki_T., Volj_M., Salobir J., Rezar V. 2009. Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition. *Acta Agriculturae Slovenica*, 94:95-102.
- Gomez-Bautista M., Rojo-Vázquez F.A. 1986. Chemotherapy and chemoprophylaxis of hepatic coccidiosis with sulphamethoxine and pyrimethamine. *Res. Vet. Sci.*, 40:28-32.
- Gregory M.W., Catchpole J. 1986. Coccidiosis in rabbits: the pathology of *Eimeria flavescens* infection. *Int. J. Parasitol.*, 16:131-145.

- Joyner L.P., Catchpole J., Berret S. 1983. *Eimeria stiedai* in rabbits: the demonstration of responses to chemotherapy. *Res. Vet. Sci.*, 34:64-67.
- Lämmler G., Hein B. 1980. Prophylaktische Wirksamkeit des Polyäther-Antibiotikums Salinomycin bei der Gallengangscoccidiose des Kaninchens. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.*, 93:449-454.
- Licois D., Guillot J.F. 1980. Évolution de nombre de collibacilles chez les laperaux atteints de coccidiose intestinale. *Rec. Med. Vét.*, 156:555-560.
- Pakandl M. 2009. *Coccidia* of rabbit: a review. *Folia Parasitol.*, 56(3):153-166.
- Pakandl M., Hlásková L. 2007. The reproduction of *Eimeria flavescens* and *Eimeria intestinalis* in suckling rabbits. *Parasitol. Res.*, 101:1435-1437.
- Peeters J.E., Geeroms R. 1986. Efficacy of toltrazuril against intestinal and hepatic coccidiosis in rabbits. *Vet. Parasitol.*, 22:21-35.
- Peeters J.E., Geeroms R., Antoine O., Mammerickx M., Halen P. 1981. Efficacy of narasin against hepatic and intestinal coccidiosis in rabbits. *Parasitology*, 83:293-301.
- Peeters J.E., Geeroms R., Vaweryck H., Bouquet Y., Lampo P., Halen P. 1983. Immunity and effect of clopidol/methylbezouate and robenidine before and after weaning on rabbit coccidiosis in the field. *Res. Vet. Sci.*, 35:211-216.
- Peeters J.E., Charlier G., Antoine O., Mammerickx M. 1984. Clinical and pathological changes after *Eimeria intestinalis* infection in rabbits. *Zbl. Vet. Med.*, B 31:9-24.
- Rose M.E. 1973. Immunity. In: D.M. Hammond and P.L. Long (Eds.), *The Coccidia*. University Press, Baltimore, pp. 295-241.
- Sambeth W., Raether W. 1980. Prophylaktischer Effekt von Salinomycin gegen die Kokzidiose des Kaninchens. *Zbl. Vet. Med.*, B 27:446-458.
- Vanparijs O., Hermans L., van der Flaes L., Marsboom R. 1989. Efficacy of diclazuril in the prevention and cure of intestinal and hepatic coccidiosis in rabbits. *Vet. Parasitol.*, 32:109-117.
- Wallach M.G., Ashash U., Michael A., Smith N.C. 2008. Field application of a subunit vaccine against an enteric protozoan disease. *PLoS ONE* 3:1-7.
- Yuño M.M., Gogorza L.M. 2008. Coccidiosis aviar: respuesta inmune y mecanismos de control en la industria avícola. *Rev. Vet.*, 19(1):61-66.

NUTRICIÓN

- Efecto del nivel y la fuente de grasa sobre los rendimientos productivos de conejos en crecimiento

Saiz A., Nicodemus N., Alfonso C., Terreros E., Lizaso J., Fernández B., García-Ruiz A.I.

- Efecto del nivel y la fuente de grasa sobre la composición corporal y de la canal, y la retención de nutrientes de conejos en crecimiento

Saiz A., Nicodemus N., Alfonso C., Terreros E., Lizaso J., Fernández B., García-Ruiz A.I.

- Composición química de la canal y retención de nutrientes en conejos alimentados mediante diferentes estrategias de restricción

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

- Efecto de las fracciones soluble e insoluble de la fibra de la pulpa de manzana sobre la digestibilidad ileal y fecal en conejos

Abad-Guamán R., Delgado R., Carabaño R., García J.

- Efecto del nivel de fibra soluble y de la relación omega-6/omega-3 sobre la colonización microbiana en gazapos lactantes

Delgado R., Badiola I., Abad-Guamán R., Nicodemus N., Villami de M.J., Pérez de Rozas A., Menoyo D., Carabaño R., García J.

- Efecto del nivel de fibra soluble y de la suplementación con celobiosa sobre los rendimientos productivos en conejos en cebo

Ocasio-Vega C., Abad-Guamán R., Kimiaetalab M.V., Kühn G., Vanegas J., Delgado R., Menoyo D., Nicodemus N., Carro D., Carabaño R., García J.

- El uso de programas de alimentación en conejos reproductores que regulan la ingestión reduce las anomalías espermáticas y mejora la fertilidad

Pascual J.J., Marco-Jiménez F., Martínez-Paredes E., Ródenas L., Martínez-Talaván A., Fabre C., Martín E., Juvero M.A., Cano J.L.

- ¿Es la aplicación de una restricción alimentaria en el cebo una estrategia recomendable para las granjas productoras de carne de conejo cuando hay riesgo de enteropatía epizootica?

Ramon J., Perucho O., Rafel O., Sanchez J.P., Piles M.

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

Coelho A.C., Pinheiro V., Quinteiro M.

- Efecto de la utilización de paja de judía de careta (*Vigna unguiculata*) en los rendimientos de conejos en cebo

Andrade E.A., Mourão, J.L., Ribeiro L., Ferreira L.M.M., Rodrigues M.A.M., Carvalho R., Pinheiro V.

- Efecto del nivel de fibra soluble y de la relación omega-6/omega-3 sobre el consumo de agua en gazapos en cebo

Delgado R., Abad-Guamán R., Nicodemus N., Sastre J., Menoyo D., Carabaño R., García J.

- Efecto de los B-glucanos de levaduras y oligoquitosanos sobre los rendimientos productivos en gazapos

Guenauoui M., Abad-Guamán R., Ocasio-Vega C., Acosta N., Heras M.A., Menoyo J., Carabaño R., García J.

- Evolución de la presencia de heces en el nidal durante la lactación en conejas multiparas

Nicodemus N., Abad-Guamán R., Delgado R., Ocasio-Vega C., Guenaoui M., Menoyo D., Carabaño R., García J.

Efecto del nivel y la fuente de grasa sobre los rendimientos productivos de conejos en crecimiento

Effect of fat level and source on growing rabbit performance

Saiz A.^{1*}, Nicodemus N.², Alfonso C.¹, Terreros E.³, Lizaso J.³, Fernández B.³, García-Ruiz A.I.¹

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

² Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid.

³ NANTA S.A. Ronda de Poniente 9, Tres Cantos, 28760 Madrid.

*Dirección de contacto: a.saiz.b@nutreco.com

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del nivel y la fuente de grasa añadida al pienso sobre los rendimientos y la mortalidad de conejos en crecimiento de 35 a 63 días de vida. Se formularon seis piensos con una estructura factorial (3x2), utilizando tres fuentes de grasa: aceite de soja (SBO), aceite de pescado (FO) y aceite de palmiste (PKO), que fueron adicionadas al pienso a dos niveles distintos: 1,5% y 4%. Los niveles de energía digestible, proteína y extracto etéreo fueron similares a mismo nivel de grasa añadida. Se utilizaron un total de 600 gazapos, alojados en grupos de 5 animales por jaula, y distribuidos a razón de 20 jaulas por tratamiento. Se controló el peso vivo (PV), la ganancia media diaria (GMD), el consumo (CMD), índice de conversión (IC) y la mortalidad de 35 a 63 días. Se encontró un efecto significativo de la fuente de grasa sobre PV63 (P=0,0019), GMD (P=0,00019), CMD (P<0,0001) e IC (P=0,018). Los conejos que fueron alimentados con FO mostraron un menor PV, GMD y CMD (-4,8, -7,8 y -11,1 %, respectivamente), que los animales asignados a los piensos SBO y PKO. Los animales que consumieron el pienso FO fueron los que tuvieron el IC más bajo (2,330), pero tendieron a presentar una mayor tasa de mortalidad (13,2%), mientras que los animales alimentados con PKO mostraron un IC más alto (2,449), pero tendieron a tener una mortalidad más baja (6,4%). El incremento del nivel de grasa de 1,5 a 4% dio lugar a un descenso en el CMD (-5,3%) y el IC (-3,0%). Se puede concluir que el uso de aceite de palmiste puede ser considerado una buena alternativa a la inclusión de aceite de soja y que la inclusión de aceite de pescado en piensos de conejos no es recomendable.

Palabras clave: grasa, fuente, nivel, soja, pescado, palmaste.

Abstract

The aim of this study was to determine the effect of the fat level and fat source, on performance and mortality of animals from 35 to 63 days of life. Six hundred rabbits weaned at 35 d were used, allocating 5 animals per cage (20 cages per treatment). Six diets were formulated, adding soybean Oil (SBO), fish oil (FO) or palm kernel oil (PKO) in two different levels: 1.5% and 4%. Levels of Digestible Energy, protein and ether extract were found in the diets with the same level of added fat. Feed intake and body weight from 35 to 63 were measured. The studied parameters were: body weight (BW), daily weight gain (DWG), feed intake (DFI), feed conversion rate (FCR) and mortality. A significant effect of the fat source were found on BW63 (P=0.0019), DWG (P=0.00019), DFI (P<0.0001) and FCR (P=0.0181). Rabbits fed with FO showed respectively, 4.8, 7.8 and 1.1% lower BW63, DWG and DFI than animals fed with SBO and PKO diets. Animals fed with FO diets showed the lowest FCR (2.330) and highest mortality (13.2%), while animals fed with PKO showed the highest FCR (2.449) and lowest mortality (6.4%). Animals fed with 4% of fat showed 5.3% and 3% lower levels of DFI and FCR. From these results it can be concluded that the source and level of fat have an effect on rabbit performance; the use of palm kernel oil could be considered as a good alternative to soybean oil; fish oil inclusion is not advisable on rabbit diets.

Keywords: fat, level, source, soybean, fish, palmkernel.

Introducción

El efecto de la grasa añadida al pienso de conejos en crecimiento ha sido tratado en pocos estudios, ya que el nivel de grasa en las dietas de conejos suele estar por debajo del 3% y es muy digestible a nivel de intestino delgado, especialmente en animales jóvenes (Fernández et al., 1994). Recientemente, se ha encontrado que los ácidos grasos de cadena corta, como los ácidos caprílico y cáprico pueden tener un efecto favorable sobre la salud intestinal de los conejos (Skrivanová et al., 2005). También, algunos ácidos grasos como los de la familia omega3, parecen estar involucrados en el desarrollo de la respuesta inmune (Fortun Lamothe y Boullier, 2004). En este sentido, Maertens et al. (2005) encontraron una mayor viabilidad post-destete en animales alimentados con dieta con un bajo ratio n-3/n-6. Además, con el uso de diferentes fuentes de grasa o incrementando el contenido en grasa de las dietas podría ser posible incrementar el consumo energético de los gazapos. Esto podría dar lugar a una correcta maduración digestiva y un correcto desarrollo del Sistema inmune que podría reducir la incidencia de Enteropatía Epizoótica del Conejo (ERE).

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del incremento del nivel de grasa de la dieta (de un 1,5 a un 4%) y testar el efecto de tres diferentes fuentes de grasa (aceite de soja, aceite de pescado y aceite de palmiste) sobre los rendimientos y la mortalidad de conejos de 35 a 63 días de vida. También se estudió la composición corporal y de la canal, el consumo y la retención de nutrientes, cuyos resultados se muestran en otro trabajo (Saiz et al., 2015) presentado en este mismo symposium.

Material y métodos

El estudio se realizó en el *Poultry and Rabbit Research Centre de Nutreco* (Toledo). Se formularon seis piensos con una estructura factorial (3x2), utilizando tres fuentes de grasa: aceite de soja (SBO), aceite de pescado (FO) y aceite de palmiste (PKO), que fueron adicionadas al pienso a dos niveles distintos: 1,5% y 4%, siendo el pienso control el que contenía un 1,5% de SBO. La composición de ácidos grasos de las fuentes de grasa utilizadas se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Perfil de ácidos grasos de las distintas fuentes de grasa utilizadas.

	Aceite de soja	Aceite de pescado	Aceite de palmiste
Perfil de ácidos grasos (%)			
C_{<14}	-	0,36	64,5
Mirístico – C_{14:0}	0,07	8,62	17,1
Palmítico – C_{16:0}	15,3	20,3	5,66
Palmitoleico – C_{16:1}	0,18	8,43	-
Estéarico – C_{18:0}	2,58	3,12	0,80
Oleico – C_{18:1}	24,6	25,0	7,56
Linoleico – C_{18:2}	51,3	18,5	1,28
Linolénico – C_{18:3}	5,19	2,71	0,05
C_{>20}	0,66	11,7	2,96
Saturados/Insaturados	0,22	0,59	9,92

En la tabla 2 se muestra la composición en materias primas y nutrientes principales de los piensos. Los piensos fueron formulados para, independientemente de la fuente de grasa añadida, alcanzar el mismo nivel de energía digestible (ED), energía metabolizable (EM) (calculados según Maertens et al., 2002), proteína bruta (PB) y extracto etéreo (EE), entre los piensos con el mismo nivel de grasa añadida (ED: 2453 kcal/kg; EM: 2333 kcal/kg; PB: 15,0%; PD: 9,4%; EE: 3,57% con 1,5% de grasa añadida vs. ED: 2601 kcal/kg; EM: 2484 kcal/kg; PB: 14,63%; PD: 9,3%; EE: 5,91% con 4% de grasa añadida).

Tabla 2. Composición en materia primas y en nutrientes de los piensos.

Fuente de grasa	SBO		FO		PKO	
Nivel de grasa, %	1,5	4,0	1,5	4,0	1,5	4,0
Trigo	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
Cebada	27,6	27,6	27,6	27,6	27,6	27,6
Harina de girasol	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6
Alfalfa	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4
Salvado de trigo	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Pulpa de remolacha	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Aceite de soja	1,50	4,00	-	-	-	-
Aceite de pescado	-	-	1,50	4,00	-	-
Aceite de palmiste	-	-	-	-	1,50	4,00
Corrector	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
CaCO ₃	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Sepiolita	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
L-Lisina	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
L-Treonina	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Composición química, %						
Humedad	9,60	9,37	9,60	9,37	9,60	9,37
PB	15,0	14,6	15,0	14,6	15,0	14,6
FB	14,0	13,7	14,0	13,7	14,0	13,7
FND	34,5	33,6	34,5	33,6	34,5	33,6
FAD	18,3	17,9	18,3	17,9	18,3	17,9
LAD	4,88	4,76	4,88	4,76	4,88	4,76
Fibra soluble	12,2	11,9	12,2	11,9	12,2	11,9
Almidón enzimático	14,8	14,5	14,8	14,5	14,8	14,5
EE	3,57	5,91	3,57	5,91	3,57	5,91
Cenizas	7,19	7,01	7,19	7,01	7,19	7,01
ED ¹ , kcal/kg	2453	2601	2453	2601	2453	2601
EM ¹ , kcal/kg	2333	2484	2333	2484	2333	2484

SBO=Aceite de soja; FO=Aceite de pescado; PKO= Aceite de palmiste; PB=Proteína Bruta; FB= Fibra Bruta; FND= Fibra Neutro Detergente; FAD= Fibra Ácido Detergente; LAD= Lignina Ácido Detergente; EE= Extracto Etéreo; ED= Energía Digestible; EM= Energía Metabolizable. ¹Calculados según Maertens et al. (2002)

Para realizar la prueba se utilizaron un total de 600 gazapos con un peso medio de $720 \pm 91,7$ g, que fueron destetados a los 35 días de edad. Estos animales fueron alojados en jaulas colectivas (38x100 cm) en grupos de 5 animales y distribuidos a razón de 20 jaulas por tratamiento.

Se controló el consumo y el peso de los animales a los 35 y a los 63 días de edad. El análisis estadístico fue realizado con el procedimiento GLM de SAS vs. 9.3 (Statistical Systems Institute Inc., 2002) tomando el peso al destete como covariable y la fuente de grasa y su nivel de inclusión como efectos fijos. La mortalidad se analizó utilizando una regresión logística, considerando una distribución binomial. Las variables analizadas fueron el peso vivo a 35 y 63 días de vida (PV35 y PV63),

la ganancia media diaria (GMD), el consumo medio diario (CMD), el índice de conversión (IC) y la mortalidad.

Resultados y discusión

No se encontraron diferencias significativas entre los animales alimentados con SBO o con PKO para ninguna de las variables estudiadas (Tabla 3). Sin embargo, el CMD fue un 11,1 % más bajo en los conejos alimentados con el pienso que contenía FO ($P<0,0001$), con respecto a los otros dos tratamientos. Este descenso en el consumo dio lugar a que el PV63 y la GMD fueran un 4,8 ($P=0,0019$) y un 7,8 % ($P=0,0019$), respectivamente, más bajos en este grupo de animales, especialmente cuando el FO se incluyó al nivel del 4 % ($P<0,001$). El efecto negativo sobre el consumo con nivel más alto de inclusión del aceite de pescado, podría deberse a una menor palatabilidad de este pienso. Debido a que el efecto que produjo sobre el descenso del CMD fue más importante que sobre el de la GMD, los animales que consumieron el pienso con FO fueron los que tuvieron el IC más bajo (2,33 g/g), pero tendieron a presentar una mayor tasa de mortalidad (13,2%), mientras que por el contrario, los animales alimentados con PKO mostraron el IC más alto (2,45 g/g), pero son los que tendieron a tener una mortalidad más baja (6,4%). Valores intermedios para estos dos parámetros fueron alcanzados por los conejos alimentados con el pienso SBO.

Tabla 3. Efecto de la fuente, el nivel de grasa y sus interacciones sobre los rendimientos productivos de conejos de 35 a 63 días.

Fuente	Nivel	PV35, g	PV63, g	GMD, g/d	CMD, g/d	IC, g/g	Mortalidad, %
SBO	1,5	735	1858a	40,6a	98,4A	2,42AB	8,98
	4,0	698	1875a	41,3a	95,6A	2,32AB	7,23
FO	1,5	723	1839a	40,0a	92,9B	2,33A	12,9
	4,0	726	1735b	36,2b	83,8B	2,33A	13,4
PKO	1,5	723	1882a	41,5a	104A	2,51B	8,87
	4,0	715	1896a	42,0a	99,9A	2,39B	4,02
EEM (n=20)		20,5	29,1	1,04	2,49	0,04	3,03
P _{fFuente}		0,93	0,0019	0,0019	<0,0001	0,018	0,078
P _{nivel}		0,41	0,31	0,31	0,012	0,034	0,42
P _{fFuente x nivel}		0,59	0,065	0,066	0,40	0,35	0,67

Letras a, b, dentro de una misma columna indican el efecto de la interacción fuente x nivel. Letras A, B, dentro de una misma columna indican el efecto de la fuente de grasa. SBO=Aceite de soja; FO=Aceite de pescado; PKO= Aceite de palmiste; PV= Peso Vivo; GMD= Ganancia Media Diaria; CMD= Consumo Medio Diario; IC=Índice de conversión; EEM= Error estándar de la media.

El incremento del nivel de grasa disminuyó significativamente el CMD (un 5,3 %; $P=0,012$) y el IC (un 3,0 %; $P=0,034$). Estos resultados coinciden con los obtenidos en otros trabajos (Partridge et al., 1986; Santomá et al., 1987) en los que observaron que incrementos del nivel de grasa por encima de un 2-3 %, pueden ocasionar una depresión en el consumo y una mejora del índice de conversión.

De estos resultados de este trabajo se puede concluir que: (1) la fuente y el nivel de grasa tienen efecto sobre los rendimientos productivos de los conejos; (2) el uso del aceite de palmiste puede ser considerado una buena alternativa al aceite de soja al dar lugar a rendimientos similares y mortalidades menores; (3) la inclusión del aceite de pescado en dietas de conejos no es recomendable; (4) el nivel de inclusión de grasa tiene un efecto importante sobre los rendimientos de los conejos. Animales alimentados con el menor nivel de grasa (1,5 %) obtuvieron pesos similares pero peores índices de conversión que los animales alimentados con el nivel de inclusión más alto (4,0 %).

Agradecimientos

Agradecimientos a aquellas personas que han colaborado en este trabajo a lo largo de los años.

Bibliografía

- Fernández C., Cobos A., Fraga M.J. 1994. The effect of fat inclusion on diet digestibility in growing rabbits. *Journal of Animal Science*, 72:1508-1515.
- Fortun-Lamothe L., Boullier S. 2004. Interactions between gut microflora and digestive mucosal immunity, and strategies to improve digestive health in young rabbits. *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress, Puebla (Mexico) Sept. 2004*, WRSA ed., 1035-1067.
- Maertens L., Perez J.M., Villamide M., Cervera C., Gidenne T., Xiccato G. 2002. Nutritive value of raw materials for rabbits: EGRAN tables 2002. *World Rabbit Science*, 10:157-166.
- Maertens L., Aerts J.M., De Branbander D. 2005. Effet d'un aliment riche en acides gras omega-3 sur les performances et la composition du lait des lapines et la viabilité de leur descendance. *11èmes Journées de la Recherche Cunicole*, 29-30 novembre 2005, Paris, pp. 205-208.
- Partridge G.G., Findlay M., Fordyce R.A. 1986. Fat supplementation of diets for growing rabbits. *Animal Feed Science and Technology*, 16:109-117.
- Saiz A., Nicodemus N., Alfonso C., Terreros E., Lizaso J., Marco M., García-Ruiz A.I. 2015. Efecto del nivel y la fuente de grasa sobre la composición corporal y de la canal, y la retención de nutrientes de conejos en crecimiento. *40 Symposium de Cunicultura ASESCU*. Santiago de Compostela. (aceptado).
- Santomá G., de Blas J.C., Carabaño R.M., Fraga M.J. 1987. The effects of different fats and their inclusion level in diets for growing rabbits. *Animal Production*, 45:291-300.
- Skrivanová E., Marounek M., Dlouhá G., Kanka J. 2005. Susceptibility of *Clostridium perfringens* to C-C fatty acids. *Letters in Applied Microbiology*, 41:77-81

Efecto del nivel y la fuente de grasa sobre la composición corporal y de la canal, y la retención de nutrientes de conejos en crecimiento

Effect of fat level and source on body and carcass composition of growing rabbits

Saiz A.^{1*}, Nicodemus N.², Alfonso C.¹, Terreros E.³, Lizaso J.³, Fernández B.³, García-Ruiz A.I.¹

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

² Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid.

³ NANTA S.A. Ronda de Poniente 9, Tres Cantos, 28760 Madrid.

*Dirección de contacto: a.saiz.b@nutreco.com

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del nivel y la fuente de grasa añadida al pienso, sobre la composición corporal y de la canal, y la eficacia de retención de nutrientes de conejos en crecimiento de 35 a 63 días de vida. Se utilizaron los mismos piensos que en un estudio previo presentado en este Symposium. Se formularon seis piensos con una estructura factorial (3x2), utilizando tres fuentes de grasa: aceite de soja (SBO), aceite de pescado (FO) y aceite de palmiste (PKO), que fueron adicionadas al pienso a dos niveles distintos: 1,5% y 4%. Se utilizaron un total de 60 gazapos alojados en jaulas individuales, tomando 10 animales por cada tratamiento. Se determinó la composición corporal de la canal mediante la técnica de la Impedancia Bioeléctrica (BIA) a 35 y 63 días de vida, tomando los valores por duplicado de resistencia, reactancia, distancia entre electrodos internos, peso y longitud del animal en cada una de las distintas edades. Por diferencia entre el contenido inicial y final de energía y proteína de la canal de los animales, se obtuvieron los niveles de nutrientes retenidos. Se controló el consumo de energía y proteína digestible de los animales de los 35 a los 63 días de edad. Relacionando estos valores con los niveles de nutrientes retenidos por los gazapos en la canal, se obtuvo la eficacia de retención expresada en porcentaje. No se encontraron diferencias significativas de la fuente o el nivel de grasa en ninguno de los parámetros estudiados. Por lo tanto, se puede concluir que las fuentes y los niveles de grasa utilizados en este estudio, no tuvieron efecto sobre la composición de la canal, ni sobre la retención de energía o de nitrógeno digestible.

Palabras clave: composición, corporal, canal, eficacia, retención.

Abstract

The aim of this study was to determine the effect of the fat level and fat source, on body and carcass composition, and nutrient retention efficacy of growing rabbits from 35 to 63 days of life. The same diets formulated for the previous study showed in this Symposium. Six diets were formulated with a factorial design (3x2), using three fat source: soybean Oil (SBO), fish oil (FO) or palm kernel oil (PKO) in two different levels 1.5% and 4%. Sixty animals were used, taking 10 animals per treatment group. At 35 and 63 days of life body and carcass composition were determined by the Bioelectrical Impedance (BIA) method, obtaining by duplicate values of resistances, reactance, internal electrodes distance, animal length and weight. By difference between initial and final, protein and energy content of the carcasses, nutrient retention was determined. Digestible protein and energy intake of the animals from 35 to 63 days was controlled in order to calculate nutrient retention efficacy. No significant differences were found in any of the studied parameters. Therefore it could be concluded that the fat sources and levels of inclusion used in this study, didn't have effect on carcass composition or energy and protein retention.

Keywords: composition, body, carcass, efficacy, retention.

Introducción

La inclusión de grasa en los piensos de conejos tiene efecto sobre la productividad y el desarrollo del animal, lo que determina el interés de su uso. Algunos estudios (revisados por Fernandez-Carmona et al., 2000), han demostrado que la alta tolerancia de los conejos a algunas fuentes de grasa es debida a su buena calidad, al mejorar la palatabilidad y la digestibilidad.

En un trabajo anteriormente mostrado en este Symposium (Saiz et al., 2015) se estudió el efecto del incremento del nivel de grasa de la dieta (de un 1,5 a un 4%), utilizando tres diferentes fuentes de grasa (aceite de soja, aceite de pescado y aceite de palmiste), sobre los rendimientos y la mortalidad de conejos de 35 a 63 días de vida. En este trabajo se observó cómo el uso de aceite de palmiste puede ser considerado una buena alternativa a la inclusión de aceite de soja, al dar lugar a rendimientos similares y mortalidades menores, y que la inclusión de aceite de pescado en piensos de conejos no es recomendable, ya que empeora los rendimientos y aumenta la mortalidad. Por otra parte, también puede tener importancia el efecto de la fuente y del nivel de grasa sobre la composición corporal y de la canal de los animales. Esta composición depende de la retención de nutrientes, que en el caso de las grasas está relacionada con la composición de los ácidos grasos la constituyen, ya que su digestibilidad aumenta cuanto mayor es el nivel de insaturación de los ácidos grasos (Maertens et al., 1986; Santomá et al., 1987), lo que se puede traducir en una mayor retención de energía por parte del animal.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del nivel y la fuente de grasa añadida al pienso sobre la composición corporal y de la canal, y la eficacia de retención de nutrientes de conejos en crecimiento de 35 a 63 días de vida.

Material y métodos

El estudio se realizó en el Poultry and Rabbit Research Centre de Nutreco (Toledo). Se utilizaron los mismos piensos que en el estudio previamente mostrado en este Symposium (Saiz et al., 2015), formulando seis piensos con una estructura factorial (3x2), utilizando tres fuentes de grasa: aceite de soja (SBO), aceite de pescado (FO) y aceite de palmiste (PKO), que fueron adicionadas al pienso a dos niveles distintos: 1,5% y 4%, siendo el pienso control el que contenía un 1,5% de SBO. La composición de ácidos grasos de las fuentes utilizadas y de los piensos es la misma que en el estudio anterior.

Para realizar la prueba se utilizaron un total de 60 gazapos con un peso medio de 785 ± 121 g, que fueron destetados a los 35 días de edad. Estos animales fueron alojados en jaulas colectivas (38x100 cm) y distribuidos a razón de 10 animales por tratamiento, bloqueando por camada, de tal forma que un animal de cada camada fue asignado a cada tratamiento.

Se determinó la composición corporal de la canal mediante la técnica de la Impedancia Bioeléctrica (BIA) a 35 y 63 días de vida, utilizando las técnicas descritas por Saiz et al. (2011 y 2013), para la composición corporal y de la canal respectivamente. 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, RJL 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. Con las ecuaciones obtenidas por Saiz et al. (2011 y 2013), se obtuvieron los contenidos en humedad, proteína, cenizas, grasa y energía de los animales expresados en porcentaje (%) y en gramos (g), o en kcal/100 g y MJ para el caso de la energía.

Por diferencia entre el contenido inicial (35 días de vida) y final (63 días de vida) de energía (MJ) y proteína (%) de la canal de los animales se obtuvieron los niveles de nutrientes retenidos. Se controló el consumo de los animales a los 35 y a los 63 días de edad. Con el consumo de pienso se obtuvo el consumo de materia seca (MS), proteína (PB) y energía digestible (ED) de cada animal. Relacionando estos valores con los niveles de nutrientes retenidos por el animal en la canal, se obtuvieron las eficacias de retención de estos nutrientes expresada en porcentaje.

El análisis estadístico de los valores obtenidos de composición corporal, composición de la canal y eficacia de retención de la energía y proteína fue realizado con el procedimiento GLM de SAS vs 9.3 (Statistical Systems Institute Inc., 2002) la fuente de grasa y su nivel de inclusión cómo efectos fijos, así como la camada.

Resultados y discusión

Con los niveles y las fuentes de grasa utilizadas en este trabajo, no se encontraron diferencias entre tratamientos en la composición corporal y de la canal a 35 días de vida, siendo los contenidos medios en humedad, proteína, cenizas, grasa y energía $73,2 \pm 0,1$ %, $15,9 \pm 0,05$ %, $3,3 \pm 0,02$ %, $5,53 \pm 0,11$ % y 575 ± 5 kcal/100 g para la composición corporal, y $70,9 \pm 0,1$ %, $17,9 \pm 0,07$ %, $4,7 \pm 0,05$ %, $4,49 \pm 0,11$ % y 449 ± 6 kcal/100 g para la composición de la canal.

De forma general, tanto a 35 como a 63d se observó un mayor contenido en humedad grasa y energía en el cuerpo de los animales que en su canal, mientras que el contenido en cenizas y proteína de la canal fue mayor que en el cuerpo completo de los animales. Estos resultados coinciden con los que observaron Saiz et al. (2013), debido a que gran parte de la grasa del animal está adherida a la piel y al aparato digestivo.

Los valores medios de composición corporal a 63 días de vida fueron similares a los encontrados por Saiz et al. (2011). Estos valores no variaron de forma significativa entre tratamientos (Tabla 1).

Tabla 1. Composición corporal de los animales a 63 días de vida obtenidos por la técnica de la impedancia bioeléctrica (BIA).

Fuente	Nivel	Humedad, %	Proteína, %	Cenizas, %	Grasa, %	Energía, kcal/100 g
SBO	1,5	67,5	15,9	3,08	10,3	770
	4,0	67,3	15,9	3,02	10,7	776
FO	1,5	68,5	15,9	3,06	9,91	738
	4,0	68,1	15,9	3,05	10,3	752
PKO	1,5	68,3	15,8	3,06	10,1	745
	4,0	67,7	16,0	3,09	10,3	761
EEM (n=10)		0,279	0,528	0,071	0,054	0,424
P _{fuentes}		0,890	0,279	0,753	0,938	0,612
P _{nivel}		0,670	0,399	0,408	0,775	0,357
P _{fuentes x nivel}		0,812	0,935	0,751	0,721	0,962

SBO=Aceite de soja; FO=Aceite de pescado; PKO= Aceite de palma; PV= Peso Vivo; GMD= Ganancia Media Diaria; CMD= Consumo Medio Diario; IC=Índice de conversión; EEM= Error estándar de la media.

Tabla 2. Composición de la canal de los animales a 63 días de vida obtenidos por la técnica de la impedancia bioeléctrica (BIA).

Fuente	Nivel	Humedad, %	Proteína, %	Cenizas, %	Grasa, %	Energía, kcal/100 g
SBO	1,5	64,0	18,4	4,20	7,93	573
	4,0	63,8	18,4	4,17	7,88	569
FO	1,5	64,7	18,4	4,39	7,65	564
	4,0	64,5	18,4	4,36	7,74	552
PKO	1,5	64,8	18,4	4,40	8,11	541
	4,0	64,4	18,5	4,30	7,62	562
EEM (n=10)		0,279	0,436	0,068	0,099	0,363
P _{fuentes}		0,890	0,215	0,963	0,140	0,849
P _{nivel}		0,670	0,424	0,956	0,536	0,634
P _{fuentes x nivel}		0,812	0,973	0,705	0,945	0,735

SBO=Aceite de soja; FO=Aceite de pescado; PKO= Aceite de palma; PV= Peso Vivo; GMD= Ganancia Media Diaria; CMD= Consumo Medio Diario; IC=Índice de conversión; EEM= Error estándar de la media.

Tampoco se encontraron diferencias en la composición de la canal de los animales a 63 días de vida (Tabla 2), siendo ésta independiente de la fuente o el nivel de grasa añadida. Estos resultados difieren de los observados por Fernández y Fraga (1996), que sí que encontraron canales más grasas en los conejos alimentados con niveles más elevados de grasa, si bien ellos utilizaron un mayor número de animales por tratamiento que los que han sido utilizados en este trabajo.

Al estudiar la eficacia de retención de nutrientes (Tabla 3) tampoco se observaron diferencias significativas entre tratamientos, aunque numéricamente los animales que consumieron los piensos con un menor nivel de grasa añadida fueron más eficaces en la retención de energía digestible, pero menos en la retención de nitrógeno digestible.

Tabla 3. Eficacia de retención de nutrientes de conejos de 35 a 63 días de vida.

Fuente	Nivel	ERND, %	ERED, %
SBO	1,5	28,9	46,0
	4,0	30,5	48,4
FO	1,5	29,9	47,5
	4,0	30,1	47,8
PKO	1,5	29,2	46,4
	4,0	30,5	48,5
EEM (n=10)		0,92	0,91
P _{fuentes}		0,75	0,91
P _{nivel}		0,41	0,25
P _{fuentes x nivel}		0,75	0,98

ERND: eficacia de retención del nitrógeno digestible (NR/NDi); ERED: eficacia de retención de energía digestible (ER/EDi). SBO=Aceite de soja; FO=Aceite de pescado; PKO= Aceite de palma. EEM= Error estándar de la media.

De este estudio se puede concluir que el nivel y la fuente de grasa no afectan de forma significativa a la composición corporal y de la canal, ni a la eficacia de retención de nutrientes de los animales, por lo que el beneficio del uso de una u otra fuente de grasa o el aumento del nivel de grasa añadida es debido a su efecto sobre los parámetros productivos como se muestra en el estudio anterior presentado en este Symposium (Saiz et al., 2015).

Agradecimientos

Agradecimientos a aquellas personas que han colaborado en este proyecto a lo largo de los años.

Bibliografía

Fernández C., Fraga M.J. 1996. The effect of dietary fat inclusion on growth, carcass characteristics, and chemical composition of rabbits. *Journal of Animal Science*, 74:2088-2094.

Fernandez-Carmona J., Pascual J.J., Cervera C. 2000. The use of fat in rabbit diets. 7th World Rabbit Congress. *World Rabbit Science*, 8 sup. 1C, 29-59.

Maertens L., Huyghebaer G., De Groote G. 1986. Digestibility and digestible energy content of various fats for growing rabbits. *Cuni-Sciences*, 3:7-14.

Saiz A., Nicodemus N., Abelleira D., Fernández A., García-Ruiz A.I. 2011. 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, pp. 89-91.

Saiz A., García-Ruiz A.I., Martín E., Fernández A., Nicodemus N. 2013. 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. 38 Symposium de Cunicultura de ASESCU. Zamora, España, pp. 162-165.

Saiz A., Nicodemus N., Alfonso C., Terreros E., Lizaso J., Marco M., García-Ruiz A.I. 2015. Efecto del nivel y la fuente de grasa sobre los rendimientos productivos de conejos en crecimiento. 40 Symposium de Cunicultura ASESCU. Santiago de Compostela. (aceptado).

Santomá G., de Blas J.C., Carabaño R.M., Fraga M.J. 1987. The effects of different fats and their inclusion level in diets for growing rabbits. Animal Production, 45:291-300.

Composición química de la canal y retención de nutrientes en conejos alimentados mediante diferentes estrategias de restricción

Carcass chemical composition and nutrient retention in rabbits fed with different feeding restriction strategies

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

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

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

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

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

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de diferentes estrategias de restricción del pienso sobre la digestibilidad de los nutrientes, la composición química de la canal y la retención de nitrógeno y energía bruta. Se formuló un único pienso (PB: 16%; FND: 34%; ED: 2450 kcal/kg), que se suministró a cinco grupos de animales. Los animales del tratamiento control fueron alimentados *ad libitum* y los otros 4, fueron restringidos a un 80 y un 70% del consumo *ad libitum* teórico, durante todo el cebo o hasta los 48 días de edad. Los animales restringidos durante todo el cebo tendieron a tener una mayor digestibilidad de la proteína bruta (PB) que los restringidos un 80% hasta los 48 d. Ninguna de las estrategias afectó a la digestibilidad del resto de nutrientes. La concentración de PB y de cenizas en la canal aumentó ($P<0,001$) y se redujo la concentración de grasa y de energía ($P<0,001$) en los gazapos restringidos durante todo el cebo. La eficacia de retención del nitrógeno tendió a aumentar ($P=0,074$), y la excreción de nitrógeno y de energía a través de las heces y de la orina, disminuyó en los animales que estuvieron restringidos ($P<0,001$).

Palabras clave: Conejos, restricción, digestibilidad, retención, nitrógeno, balance.

Abstract

The aim of this work was to study the effect of different feeding restriction strategies on nutrients digestibility, chemical composition of carcass, and energy and protein balance of growing rabbits. A total of 600 rabbits were weaned at 34 days of age, housed in cages (5 animals/cage) that were randomly assigned to 5 treatments. Only one diet was formulated (CP: 16%; NDF: 34% DE: 2450 kcal/kg) and it was supplied to 5 groups of rabbits. Animals of control treatment were fed *ad libitum* and the other 4 groups were restricted at 80 and 70% of theoretical *ad libitum* intake, during all fattening period or until 48 days. Restricted treatments during all fattening period tended to have higher digestibility than those restricted until 48 days. The rest of nutrient's digestibility was not affected by any of the strategies followed. The concentration in carcass of CP and ashes increased, whereas the concentration of EE and CE decreased in treatments restricted during all fattening period ($P<0.001$). Efficacy of nitrogen retention tended to increase ($P=0.074$) and the excretion of nitrogen and energy through the feces and urine decreased ($P<0.001$), in animals restricted.

Keywords: Rabbits, digestibility, retention, nitrogen, balance.

Introducción

La aplicación de estrategias de restricción alimentaria está muy extendida en algunos países como Francia, donde se utiliza para reducir la mortalidad y la morbilidad de los gazapos y para mejorar el índice de conversión, sobre todo teniendo en cuenta que en estos animales se produce un crecimiento compensatorio cuando vuelven a ser alimentados *ad libitum*

(Gidenne et al., 2012). Se han estudiado varias estrategias de restricción post destete que varían en la duración y el periodo de aplicación (1 a 5 semanas), en la intensidad de la limitación (90% a 40% del consumo voluntario) o en el método (restricción cuantitativa, restricción del agua, tiempo de acceso al comedero limitado). Varios autores (Di Meo et al., 2007; Tumová et al., 2007; Gidenne et al., 2009a y b) han observado una mejora de la digestibilidad de los nutrientes al restringir el consumo voluntario. Sin embargo, estos resultados no son consistentes (Gidenne et al., 2012). En otros trabajos, también se han descrito variaciones en la composición química de la canal, como una disminución del contenido en grasa y un aumento del contenido proteico en los animales restringidos (Gidenne et al., 2012; Chodová y Tumová, 2013). La mejora de la digestibilidad y la variación de la composición química de la canal podría afectar a la eficacia de retención de la energía (ERED: energía retenida/energía digestible ingerida: ER/EDi) y del nitrógeno (ERNND: nitrógeno retenido/nitrógeno digestible ingerido: NR/NDi) y por tanto, disminuir la excreción de nitrógeno al medio a través de las heces y de la orina. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar el efecto de distintas estrategias de restricción alimentaria sobre la digestibilidad, la composición química de canal, y el balance energético y nitrogenado de gazapos en crecimiento.

Material y métodos

El estudio se realizó en el Poultry and Rabbit Research Centre de Nutreco (Toledo). Se utilizaron un total de 600 gazapos destetados a 34 días de edad, alojados en grupos de cinco animales en jaulas de (39 x 100 x 30 cm), asignados al azar a distintos tratamientos (24 réplicas por tratamiento). Los tratamientos consistieron en cinco niveles de racionamiento con un único pienso (2.450 kcal ED/kg; 16% PB y 34% FND). En el tratamiento control (T1), los animales fueron alimentados *ad libitum* durante toda la fase de crecimiento (34-61 d) y en el resto de los tratamientos, los animales fueron alimentados suministrándoles un 80 y un 70% del consumo teórico *ad libitum* durante todo el periodo de crecimiento (T2 y T3, respectivamente), o con estos dos niveles de restricción hasta el día 48 de cebo y con alimentación *ad libitum* hasta el día 61 (T4 y T5, respectivamente). Se controló el consumo y el peso de los animales en dos periodos, de 34 a 48 días y de 49 a 61 días de edad. El día 50 de vida se trasladaron 60 conejos (12 animales por tratamiento) a unas jaulas individuales (25x44 cm) y se determinó la digestibilidad fecal aparente de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), energía bruta (EB), proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND) y extracto etéreo (EE), entre los días 53 y 57 días de vida, según las indicaciones del método propuesto por Pérez et al. (1995). El balance de nitrógeno y energía se estimó a partir de la composición química in vivo (corporal y de la canal) a los 34 y 60 días de edad, mediante el método de Impedancia Bioeléctrica (Saiz et al., 2011a y b y 2013a y b) y de la digestibilidad de los piensos, siguiendo la metodología utilizada por Crespo et al. (2013).

Todos los datos se analizaron como un modelo completamente al azar con la jaula como unidad experimental y el nivel de racionamiento como efecto principal a través del procedimiento GLM de SAS vs 9.2 (Statistical Systems Institute Inc., 2002). Para la comparación de medias se utilizó el test de Tukey.

Resultados y discusión

Las distintas estrategias de restricción no afectaron a la digestibilidad de los nutrientes (Tabla 1), a excepción de la digestibilidad de la PB ($P=0,017$). En trabajos previos se ha encontrado un efecto positivo sobre la digestibilidad de la proteína al restringir el consumo de pienso (Xiccato et al., 1992; Gidenne y Feugier, 2009). En este trabajo, los animales alimentados de forma restringida obtuvieron los valores más altos, sin embargo hubo una excepción en los animales restringidos 80% hasta los 48 d (T4), en los que la digestibilidad de la PB tendió ($P=0,10$) a empeorar (-3,6% de media) en comparación con los animales restringidos durante todo el cebo (T2 y T3), pero fue similar a la de los restringidos un 70% la primera fase de cebo (T5) y a la de los animales alimentados *ad libitum* (T1). Esta tendencia podría explicarse porque durante la prueba de digestibilidad, los animales restringidos sólo durante 48 días, igualaron su consumo con los alimentados *ad libitum* (T1), lo que explicaría el que la digestibilidad entre estos tres tratamientos fuese similar. Aunque hay estudios que observan una mejora de la digestibilidad, tanto durante la fase de restricción (Di Meo et al., 2007; Tumová et al., 2007; Gidenne et al., 2009a y b) como tras la restricción, durante la fase de realimentación (Ledin, 1984), hay otros que no detectan ningún efecto (Díaz Arca et al., 1999; Gidenne y Feugier, 2009). Según Gidenne et al. (2012) es necesario un periodo de restricción de 8 a 10 días para observar una mejora de la digestibilidad, sin embargo nosotros no observamos un efecto positivo sobre la digestibilidad tras 16 días de restricción. Esta falta de consistencia entre los resultados de los diferentes trabajos sobre la mejora de la digestibilidad podría deberse a la variación en la intensidad de la restricción, a su duración, y de manera muy importante, a la composición de la dieta (Gidene et al., 2012).

La restricción afectó a la composición química de la canal (Tabla 2). El efecto de la restricción sobre las características y composición química de la canal ya ha sido descrito en trabajos previos (Gidenne et al., 2012; Chodová y Tumová, 2013). La concentración proteica aumentó en los dos grupos de animales restringidos un 70% (T3 y T5) y en los restringidos un 80% durante todo el cebo (T2) (+4,7%; +1,8% y +2,6%; respectivamente; $P<0,001$). Mientras que los gazapos restringidos un 80% hasta los 48d (T4) tuvieron un contenido proteico similar a los alimentados *ad libitum* durante todo el cebo.

Xiccato (1999) también observó un nivel proteico algo mayor en los gazapos restringidos. El contenido en cenizas aumentó significativamente en los animales con un 70% de restricción durante todo el cebo (14,9% vs. 13,7% de media; $P < 0,001$). Según Pálsson (1955), la restricción debería afectar más perjudicialmente a los tejidos de desarrollo temprano (huesos y tracto digestivo) que a los de desarrollo más tardío (músculo, grasa). El EE, y por tanto la EB de la canal, disminuyó en los animales restringidos durante todo el cebo, y más significativamente en el grupo T3 (-10% EE vs. T1). El menor contenido en grasa de los animales restringidos puede deberse a la disminución en la actividad de las enzimas implicadas en la biosíntesis de ácidos grasos (enzima málica y glucosa-6-fosfato deshidrogenasa; Gondret et al., 1997). Según Gidenne et al. (2012) independientemente de la estrategia que se siga, el nivel de grasa de la canal siempre es menor en los gazapos restringidos. Sin embargo, en este trabajo observamos que en los tratamientos realimentados a partir de los 48d el contenido en grasa fue similar al de los animales alimentados *ad libitum*.

Tabla 1. Efecto de las distintas estrategias de restricción alimentaria sobre la digestibilidad de los nutrientes entre los días 53 y 57 de vida.

	T1	T2	T3	T4	T5	EEM ¹	P-Valor
CMS, g/d	153a	128b	111b	158a	158a	4,11	<0,001
DMS, %	58,1	58,4	57,5	57,5	57,9	0,34	0,32
DMO, %	60,1	60,3	59,6	59,5	59,7	0,33	0,42
DPB, %	68,4ab	70,3a	70,3a	67,8b	70,0ab	0,61	0,017
DEB, %	59,0	60,0	59,3	59,2	59,6	0,32	0,32
DFND, %	22,3	21,6	20,3	21,1	20,8	0,71	0,39
DEE, %	88,4	88,4	88,9	88,3	86,5	0,77	0,25

¹EEM: Error estándar medio (n = 12); CMS: Consumo Materia Seca. DMS: Digestibilidad Materia seca; DMO: Digestibilidad Materia Orgánica; DPB: Digestibilidad Proteína Bruta; DEB: Digestibilidad Energía Bruta; DFND: Digestibilidad Fibra Neutro detergente; DEE: Digestibilidad Extracto Etéreo. a,bMedias en una misma fila con letras distintas indican diferencias significativas. T1: *ad libitum*; T2: 80% consumo teórico *ad libitum* todo el cebo; T3: 70% consumo teórico *ad libitum* todo el cebo; T4: 80% consumo teórico *ad libitum* hasta día 48 de cebo. T5: 70% consumo teórico *ad libitum* hasta día 48 de cebo.

Tabla 2. Efecto de las distintas estrategias de restricción alimentaria sobre la composición de la canal al final del cebo (61 d).

	T1	T2	T3	T4	T5	EEM1	P-Valor
Composición a los 34 días de vida, %MS							
Proteína bruta	60,7	60,7	60,4	60,6	60,6	0,14	0,60
Cenizas	17,1ab	16,9b	17,2a	16,9ab	17,0ab	0,09	0,06
Extracto etéreo	20,2	20,3	20,5	20,2	20,1	0,17	0,41
Energía bruta ²	2051	2066	2047	2064	2053	6,36	0,15
Composición a los 61 días de vida, %MS							
Proteína bruta	56,0b	57,5a	58,7a	56,8b	57,0a	0,36	<0,001
Cenizas	13,3b	14,1b	14,9a	13,6b	14,0b	0,16	<0,001
Extracto etéreo	29,1a	27,6ab	26,1b	28,5a	27,8a	0,31	<0,001
Energía bruta ²	2387a	2326b	2266c	2365ab	2338ab	11,1	<0,001

¹EEM: Error estándar medio (n = 24); ²kJ/100 g MS. a,cMedias en una misma fila con letras distintas indican diferencias significativas. T1: *ad libitum*; T2: 80% consumo teórico *ad libitum* todo el cebo; T3: 70% consumo teórico *ad libitum* todo el cebo; T4: 80% consumo teórico *ad libitum* hasta día 48 de cebo. T5: 70% consumo teórico *ad libitum* hasta día 48 de cebo.

El menor consumo de pienso (de 34 a 61 d) en cualquiera de las restricciones aplicadas (Crespo et al., 2015), afectó la ingesta de ND y de ED significativamente ($P < 0,001$). Los animales restringidos al 70 % durante todo el cebo (T3) mostraron el menor consumo, tanto de ND como de ED (-22 % y -25 %, respectivamente; $P < 0,001$), respecto a los animales alimentados *ad libitum* (T1). Los gazapos restringidos un 80 % durante todo el cebo (T2) y los realimentados *ad libitum* (T4 y T5) tuvieron un consumo de ND y de ED similar, que fueron de media un 10 % y un 9 %, respectivamente, menores que el consumo de los animales alimentados *ad libitum* (T1). La eficacia de retención de la ED no se vio afectada por las distintas estrategias de restricción, pero los animales restringidos tendieron ($P = 0,074$) a tener una mayor eficacia de retención del ND. Como consecuencia de esta mayor eficacia de retención del ND, el nitrógeno digestible retenido en la canal fue similar entre los distintos tratamientos, excepto en los animales restringidos al 70 % durante todo el cebo (T3) que retuvieron de media un 5,7 % menos ($P = 0,017$) que los demás grupos animales, ya que el aumento de la eficacia de retención no compensó el menor consumo de ND, a pesar de que también fueron los que menos N excretaron en piel y vísceras, heces y orina. Los animales realimentados *ad libitum* no igualaron la excreta de N del tratamiento control (T1), seguramente debido al menor consumo total de ND durante el cebo. En este sentido, Xiccato et al. (2005) ya describieron la relación directa entre la ingesta de nitrógeno y su excreción.

Tabla 3. Efecto de las distintas estrategias de restricción alimentaria sobre el balance de nitrógeno y el balance de energía.

	T1	T2	T3	T4	T5	EEM1	P-valor
Balance de Nitrógeno:							
NDi	60,3a	52,6b	46,8c	54,8b	54,7b	0,59	<0,001
NR	0,537a	0,507ab	0,490b	0,530a	0,517ab	0,01	0,012
ERND	0,31	0,32	0,33	0,33	0,32	0,006	0,074
Nitrógeno excretado							
PyV2	15,2a	14,0ab	13,5b	14,9a	14,3ab	0,30	<0,001
Heces3	21,6a	18,3c	16,7d	20,4b	18,4c	0,16	<0,001
Orina4	17,0a	15,3ab	13,7b	13,8b	15,5ab	0,56	<0,001
Balance de Energía:							
EDi	36,6a	31,5c	27,4d	33,6b	32,1bc	0,39	<0,001
ER	219a	193bc	173c	212ab	195b	5,31	<0,001
ERED	0,210	0,202	0,198	0,216	0,204	0,005	NS
Energía excretada							
PyV5	4,01a	3,51bc	3,28c	3,83ab	3,55bc	0,11	<0,001
Heces6	19,1a	17,1c	16,2d	18,1b	17,5bc	0,15	<0,001
Orina+P. calor7	18,5a	17,0b	15,7c	16,8bc	17,1b	0,29	<0,001

1EEM: Error estándar medio (n=24); NDi: nitrógeno digestible ingerido (g NDi); NR (g/kg PV0,75/d): g N retenido en la canal entre los 34 y los 60 d; ERND: eficacia de retención del nitrógeno digestible (NR/NDi); 2PyV: piel y vísceras (g N/kgPV0,75): (g N retenido corporal - g N retenido canal) /Kg PV0,75; 3Heces (g/kgPV0,75): (N total ingerido - NDi)/kg PV0,75; 4Orina (g/kgPV0,75): (NDi - N retenido canal - N excretado en piel y vísceras)/kg PV0,75; EDi (MJ): Energía digestible ingerida; ER (kJ/kgPV0,75/d): energía digestible retenida en la canal entre los 34 y 60 d; ERED: eficacia de retención de energía digestible; 5PyV: piel y vísceras (MJ/kgPV0,75): (EB retenida corporal - EB retenida canal)/kg PV0,75; 6Heces (MJ/KgPV0,75): (EBi - EDi)/kg PV0,75; 7Orina+producción calor (MJ/kgPV0,75): (EDi - EB retenida canal - EB excretada en piel y vísceras)/kg PV0,75. a,d Medias en una misma fila con letras distintas indican diferencias significativas. T1: *ad libitum*; T2: 80 % consumo teórico *ad libitum* todo el cebo; T3: 70 % consumo teórico *ad libitum* todo el cebo; T4: 80 % consumo teórico *ad libitum* hasta día 48 de cebo. T5: 70 % consumo teórico *ad libitum* hasta día 48 de cebo.

La ER disminuyó al restringir la ingesta voluntaria, a excepción de los gazapos del T4, cuyo valor fue similar a la de los del T1. El efecto de las estrategias de restricción seguidas, sobre la excreción de energía en la piel y vísceras, y a través de las heces y la orina, siguieron una evolución similar a la observada para el balance nitrogenado.

En base a los resultados de este estudio, se puede concluir que restringir un 80 y un 70 % del consumo *ad libitum* hasta los 48 días o hasta el sacrificio, no tiene un efecto claro sobre la digestibilidad de los nutrientes. Sin embargo, afecta notablemente a la composición química de la canal, que podría ser interesante de cara a conseguir canales menos grasas. Además debido al menor consumo de pienso, la excreción de nitrógeno y de energía a través de las heces y de la orina disminuye, por lo que podría ser una herramienta útil para disminuir el impacto ambiental de las explotaciones, sobre todo en zonas más sensibles.

Bibliografía

- Chodová D., Tumová E. 2013. *The effect of feed restriction on meat quality of broiler rabbits: a review. Scientia Agriculturae Bohemica*, 44:55-62.
- Crespo R., Alfonso C., Saiz A., Marco M., García-Ruiz A.I., Nicodemus N. 2013. *Efecto de la suplementación de enzimas sobre la composición de la canal y la excreción de nitrógeno en conejos en crecimiento. En actas del XXXVIII Symposium de Cunicultura de ASESCU. Zamora, España, pp. 131-135.*
- Crespo R., Alfonso C., Saiz A., García-Ruiz A.I., Marco M., Nicodemus N. 2015. *Efecto de diferentes estrategias de restricción alimentaria sobre los rendimientos productivos de conejos en crecimiento. En actas del XVI Jornadas sobre Producción Animal de AIDA, Zaragoza, España, (aceptado).*
- Díaz Arca F., Pérez Alba LM., Pérez Hernández M. 1999. *Digestibility and energy retention by young rabbits fed different levels of intake. Annales de Zootechnie*, 48:289-295.
- Di Meo C., Bovera F., Marono S., Vella N., Nizza A. 2007. *Effect of feed restrictin on performance and feed digestibility in rabbits. In proceedings of the XVII Associazione Scientifica di Produzione Animale, pp. 765-767. Italian Journal of Animal Science Publishing, 29 May-1 June, Alghero, Italy.*
- Gidenne T., Feugier A. 2009. *Feed restriction strategy in the growing rabbit. 1. Impact on digestion, rate of passage and microbial activity. Animal*, 3:501-508.
- Gidenne T., Bannelier C., Combes S., Fortun-Lamothe L. 2009a. *Interaction between the energetic feed concentration and the restriction strategy – impact on feeding behavior, growth and health of the rabbit. 13ème Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans, France, pp. 63-66.*
- Gidenne T., Travel A., Murr S., Oliveira H., Corrent E., Foubert C., Bebin K., Mevel L., Rebours G., Renouf B., Gigaud V. 2009b. *Restricted intake and feed distribution mode – impact on feeding behavior, digestion and carcass quality. 13ème Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans, France, pp. 43-46.*
- Gidenne T., Combes S., Fortun-Lamothe L. 2012. *Feed intake limitation strategies for the growing rabbit: effect on feeding behaviour, welfare, performance, digestive physiology and health: a review. Animal*, 6:1407-1419.
- Gondret F., Mourot J., Bonneau M. 1997. *Developmental changes in lipogenic enzymes in muscle compared to liver and extramuscular adipose tissues in the rabbit (Oryctolagus cuniculus). Comparative Biochemistry and Physiology*, 117B, 259-265.
- Ledin I. 1984. *Effect of restricted feeding and realimentation on growth, carcass composition and organ growth during the first seven days of realimentation in rabbit. Acta Agriculturae Scandinavica*, 34:54-66.
- Pálsson H. 1955. *Conformation and body composition. En: Progress in the physiology of farm animals (ed. J Hammond), vol. II, p. 430. Butterworth, London.*
- Pérez J.M., Lebas F., Gidenne T. 1995. *European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbits. World Rabbit Science*, 3:41-43.
- Saiz A., Nicodemus N., Abelleira D., Fernández A., García-Ruiz A.I. 2011a. *Estudio de la composición corporal en conejos de 25 a 77 días de edad y aplicación de la técnica de impedancia bioeléctrica (BIA). En actas del XXXVI Symposium de Cunicultura de ASESCU. Peñíscola, España, pp. 89-91.*

- Saiz, A., Nicodemus N., Abelleira D., Fernández A., García-Ruiz A.I. 2011b. Estima de la composición corporal en conejos de 25 a 77 días de edad mediante la técnica de impedancia bioeléctrica (BIA). En actas del XXXVI Symposium de Cunicultura de ASESCU. Peñíscola, España, pp. 92-95.
- Saiz A., García-Ruiz A.I., Martín E., Fernández A., Nicodemus N. 2013a. Aplicación de la técnica de Impedancia Bioeléctrica al estudio de la composición química de la canal de conejos de 35 a 63 días de edad. En actas del XXXVIII Symposium de Cunicultura de ASESCU. Zamora, España, pp. 162-165.
- Saiz A., García-Ruiz A.I., Martín E., Fernández A., Nicodemus N. 2013b. Evaluación de la técnica de Impedancia Bioeléctrica (BIA) para estimar la composición química de la canal de conejos de 35 a 63 días de edad. En actas del Symposium de Cunicultura de ASESCU. Zamora, España, pp. 166-169.
- Tumová E., Zita L., Skrivanová V., Fuciková A., Skrivan M., Burešová M. 2007. Digestibility of nutrients, organ development and blood picture in restricted and ad libitum fed broiler rabbits. *Archive Fur Geflügelkunde*, 71:6-12.
- Xiccato G., Cinetto M., Dalle Zotte A. 1992. Effect of feeding plane and category of rabbit on digestive efficiency and nitrogen balance. *Zootecnica e Nutrizione Animale*, 181:35-43.
- Xiccato G. 1999. Feeding and meat quality in rabbits: a review. *World Rabbit Science*, 7:75-86.
- Xiccato G., Schiavon S., Gallo L., Bailoni L., Bittante G. 2005. Nitrogen excretion in dairy cow, beef and veal cattle, pig, and rabbit farms in Northern Italy. *Italian Journal of Animal Science*, 4(Suppl. 3):103-111.

Efecto de las fracciones soluble e insoluble de la fibra de la pulpa de manzana sobre la digestibilidad ileal y fecal en conejos

Effect of soluble and insoluble fibre fractions of apple pulp on ileal and faecal digestibility in rabbits

Abad-Guamán R., Delgado R., Carabaño R., García J.*

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

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

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de la fibra soluble e insoluble de pulpa de manzana sobre la digestibilidad ileal y fecal en conejos. Se formularon cuatro piensos con niveles similares de fibra insoluble (FND 32,4%) y proteína (18,6%, ambos sobre MS). El nivel de fibra soluble fue bajo en el pienso control (4,6%, su fibra procedió de cascarilla de avena y paja) y aumentó en los piensos con pulpa de manzana depectinizada (7,1%), pulpa de manzana (9,3%) y pectinas de manzana (10,5%). Se determinó la digestibilidad fecal en 23 gazapos/pienso entre los 55 y los 59 d de edad, y se sacrificaron 23 gazapos/pienso a los 60 d de edad para recoger la digesta ileal y determinar la digestibilidad ileal. La inclusión de fibra soluble de manzana estimuló el flujo de mucinas a nivel ileal ($P = 0,002$) pero no a nivel fecal. La corrección por mucinas aumentó la digestibilidad de la proteína, la fibra dietética total y la fibra soluble a nivel fecal y especialmente a nivel ileal, dependiendo esta última del tipo de pienso. Aproximadamente la mitad de la fibra soluble de los piensos con alguna fracción de fibra de manzana se degradó a nivel ileal, sin detectarse diferencias entre los mismos a nivel ileal o fecal (46 y 86% de media a nivel ileal y fecal, respectivamente). La inclusión de fibra insoluble de manzana mejoró la digestibilidad fecal de la FND ($P < 0,05$) pero no la ileal.

Palabras clave: conejo, digestibilidad, fibra insoluble y soluble, mucinas, pulpa de manzana.

Abstract

The aim of this work was to investigate the effect of soluble and insoluble fibre of apple pulp on fibre digestibility in rabbits. Four diets were formulated with similar level of insoluble fibre (NDF 32.4%) and protein (18.6%, both on DM basis). Control diet contained the lowest level of soluble fibre (4.6% SF. Including oat hulls and straw as sole sources of fibre). A second diet was obtained by substituting 6% of starch of control diet by apple pectins (10.5% SF). Two more diets were obtained by substituting part of the fibrous sources of the control diet by either apple pulp or depectinized apple pulp (9.3 and 7.1% SF, respectively). Faecal digestibility was determined in 23 rabbits/diet from 55 to 59 d of age, and 23 rabbits/diet were slaughtered at 60 d of age to collect ileal digesta to determine ileal digestibility. Soluble fiber from apple stimulated ileal flow of mucins ($P = 0.002$), but not at faecal level. The correction for mucins increased the digestibility of crude protein, total dietary fibre, and soluble fibre at faecal, but especially at ileal level, depending in this case on the diet. Around half of the soluble fibre in diets containing any fibre fraction from apple was degraded at ileal level, with no differences among these diets (46 and 86% on average at ileal and faecal level, respectively). Inclusion of apple insoluble fibre improved NDF digestibility at faecal ($P < 0.05$) but not at ileal level.

Keywords: apple pulp, digestibility, insoluble and soluble fibre, mucins, rabbit.

Introducción

El incremento de fibra soluble/fermentable en los piensos, habitualmente mediante la inclusión de pulpa de remolacha (Trocino et al., 2013), permite reducir la mortalidad asociada a la enteropatía epizoótica en conejos pos-destete sin antibióticos. La fibra soluble/fermentable promueve cambios positivos en la microbiota y barrera intestinal (producción de

mucinas, morfología y funcionalidad de la mucosa, sistema inmune. Gómez-Conde et al., 2007 y 2009; El Abed et al., 2011b; Martínez-Vallespin et al., 2011) que podrían explicar la reducción de la mortalidad. Además, la fermentación/solubilización de fibra soluble e insoluble a nivel ileal (Abad-Guamán et al., 2015) podría estar detrás de alguno de estos efectos. Existen otras alternativas para incrementar el contenido en fibra soluble del pienso como es la pulpa de manzana. En comparación con la pulpa de remolacha posee un menor contenido en fibra soluble (Tabla 1 y Abad et al., 2013) y una fibra insoluble más lignificada. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la fibra soluble e insoluble de la pulpa de manzana sobre la digestibilidad ileal y fecal de la fibra.

Materiales y métodos

Se formularon cuatro piensos experimentales con niveles similares de proteína (18,6%) y fibra insoluble (32,4% FND, ambos sobre MS). Para separar los efectos de las fracciones de la fibra soluble e insoluble de la pulpa de manzana se formuló un pienso control con el menor nivel de fibra soluble (4,6%) e ingredientes que aportaron mayoritariamente fibra insoluble (cascarilla de avena, paja y lignocelulosa. Tabla 1).

Tabla 1. Composición de los piensos experimentales.

	Control	Pectinas manzana	Pulpa de manzana depectinizada	Pulpa de manzana
Ingredientes, % en fresco				
Cascarilla de avena	18,0	18,0	11,1	11,1
Paja de cereal	18,0	18,0	11,1	11,1
Lignocelulosa	5,0	5,0	3,1	3,1
Almidón de trigo	34,1	28,1	26,8	20,8
Pectinas de manzana	–	6,0	–	–
Pulpa depectinizada de manzana	–	–	24,0	–
Pulpa de manzana	–	–	–	30,0
Caseína	17,6	17,6	16,6	16,6
Otros ¹	7,3	7,3	7,3	7,3
Composición analizada, % MS				
Cenizas	4,83	5,00	5,83	4,60
Proteína bruta	18,4	18,5	18,5	18,9
Fibra dietética total (FDT)	36,9	42,6	39,8	42,0
Fibra neutro detergente (FND)	32,0	32,1	32,7	32,7
Fibra soluble (FDT-FND)	4,9	10,5	7,1	9,3

¹Otros en 3,70% de aceite de soja; 0,5% de alfalfa marcada con YB; 0,5% de cloruro sódico; 1% de carbonato cálcico; 1% de fosfato bicálcico; 0,1% de DL-Metionina; y 0,5% de corrector vitamínico mineral. FDT y FND corregidos por cenizas y proteína.

Se obtuvo un segundo pienso sustituyendo un 6% del almidón de trigo del pienso control por pectinas de manzana (Clasific AU 202. Herbstreith & Fox) que tuvo un 10,3% de fibra soluble. Los otros dos piensos se obtuvieron sustituyendo un 38% de los ingredientes fibrosos y parte del almidón y la caseína del pienso control por pulpa de manzana depectinizada y pulpa de manzana (7,1 y 9,3% fibra soluble, respectivamente). La composición de los ingredientes procedentes de la manzana se muestran en la Tabla 2. Noventa y dos conejos de ambos sexos, de 49 días de edad, y un peso vivo de 1,68 ± 0,23 kg fueron asignados a los cuatro piensos experimentales (23 animales/ pienso). Los animales fueron alojados en jaulas metabólicas individualmente 4 d consecutivos y el pienso ofrecido a voluntad. Después de 6 d de adaptación, se recogieron las heces duras y se controló el consumo durante 4 días consecutivos para determinar la digestibilidad fecal (23 gazapos/ pienso). A los 60 d de edad los animales fueron sacrificados entre las 19:00 y las 21:00 h para recolectar el contenido ileal.

Las metodologías de la AOAC (2000) fueron usadas para determinar la MS (934.1), PB (968.06) y FDT (985.29). La FND fue determinada usando el sistema de bolsas ANKOM® de acuerdo al método de Mertens (2002) y expresado libre de cenizas y proteína. La fibra soluble fue calculada como la diferencia entre fibra dietética total y FND. Las mucinas fueron analizadas de acuerdo al procedimiento de precipitación con etanol y purificadas usando pectinasa (Sigma P2401) propuesto por Abad et al. (2013). Los resultados obtenidos en este estudio fueron analizados con un análisis de varianza considerando al pienso como el efecto principal. Cuando se analizó el efecto de corregir por mucinas la digestibilidad de la proteína, la fibra dietética total y la fibra soluble se utilizó un modelo mixto de medidas repetidas considerando como efecto fijo el pienso y la corrección por mucinas y como efecto aleatorio al animal. Las medias se compararon utilizando un t-test protegido.

Tabla 2. Composición de la pulpa de manzana y sus fracciones (% de MS).

	Pectinas de manzana	Pulpa depectinizada de manzana	Pulpa de manzana
Cenizas	6,15	7,39	1,58
Proteína bruta	1,80	8,56	5,60
Extracto etéreo	0,00	4,59	3,82
Fibra dietética total (FDT) ¹	92,6	58,5	60,2
Fibra neutro detergente (FND) ¹	0,55	52,1	40,7
Fibra ácido detergente (FAD)	0,41	40,7	28,7
Fibra soluble (FDT-FND)	92,1	6,38	19,4

¹FDT y FND corregidos por cenizas y proteína. FAD corregida por cenizas.

Resultados y discusión

El flujo de mucinas (Tabla 3) a nivel ileal fue un 28% mayor en los piensos con pectinas y pulpa de manzana respecto a los piensos control y pulpa depectinizada (4,66 vs. 3,62 g/día de media. $P < 0,05$). Lo que indica que la fracción soluble de la pulpa de manzana estimuló el flujo de mucinas a nivel ileal, resultado similar al descrito por Abad-Guamán et al. (2015). A nivel fecal no se detectó este efecto, debido a la degradación de las mucinas a nivel cecal (91% de media).

Tabla 3. Efecto de pulpa de manzana y sus fracciones de fibra sobre el flujo ileal y fecal de mucinas intestinales.

	Control	Pectinas de manzana	Pulpa de manzana depectinizada	Pulpa de manzana	EEM ¹	P valor
Mucinas ileales						
g MS/kg contenido ileal	52,4	67,3	56,4	67,6	–	–
g MS/día	3,59 ^b	4,65 ^a	3,65 ^b	4,66 ^a	0,221	0,002
g/kg de consumo de MS	27,1 ^b	34,6 ^a	27,4 ^b	34,5 ^a	1,62	0,002
PB, g/kg de mucinas	286	295	295	275	–	–
Mucinas fecales						
g MS/kg contenido ileal	9,02	8,76	9,69	8,09	1,08	0,78
g MS/día	0,353	0,386	0,381	0,350	0,044	0,89
g/kg de consumo de MS	3,50	3,41	3,24	2,89	0,394	0,71
PB, g/kg de mucinas	265	257	263	265	–	–
Degradación cecal, %	90,2	91,7	89,6	92,5	–	–

¹Error estándar de la media, n=9 réplicas (mezcla de la digesta ileal de 2-3 gazapos) /pienso y n=11/pienso para muestras de heces.

Tabla 4. Efecto de pulpa de manzana, sus fracciones de fibra, y la corrección de mucinas en la digestibilidad ileal y fecal (%).

	MS	PB		Fibra dietética total		FND	Fibra soluble	
		No	Sí	No	Sí		No	Sí
Corrección por mucinas								
Digestibilidad ileal								
Piensos experimentales								
Control	48,4	67,8	72,0	0,89 ^b	4,92 ^b	4,67	-24,0 ^b	6,56 ^b
Pectinas manzana	48,6	65,7	71,3	12,7 ^{ab}	17,1 ^{ab}	6,67	31,2 ^a	49,2 ^a
Pulpa depectinizada	51,4	65,0	69,2	17,5 ^a	21,3 ^a	16,4	22,6 ^a	43,6 ^a
Pulpa de manzana	48,9	63,5	68,5	15,8 ^a	20,4 ^a	13,5	23,7 ^a	44,5 ^a
Promedio	49,3	65,5	70,3	11,7	15,9	10,3	13,4	35,9
EEM ¹								
Pienso	2,77	3,54	4,84	4,95	4,62			
Corrección mucinas	–	0,094	0,083	–	0,501			
Pienso _ Corrección	–	3,54	6,84	–	4,67			
<i>P-valor</i>								
Pienso	0,89	0,88	0,097	0,36	<0,001			
Corrección mucinas	–	<0,001	<0,001	–	<0,001			
Pienso _ Corrección	–	0,002	0,070	–	<0,001			
Digestibilidad fecal								
Piensos experimentales								
Control	61,3 ^c	85,9	86,4	16,4 ^d	17,0 ^d	6,93 ^b	78,6 ^b	82,7
Pectinas manzana	61,0 ^c	85,8	86,3	25,9 ^c	26,4 ^c	6,86 ^b	84,3 ^a	86,2
Pulpa depectinizada	66,5 ^a	86,8	87,2	33,3 ^b	33,8 ^b	22,3 ^a	84,2 ^a	86,8
Pulpa de manzana	64,7 ^b	86,0	86,4	35,6 ^a	36,0 ^a	22,0 ^a	83,3 ^a	85,0
Promedio	63,4	86,1	86,6	27,8	28,3	14,5	82,6	85,2
EEM ²								
Pienso	0,345	0,941	0,760	0,888	1,49			
Corrección mucinas	–	0,020	0,021	–	0,140			
Pienso _ Corrección	–	0,941	0,761	–	1,50			
<i>P-valor</i>								
Pienso	<0,001	0,90	<0,001	<0,001	0,105			
Corrección mucinas	–	<0,001	<0,001	–	<0,001			
Pienso _ Corrección	–	0,71	0,363	–	<0,001			

¹n=9 réplicas (mezcla de la digesta de 2-3 gazapos)/pienso; ² n= 11 gazapos/pienso, excepto para MS en donde n=23/pienso. EEM: Error estándar de la media.

La digestibilidad ileal y fecal de la proteína aumentó cuando se corrige por el contenido ileal o fecal de mucinas ($P < 0,001$). A nivel ileal, este valor aumentó en mayor medida en los piensos con mayor nivel de fibra soluble (pectinas y pulpa de manzana) con respecto a los otros dos (5,3 y 4,2 unidades porcentuales de media. $P = 0,002$). La corrección por mucinas incrementó la digestibilidad ileal y fecal de la fibra dietética total y la fibra soluble ($P < 0,001$), siendo más importante este cambio en el caso del pienso control que en el resto de piensos (en el caso de la fibra soluble 30,6 vs. 19,9 ud. porcentuales a nivel ileal y 4,1 vs. 2,1 a nivel fecal).

No se observaron diferencias en la digestibilidad ileal de la FND, si bien a nivel fecal la fibra insoluble de la pulpa de manzana mostró una mayor digestibilidad en comparación con el pienso control y el de pectinas (22,1 vs. 6,9 %; $P < 0,001$). Sin embargo, la pulpa de manzana parece mostrar una digestibilidad fecal de la FND ligeramente inferior a la pulpa de remolacha (El Abed et al., 2011a; Abad-Guamán, 2011). La fibra soluble del pienso de pectinas, pulpa depectinizada y pulpa de manzana se degradó de manera similar a nivel ileal y sus valores fueron muy superiores a del pienso control (45,8 vs 6,6 %, una vez corregidas por mucinas). A nivel fecal no se observaron diferencias en la digestibilidad de la fibra soluble una vez corregida por mucinas.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado gracias a los proyectos AGL2008-00627 (CICYT y S2009/AGR-1704 de la Comunidad de Madrid. Agradecemos a Herbstreith & Fox Corporate Group (Neuenbürg/Württ), PITE S.A. (Tordesillas), Grupo SOS Cuétara (Andújar) y Rettenmaier Ibérica S.L. (Barcelona) el suministro de los ingredientes, y a Nutreco PRRC la fabricación de los piensos experimentales. D. Rodrigo Abad ha realizado este trabajo becado por el SENESCYT (Ecuador).

Bibliografía

- Abad-Guamán R. 2011. *Quantification and nutritional relevance of insoluble and soluble sugar beet pulp fibre in rabbits*. Tesis de Máster. Universidad de Zaragoza-IAMZ-FEDNA.
- Abad R., Ibáñez M.A., Carabaño R., García J. 2013. *Quantification of soluble fibre in feedstuffs for rabbits and evaluation of the interference between the determinations of soluble fibre and intestinal mucin*. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 182:61-70.
- Abad-Guamán R., Carabaño R., Gómez-Conde M.S., García J. 2015. *Effect of type of fiber, site of fermentation and method of analysis on digestibility of soluble and insoluble fiber in rabbits*. *J. Anim. Sci.* (En prensa. DOI: 10.2527/jas2014-8767)
- Association of Official Analytical Chemists International. 2000. *Official Methods of Analysis*, 17th ed. AOAC International, Washington, DC.
- El Abed N., Delgado R., Abad R., Romero C., Fernandez A., Villamide M.J., Menoyo D., García J., Carabaño R. 2011a. *Effect of sugar beet pulp fibre fractions on growth performance, fecal digestibility and digestive physiology in rabbits around weaning*. *Giornate di Coniglicoltura ASIC, Forlì*, pp. 75-77.
- El Abed N., Delgado R., Abad R., Romero C., Villamide M., Menoyo D., Carabaño R., García J. 2011b. *Soluble and insoluble fibre from sugar beet pulp enhance intestinal mucosa morphology in young rabbits*, *En Proc.: 62nd Annual meeting of the European Federation of Animal Science, Book of abstracts*, p. 159.
- Gómez-Conde M.S., García J., Chamorro S., Eiras P., Rebollar P.G., de Rozas A.P., 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., Perez de Rozas A., Badiola I., Perez-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.
- Martinez-Vallespin B., Martinez-Paredes E., Rodenas L., Cervera C., Pascual J.J., Blas E. 2011. *Combined feeding of rabbit female and young: Partial replacement of starch with acid detergent fibre or/and neutral detergent soluble fibre at two protein levels*. *Livest. Sci.*, 141:155-165.
- Mertens D.R., Allen M., Carmany J., Clegg J., Davidowicz A., Drouches M., Frank K., Gambin D., Garkie M., Gildemeister B., Jeffress D., Jeon C.S., Jones D., Kaplan D., Kim G.N., Kobata S., Main D., Moua X., Paul B., Robertson J., Taysom D., Thiex N., Williams J., Wolf M. 2002. *Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study*. *J. AOAC Int.*, 85:1217-1240.
- 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.

Efecto del nivel de fibra soluble y de la relación omega-6/omega-3 sobre la colonización microbiana en gazapos lactantes

Effect of level of soluble fibre and omega-6/omega-3 ratio on microbiota colonization in suckling rabbits

Delgado R.¹, Badiola I.², Abad-Guamán R.¹, Nicodemus N.¹, Villamide M.J.¹, Pérez de Rozas A.², Menoyo D.¹, Carabaño R.¹, García J.^{1*}

¹ Departamento de Producción Agraria, ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid.

² CReSa (UAB-IRTA).

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

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la fibra soluble y la relación n-6/n-3 sobre la microbiota de las heces y la leche de las conejas y los nódulos linfáticos mesentéricos (NLM) de los gazapos en la primera semana de lactación. Se formularon cuatro piensos organizados factorialmente: dos niveles de fibra soluble (7,8 vs. 14,4%) y dos ratios diferentes de n-6/n-3 (13,4 vs. 3,5). Se utilizaron 20 hembras nulíparas Neozelandés blanco x California (5/tratamiento). Cinco días tras el parto se extrajo leche de las conejas, se sacrificó un gazapo/coneja para obtener los NLM y se recogieron heces de las conejas de los nidales. En estas muestras se extrajo el ADN microbiano y se secuenció. Los datos confirman la presencia de microbiota tanto en la leche de la coneja como en los NLM de los gazapos. Casi la totalidad de las unidades taxonómicas operacionales (UTOs) obtenidas en los NLM también fueron encontradas en la leche y/o en las heces. La microbiota de la leche y de los NLM tuvo más parecido entre sí, mientras que la de las heces difirió claramente de ambas. Las heces se agruparon en función del nivel de fibra soluble, y los NLM en función del nivel de ácidos grasos n-3, lo que no se observó en el caso de la leche. Las UTOs más importantes en los NLM fueron Bacteroides (8º en heces y 51 en leche), Pelomonas (1º en leche y no aparece en heces), Xanthomonas (10º en leche y no aparece en heces), y bacterias sin identificar (1º en heces y 6º en leche). El género Lactobacillus se identificó en muestras de leche y NLM, pero no en las heces. Los tratamientos influyeron en la proporción de cada UTO en la mayor parte de las muestras.

Palabras clave: fibra soluble, n-6/n-3, microbiota, conejo.

Abstract

The aim of this work was to study the effect of dietary soluble fiber and the n-6/n-3 ratio on milk and faecal microbiota of rabbit does and mesenteric lymph nodes (MLN) microbiota of suckling rabbits in the first week of lactation. To this end, a factorial design was used with two soluble fibre levels (7.8 vs. 14.4%) and two n-6/n-3 ratio (13.4 vs. 3.5). Twenty rabbit does (5/diet) were used. Five days after kindling milk was collected, one kit per doe was slaughtered and MLN collected and rabbit does faeces were also sampled from the nest. In these samples microbial DNA was extracted and sequenced. It was confirmed the presence of microbiota both in doe milk as in NLM of suckling kits. Most of the operational taxonomic units (OTUs) detected in MLN were also found in milk and/or faeces. Milk and MLN microbiota profile were more similar compared to faecal microbiota. The latter was influenced by the level of soluble fiber and NLM microbiota by the level of n-3 fatty acids, but this was not observed for milk. The most abundant OTUs in MLN was Bacteroides (8th in faeces and 51 in milk), Pelomonas (1st in milk), Xanthomonas (10th in milk), and unclassified bacteria (1st in faeces and 6th in milk). The genus Lactobacillus was identified in milk and MLN samples but it was not observed in faeces. Treatments influenced OTUs proportion in most of the samples.

Keywords: soluble fibre, n-6/n-3, microbiota, rabbit.

Introducción

La colonización microbiana de los neonatos parece que comienza al pasar por el canal del parto y prosigue debido a la microbiota presente en la leche materna. Esta microbiota procede del tracto digestivo y alcanza el tracto reproductor y la glándula mamaria mediante translocación, como se ha observado en ratonas y mujeres (Gavin y Ostovar, 1977; Welsh y May, 1979; Heikkilä y Saris, 2003; Martín et al., 2004; Donnet-Hughes et al., 2010). Además, la microbiota ambiental que se encuentra el neonato tras el parto (aquella presente en el nidal en el caso del gazapo), completa el estímulo microbiano que es fundamental para la maduración del sistema inmune (Hanson y Lanning, 2008). Por otra parte, se ha observado en ratones y gazapos que en los primeros días de vida se produce una traslocación significativa de bacterias desde el tracto digestivo a los nódulos linfáticos mesentéricos (NLM. Urao et al., 1996; Delgado et al., 2015a), cuyo significado biológico no está claro. El objetivo de este trabajo es confirmar con técnicas de secuenciación la presencia de microbiota en la leche de coneja y en los NLM de gazapos en la primera semana de lactación, caracterizarla, y evaluar la influencia que tiene el nivel de fibra soluble y el ratio n-3/n-6 del pienso suministrado a la madre sobre la microbiota de los NLM de los gazapos.

Materiales y métodos

Se diseñaron 4 tratamientos con unos niveles de PB y de FND del 16,4 y 34,6% MS, respectivamente organizados factorialmente (2x2) con dos niveles de fibra soluble (FS) (7,8 vs. 14,4% MS) y dos niveles de ácidos grasos n-3 (3,6 vs. 13,5 g/100 g ácidos grasos y un valor medio de ácidos grasos n-6 de 47,9 g/100 g ácidos grasos). De este modo se obtuvieron 4 piensos, dos con baja FS y con distinta relación n-6/n-3 (BF_Bn-3 y BF_An-3) y otros dos piensos con mayor contenido de FS (AF) y distintos niveles de n-3 y n-6 (AF_An-3 y AF_Bn-3) (la composición se muestra en la comunicación presentada en este Symposium por Delgado et al., 2015b). Se utilizaron 20 hembras nulíparas Neozelandés blanco x California (5/tratamiento) que se inseminaron a los 130 días de edad con un peso medio de $3,93 \pm 0,30$ kg. Cinco días tras el parto se extrajeron 15 ml leche que se recogieron en tubos estériles (desechando los primeros chorros). Simultáneamente, se procedió al sacrificio de un gazapo perteneciente a cada una de las camadas para extraer los NLM bajo condiciones de esterilidad. Además, durante la primera semana de lactación se recogió diariamente una muestra de heces de las conejas de los nidales. El ADN de las muestras se extrajo y se amplificó utilizando un serie de 21 primers especialmente diseñados para secuenciar los dominios centrales del gen 16S rDNA. Los productos amplificados fueron analizados utilizando el chip 316 de Ion-Torrent y las secuencias obtenidas se analizaron con diferentes herramientas del Ribosomal Database Project y programas ad hoc realizados en lenguaje Python. Se obtuvieron de media 168971 ± 22686 secuencias/muestra. Los datos se analizaron mediante un modelo logístico considerando una distribución binomial y para la construcción del dendograma se utilizó una distancia euclídea considerando las UTOs en las que se pudo identificar el género.

Resultados y discusión

Los datos confirman la presencia de secuencias de ADN bacteriano tanto en la leche de la coneja como en los NLM de los gazapos. De todas las secuencias obtenidas se pudo identificar el género de la misma en un 66 (NLM), 56 (leche) y 15% (heces) de los casos. El dendograma (Figura 1) indica que la microbiota de la leche y de los NLM tuvo más parecido entre sí, mientras que la de las heces difirió claramente de ambas. Las heces se agruparon en función del nivel de fibra soluble, mientras que los NLM lo hicieron en función del nivel de ácidos grasos n-3, sin observarse tendencia alguna en el caso de la leche. Casi la totalidad de los UTOs obtenidos en los NLM también fueron encontrados en la leche y/o en las heces, salvo alguna excepción (Wautersiella, Figura 2), sugiriendo que estos dos podrían ser los orígenes principales de la microbiota de los NLM. Los UTOs más importantes en los NLM fueron Bacteroides (8º en heces y 51 en leche. Tabla 1), Pelomonas (1º en leche y no aparece en heces), Xanthomonas (10º en leche y no aparece en heces), y bacterias sin identificar (1º en heces y 6º en leche). Es interesante destacar la identificación del género Lactobacillus en muestras de leche y NLM, pero no en las heces (Figura 2). El efecto de los tratamientos sobre estas y otras UTOs de interés se muestra en la Figura 2.

Figura 1. Efecto del nivel de fibra soluble y de la relación n-6/n-3 sobre la tasa de similitud del perfil microbiano en heces de coneja de inicio de lactación, leche de día 6 de lactación y nódulos linfáticos mesentéricos (NLM) de gazapos de 6 d de edad. Sólo se utilizaron las unidades taxonómicas operacionales que llegaron a género (AF y BF: alta y baja fibra soluble. AW3 y BW3: alto y bajo contenido en ácidos grasos w3).

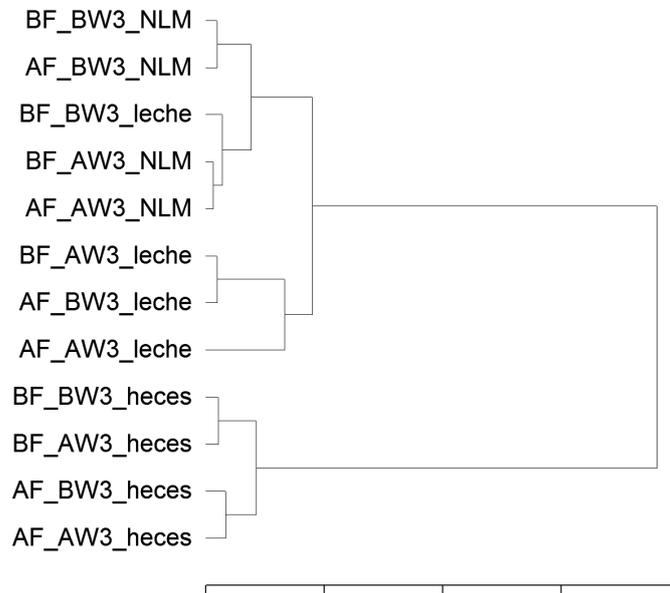
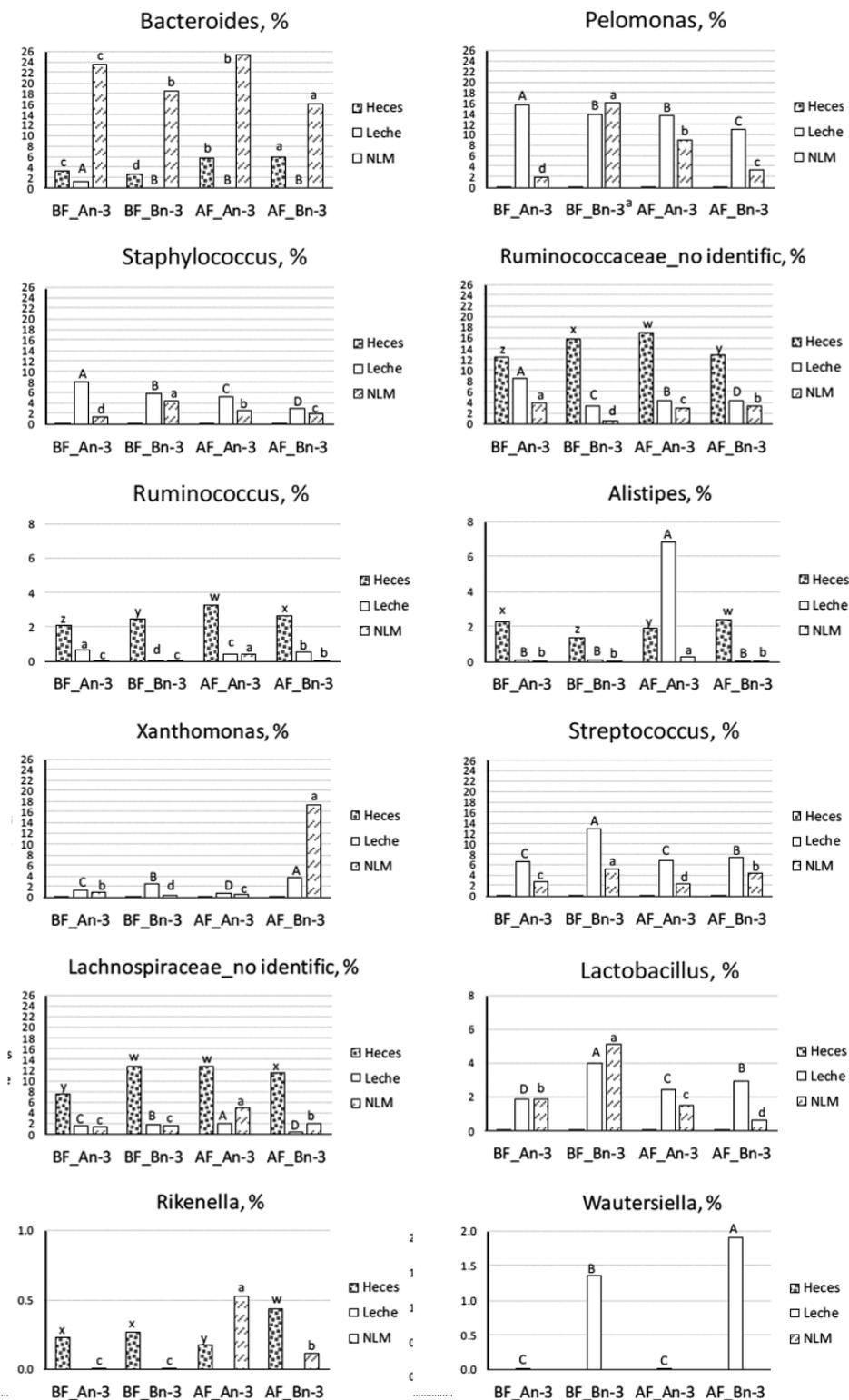


Tabla 1. Principales unidades taxonómicas operacionales (UTOs) obtenidas en la leche, heces y nódulos linfáticos mesentéricos.

Leche	Heces	NLM
1 Pelomonas	unclassified_Bacteria	Bacteroides
2 Streptococcus	unclassified_Ruminococcaceae	Pelomonas
3 unclassified_Comamonadaceae	unclassified_Porphyrmonadaceae	Xanthomonas
4 unclassified_Flavobacteriaceae	unclassified_Lachnospiraceae	unclassified_Bacteria
5 Staphylococcus	unclassified_Firmicutes	unclassified_Comamonadaceae
6 unclassified_Bacteria	unclassified_Clostridiales	Streptococcus
7 unclassified_Ruminococcaceae	unclassified_Bacteroidetes	Odoribacter
8 unclassified_Burkholderiales	Bacteroides	unclassified_Burkholderiales
9 Lactobacillus	Ruminococcus	unclassified_Ruminococcaceae
10 Xanthomonas	Alistipes	Staphylococcus
11 unclassified_Firmicutes	Barnesiella	unclassified_Lachnospiraceae
12 unclassified_Lachnospiraceae	unclassified_Bacteroidales	Lactobacillus
13 unclassified_Clostridiales	Clostridium IV	unclassified_Bacteroidetes
14 unclassified_Lactobacillales	unclassified_Clostridia	unclassified_Clostridiales

Figura 2. Efecto del nivel de fibra soluble y de la relación n-6/n-3 sobre el perfil microbiano en heces de coneja de inicio de lactación, leche de día 6 de lactación y nódulos linfáticos mesentéricos (NLM) de gazapos de 6 d de edad. Dentro de cada tipo de muestra, letras diferentes (wxyz: heces, ABCD: leche, abcd: NLM) indican medias distintas ($P < 0,05$). Se muestra el número de secuencia de un determinado grupo bacteriano (unidad taxonómica operacional, mayoritariamente géneros) respecto al total de secuencias obtenidas en cada muestra (procedente de la mezcla de 5 conejas o gazapos por tratamiento) (AF y BF: alta y baja fibra soluble. AW3 y BW3: alto y bajo contenido en ácidos grasos w3).



Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto AGL2011-23885. Agradecemos a Enrique Blas habernos enseñado a ordeñar las conejas, así como por la fabricación de los piensos.

Bibliografía

- Delgado R., Nicodemus N., Abad-Guamán R., Menoyo D., García J., Carabaño R. 2015a. Effect of dietary supplementation with arginine and glutamine of rabbit does on the microorganism translocation and immune response at different ages of their litters. Comunicación aceptada en el 66 Encuentro Annual de la EAAP.
- Delgado R., Abad-Guamán R., Nicodemus N., Sastre J., Menoyo D., Carabaño R., García J. 2015b. Efecto del nivel de fibra soluble y de la relación omega-6/omega-3 sobre el consumo de agua en gazapos en cebo. 40 Symposium de Cunicultura. Santiago de Compostela.
- Donnet-Hughes A., Perez P.F., Doré J., Leclerc M., Levenez F., Benyacoub J., Serrant P., Segura-Roggero I., Schiffrin E.J. 2010. Potential role of the intestinal microbiota of the mother in neonatal immune education. *Proc. Nutr. Soc.*, 69:407-415.
- Gavin A., Ostovar K. 1977. Microbiological characterization of human milk. *J. Food Protec.*, 40:614-616.
- Hanson N.B., Lanning D.K. 2008. Microbial induction of B and T cell areas in rabbit appendix. *Dev. Comp. Immunol.*, 32, 980-991.
- Heikkila MP, Saris P.E. 2003. Inhibition of *Staphylococcus aureus* by the commensal bacteria of human milk. *J. App. Microbiol.*, 95, 471-478.
- Martín R., Langa S., Reviriego C., Jiménez E., Marín M.L., Olivares M., Boza J., Jiménez J., Fernández L., Xaus J., Rodríguez J.M. 2004. The commensal microflora of human milk: new perspectives for food bacteriotherapy and probiotics. *Trends Food Sci. Technol.*, 15:121-127.
- Urao M., Teitelbaum D.H., Drongowski R.A., Coran A.G. 1996. The association of gut-associated lymphoid tissue and bacterial translocation in the newborn rabbit. *J. Ped. Surg.*, 31(11):1482-1487.
- Welsh J.K., May J.T. 1979. Anti-infective properties of breast milk. *J. Pediatr.*, 94:1-9.

Efecto del nivel de fibra soluble y de la suplementación con celobiosa sobre los rendimientos productivos en conejos en cebo

Effect of level of soluble fibre and cellobiose supplementation on growth performance in fattening rabbits

Ocasio-Vega C., Abad-Guamán R., Kimiaeitalab M.V., Kühn G., Vanegas J., Delgado R., Menoyo D., Nicodemus N., Carro D., Carabaño R., García J.*

Departamento de Producción Agraria, ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid.

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

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la fibra soluble y la suplementación con celobiosa en agua sobre los rendimientos productivos en gazapos tras el destete. A los gazapos se suministró dos piensos que difirieron en el nivel de fibra soluble (7,7 vs. 15,2%, sobre MS) y tres concentraciones de celobiosa en agua (0, 0,75 y 1,5 g/L). Los piensos y la celobiosa se suministraron a gazapos desde el destete (34 d edad, 781±88 g, 44 gazapos/pienso) hasta los 48 d de edad. A partir de ese día todos los animales recibieron el mismo pienso estándar y agua sin celobiosa hasta los 61 d de edad. El incremento del nivel de fibra soluble redujo la mortalidad en el periodo 34-48 d de edad (16,2 vs. 7,6%. $P = 0,019$), si bien al final del cebo no se observó este efecto (15,8% de media). La suplementación con celobiosa incrementó linealmente la mortalidad en los gazapos alimentados con el mayor nivel de fibra soluble, tanto en el primer periodo como en el periodo global ($P = 0,035$), mientras que en el grupo de baja fibra soluble la mortalidad tendió a ser más baja con la dosis intermedia de celobiosa ($P = 0,091$). El grupo de alta fibra soluble ingirió menos pienso ($P = 0,014$) y tendió a crecer menos durante el cebo ($P = 0,067$), sin modificar la eficacia alimenticia. Por su parte, la dosis intermedia de celobiosa incrementó la ingestión, velocidad de crecimiento y eficacia alimenticia en el periodo 34-48 d de edad ($P \leq 0,046$), diluyéndose este efecto al final del cebo.

Palabras clave: fibra soluble, celobiosa, conejo.

Abstract

The aim of this work was to study the effect of dietary soluble fiber and cellobiose supplementation in water on growth performance in rabbits. To this end two diets differing in the level of soluble fibre (7.7 vs. 15.2%, on DM basis), and three concentrations of cellobiose in water (0, 0.75 and 1.5 g/L) were used. Treatments were offered to the rabbits from weaning (34 d; 781±88 g; 44 rabbits/diet) to 48 d of age, when they were all fed with a standard diet and no cellobiose in water up to 61 d of age. The increase of soluble fibre reduced mortality in the 34-48 d period (16.2 vs. 7.6%. $P = 0.019$), although there was no effect at the end of fattening (15.8% on average). Cellobiose supplementation increased linearly the mortality of rabbits fed the high level of soluble fibre, both in the first or in the global period ($P = 0.035$), while in rabbits fed the low soluble fibre diet the mortality tended to be lower with 0.75 g cellobiose/L ($P = 0.091$). Rabbits fed high soluble fibre diet showed a lower feed intake ($P = 0.014$) and tended to grow less during fattening ($P = 0.067$), with no modification of feed efficiency. Supplementation with 0.75 g cellobiose/L increased feed intake, growth rate and feed efficiency in the 34-48 d period ($P \leq 0.046$), but this effect was diluted at the end of fattening period.

Keywords: soluble fibre, cellobiose, rabbit.

Introducción

La incorporación de niveles moderados de fibra soluble en el pienso, obtenidos mediante la inclusión de pulpa de remo-

lacha, mejora la morfología y funcionalidad de la mucosa intestinal (Gómez-Conde et al., 2007; El Abed et al., 2011) y modifica la microbiota intestinal (Gómez-Conde et al., 2009; El Abed et al., 2013), lo que repercute positivamente sobre la mortalidad (Martínez-Vallespín et al., 2011; Trocino et al., 2013). Este efecto positivo podría estar relacionado no solo con el aporte que hace la pulpa de remolacha de fibra soluble sino también con su aporte de fibra insoluble fermentable, especialmente a nivel ileal (Abad-Guamán et al., 2015). La utilización de oligosacáridos-disacáridos procedentes de la degradación de la fibra (oligopectinas, arabino oligosacáridos, xilooligosacáridos, celobiosa, etc.) permite modificar el perfil de la microbiota y mejorar en algunos casos la salud de los animales. La celobiosa, producida a partir de la degradación de celulosa por medio de enzimas específicas, logra hidrolizarse en dos moléculas de glucosa por la acción de enzimas como celobiosidasa y celulasa, encontradas en pequeñas cantidades en animales herbívoros (Nakamura et al., 2004). Este oligosacárido facilita el crecimiento de bacterias beneficiosas, lo que promueve a la mejora de la salud gastrointestinal en pollos (Song et al., 2013). Sin embargo, existe muy poca información sobre la utilización de celobiosa en conejos tras el destete y su posible efecto sinérgico con la fibra fermentable del pienso. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto que tiene suplementar el agua con celobiosa en animales alimentados con dos niveles de fibra soluble sobre los parámetros productivos en gazapos en crecimiento.

Materiales y métodos

Se utilizaron 6 tratamientos estructurados factorialmente (2 piensos x 3 niveles de celobiosa en agua). Los dos piensos experimentales difirieron en el nivel de fibra soluble (BF: 7,7 vs. AF: 15,2% sobre MS. Tabla 1) que se obtuvo reemplazando paja y salvado por pulpa de remolacha. Además, el agua de bebida se suplementó con tres niveles de D-celobiosa (0, 0,75 y 1,5 g/l NPC Cello-Oligo). Un total de 264 gazapos destetados a los 34 d de edad, con un peso medio de 788±83 g se bloquearon por camada y se asignaron al azar a los tratamientos (44/tratamiento). Los gazapos se alojaron individualmente y tuvieron acceso ad libitum al pienso y al agua. Antes del destete todos los gazapos tuvieron acceso al pienso de la madre (Cunilactal, NANTA S.A. 18,0% proteína bruta y 40,3% fibra neutro detergente, ambos sobre MS). Se controló de manera individual el consumo de pienso y el incremento de peso de los animales, mientras que el consumo de agua se controló diaria y colectivamente para cada nivel de celobiosa (1 depósito para cada tratamiento). A los 46 d se sacrificaron 54 animales (9/tratamiento) con un peso medio de 1321±125 g, se pesó el tracto digestivo y se midió el pH del ciego y la materia seca de la digesta ileal y cecal. A los 48 d se cambió el pienso a todos los animales por un pienso estándar de cebo (Cunicebial, Nanta, S.A., 16,4% de PB y 41,7% de FND). De igual manera se suspendió el suministro de celobiosa en el agua. Los animales no recibieron antibióticos ni en pienso ni en agua. Los datos fueron analizados mediante un modelo mixto de medidas repetidas que incluyó como factores fijos el nivel de fibra soluble, el nivel de celobiosa (estudiándose su efecto lineal y cuadrático mediante contrastes) y las interacciones entre estos factores, mientras que la camada se consideró como un efecto aleatorio.

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

	Baja fibra soluble	Alta fibra soluble
Ingredientes, %		
Trigo blando 10.7% PB	22,7	21,7
Salvado y tercerillas	28,0	13,0
Paja tratada con sosa	10,0	5,0
Pulpa remolacha	0	18,0
Harina girasol 29	9,97	12,97
Composición química analizada, % MS		
αFNDmo-pb2	30,9	30,8
Fibra soluble3	7,7	15,2
LADmo	3,1	3,3
PB	16,5	16,2
Extracto etéreo	5,4	4,9

¹Ingredientes comunes (%): 15,0 Alfalfa granulada (12,8% PB), 8,0 Harina Soja 44%, 3,0 Aceite girasol, 2,83 minerales y aminoácidos, 0,5 corrector vitamínico-mineral (L511. Trouw España), 66 ppm de Robenidina y 50 ppm de Etoxiquin. 2Fibra neutro detergente obtenida con α-amilasa y expresada libre de cenizas y proteína. 3 Fibra dietética total – FNDmo-pb.

Resultados y discusión

El efecto de la fibra soluble/fermentable en el pienso sobre la mortalidad dependió del nivel de celobiosa en el agua ($P < 0,05$). En el primer periodo, 34-48 d, los animales alimentados con el pienso de baja fibra soluble mostraron un efecto cuadrático al nivel de celobiosa en el agua ($P = 0,030$). Siendo la dosis de 0,75 g celobiosa/l la que menor mortalidad presentó. Mientras que en con el pienso con mayor nivel de fibra soluble la mortalidad se incrementó linealmente con el aumento de la dosis de celobiosa ($P = 0,003$). De media, el mayor nivel de fibra soluble en el pienso redujo la mortalidad en el periodo, 34-48 d (16,2 vs 7,6%. $P = 0,020$), pero cuando se dejó de suministrar en el segundo periodo, 48 – 61 d, la mortalidad se incrementó en este grupo (0,95 vs 6,66%. $P = 0,009$). Lo que supuso que la fibra soluble no afectase a la mortalidad en el periodo global de cebo (17,1 vs. 14,6%. $P = 0,53$). En este periodo global de cebo se observó un incremento lineal de la mortalidad con el nivel de celobiosa en los gazapos alimentados con mayor nivel de fibra soluble ($P = 0,035$), mientras que en los alimentados con el menor nivel de fibra soluble el nivel intermedio de celobiosa pareció reducir ($P = 0,091$) la mortalidad. El pH ileal y cecal a los 46 d de vida no fueron afectados por los tratamientos (6,93 y 5,37, respectivamente). Únicamente se detectó que los gazapos alimentados con mayor nivel de fibra soluble mostraron un menor contenido de materia seca del contenido cecal (19,4 vs. 20,9% MS).

Tabla 2. Efecto del nivel de fibra soluble en el pienso y de celobiosa en el agua sobre los rendimientos productivos.

Fibra soluble	Baja						Alta						P-valor					
	0		0,75		1,5		0		0,75		1,5		RSD	Cov ²	Fibra Solu-ble	Celobiosa		Fibra Soluble x Celobiosa
Celobiosa, g/l	0	0,75	1,5	0	0,75	1,5	0	0,75	1,5	0	0,75	1,5				Lineal	Cua-drático	Lineal
n ¹	26	32	29	33	30	27												
34-48d³																		
PV34, g/d	767	794	795	791	771	770	88,2	-	0,55	0,86	0,92	0,099	0,43					
Consumo, g/d	111	112	104	99,0	104	96,0	17,3	<0,001	<0,001	0,13	0,032	0,48	0,73					
Ganancia de peso, g/d	49,9	54,5	48,3	47,6	51,0	45,8	11,8	0,31	0,12	0,45	0,010	0,84	0,77					
Eficacia alimenticia, g/g	0,449	0,487	0,470	0,471	0,487	0,470	0,083	<0,001	0,28	0,95	0,046	0,62	0,44					
Mortalidad ¹ , %	25,7	5,71	17,1	0,00	5,71	17,1	-	-	0,019	0,028	0,81	0,003	0,085					
48-61d⁴																		
PV48, g	1481	1546	1560	1449	1496	1423	165	<0,001	0,12	0,45	0,010	0,84	0,77					
Consumo, g/d	175	171	175	166	164	175	28,6	0,071	0,23	0,41	0,27	0,57	0,81					
Ganancia de peso, g/d	48,6	44,6	47,5	45,9	46,2	43,8	11,5	0,73	0,37	0,46	0,56	0,66	0,19					
Eficacia alimenticia, g/g	0,279	0,247	0,276	0,276	0,284	0,221	0,11	0,17	0,68	0,16	0,89	0,84	0,063					
Mortalidad ¹ , %	0,00	2,86	0,00	5,71	8,57	5,71	-	-	0,009	1,00	0,11	1,00	0,22					
34-61d⁵																		
PV61, g	2113	2126	2077	2046	2097	1993	214	<0,001	0,066	0,28	0,11	0,88	0,49					
Consumo, g/d	141	140	138	131	133	134	19,2	<0,001	0,014	0,91	0,81	0,46	0,99					
Ganancia de peso, g/d	49,2	49,7	47,9	46,8	48,7	44,8	8,18	0,30	0,067	0,27	0,11	0,88	0,49					
Eficacia alimenticia, g/g	0,349	0,354	0,349	0,356	0,366	0,328	0,036	<0,001	0,96	0,033	0,012	0,35	0,087					
Mortalidad ¹ , %	25,7	8,57	17,1	5,71	15,3	22,9	-	-	0,53	0,28	0,36	0,029	0,16					

¹ n = número de animales que finalizaron el cebo. Para la mortalidad n = 35. ² Peso vivo al destete (PV34). ³ Animales fueron alimentados con 2 niveles de fibra soluble en combinación con 3 niveles de celobiosa en el agua de bebida. ⁴ Animales recibieron un pienso estándar y agua sin ningún aditivo. RSD: desviación estándar residual.

El incremento de fibra soluble redujo un 8,6 % la ingestión de pienso en el periodo 34-48 d (109 vs. 99,7 g/d; $P < 0,001$), lo que tendió a reducir la velocidad de crecimiento un 5 % ($P = 0,12$), sin afectar a la eficacia alimenticia (Tabla 2). No se observó efecto de la fibra soluble durante el periodo 48-61 d. Al considerar el periodo completo de cebo el incremento de la fibra soluble en el pienso redujo la ingestión (140 vs. 133 g/d. $P = 0,014$) y tendió también a reducir la velocidad de crecimiento (48,9 vs. 46,8 g/d. $P = 0,067$), por lo que tampoco se modificó la eficacia alimenticia. Se observó un efecto cuadrático del nivel de inclusión de celobiosa en agua en los rendimientos productivos del periodo 34-48 d. Tanto la ingestión, velocidad de crecimiento y eficacia alimenticia aumentaron en los gazapos a los que se suministró 0,75 g celobiosa/l ($P \leq 0,046$), lo que se tradujo en un mayor peso a los 48 d de edad ($P = 0,010$). Este efecto sobre la ingestión, concuerda con el hecho de que

esta dosis de celobiosa tendió a reducir el peso del tracto digestivo a los 46 d de edad ($P = 0,071$). La mejora de la eficacia alimenticia se mantuvo en el periodo global de cebo ($P = 0,012$), especialmente en aquéllos a los que se suministró inicialmente el pienso con mayor nivel fibra soluble. En conclusión, la celobiosa no mostró un efecto sinérgico con la fibra soluble/fermentable, si bien la dosis intermedia utilizada en este trabajo podría ayudar a minimizar la mortalidad cuando se utilizan piensos con niveles de fibra soluble reducidos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto AGL2011-23885. Agradecemos a Nippon Paper Industries el suministro de la celobiosa.

Bibliografía

- Abad-Guamán R., Carabaño R., Gómez-Conde M.S., García J. 2015. Effect of type of fiber, site of fermentation and method of analysis on digestibility of soluble and insoluble fiber in rabbits. *J. Anim. Sci.* (en prensa. DOI: 10.2527/jas2014-8767).
- 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 enhance intestinal mucosa morphology in young rabbits. In Proc.: 62nd Annual meeting of the European Federation of Animal Science, Book of abstracts p. 159, Stavanger, Norway. Wageningen Academic Publishers. Available at: http://www.eaap.org/Previous_Annual_Meetings/2011Stavanger/Stavanger_Book_of_Abstracts.pdf. Accessed July 2012.
- El Abed N., Badiola I., Pérez de Rozas A., González J., Menoyo D., Carabaño R., García J.. 2013. Effect of soluble and insoluble fractions of sugar beet pulp on ileal and caecal microbiota of rabbits after weaning. *World Rabbit Sci.*, 21:207-208.
- 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 fibre improves gut barrier function in 25 d 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. DOI:10.1016/j.livsci.2009.04.010
- Martínez-Vallespín B., Martínez-Paredes E., Ródenas L., Cervera C., Pascual J.J., Blas E. 2011. Combined feeding of rabbit female and young: Partial replacement of starch with acid detergent fibre or/and neutral detergent soluble fibre at two protein levels. *Livest. Sci.*, 141:155-165.
- Nakamura S., Tsuneyuki O., Makoto I. 2004. Bioavailability of cellobiose by tolerance test and breath hydrogen excretion in humans. *Nutrition*, 20:979-983. DOI: 10.1016/j.nut.2004.08.005.
- Song J., Jiao L.F., Xiao K., Luan Z.S., Hu C.H., Shi B., Zhan X.A. 2013. Cello-oligosaccharide ameliorates heat stress-induced impairment of intestinal microflora, morphology and barrier integrity in broilers. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 185:175-181. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2013.08.001.
- 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. DOI: 10.4995/wrs.2013.1285.

El uso de programas de alimentación en conejos reproductores que regulan la ingestión reduce las anomalías espermáticas y mejora la fertilidad

Feeding programmes promoting daily feed intake stability in rabbit males reduce sperm abnormalities and improve fertility

Pascual J.J.^{1*}, Marco-Jiménez F.¹, Martínez-Paredes E.¹, Ródenas L.¹, Martínez-Talaván A.², Fabre C.², Martín E.², Juvero M.A.², Cano J.L.³

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, Spain.

² GUCO e INCO. Grupo Arcoiris. Ctra. de Beceite, km 23, 44580 Valderrobres, Teruel, Spain.

³ Innovater. C/Pedro IV, 11. 44002 Teruel, Spain.

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

Resumen

El presente trabajo evalúa diferentes sistemas de nutrición dirigidos a reducir la variabilidad de la ingestión en conejos machos destinados a inseminación artificial, así como la inclusión de un antioxidante hepatoprotector, con el objeto de mejorar la producción y calidad seminal. Se utilizaron 147 machos adultos (1.18 años) que fueron asignados a uno de los cuatro tratamientos: CA, machos alimentados ad libitum con el pienso CA (rico en almidón); FS, machos alimentados ad libitum con el pienso FS (rico en fibra soluble); R, machos alimentados con el pienso CA restringido diariamente a las necesidades de mantenimiento; y S, machos alimentados ad libitum con el pienso CA suplementado con 50 ppm de silimarina. La ganancia media diaria de los machos R fue cercana a cero y significativamente menor al resto de los grupos alimentados a voluntad (-1.45 g/d; P<0.001). La variabilidad de la ingestión fue significativamente menor en los machos R (7 %) que en los machos CA y S (13 %), mostrando los machos FS valores intermedios (11 %). El semen de los machos R presentó un menor porcentaje de espermatozoides con anomalías (-6.2%; P<0.05). Los tratamientos dirigidos a reducir la variabilidad de la ingestión (FS y R) llevaron a una mejora de los ratios partos por coneja preñada y partos por coneja inseminada respecto a lo observado en los otros tratamientos (+0.039 y +0.041±0.015, respectivamente; P<0.05).

Palabras clave: conejos macho, ingestión, restricción, silimarina, semen, fertilidad.

Abstract

The effect of different dietary treatments addressed to reduce feed intake variability in rabbit males for artificial insemination, as well as the supplementation with a hepatoprotective, on semen quality and production was evaluated. One hundred seven males (1.18 years) were assigned to one of the four treatments: CA, males fed ad libitum with diet CA (rich in starch); FS, males fed ad libitum with diet FS (rich in soluble fibre); males fed with diet CA daily restricted to maintenance requirements; and S, males fed ad libitum with diet CA supplemented with 50 ppm of silymarin. Daily weight gain (DFI) of R males was close to zero and significantly lower to the rest of groups (-1.45 g/d; P<0.001). Variability of DFI was significantly lower for R males (7 %) than for males of dietary treatments CA and S (on av. 13 %), having FS males intermediate values (11 %). Semen from R males presented lower sperm abnormalities (on av. -6.2%; P<0.05). Dietary treatments address to reduce DFI variability (FS and R) lead to an improvement of kindling to pregnant and kindling to insemination ratio respect to the other treatments (+0.039 and +0.041±0.015, respectively; P<0.05).

Keywords: rabbit males, feed intake, restriction, silymarin, semen, fertility.

Introducción

El gran desarrollo que ha sufrido la práctica de la Inseminación Artificial (IA) en cunicultura en la última década, ha permitido la aparición de granjas específicas de machos destinados a la IA. A partir de ese momento empezaba a tener más sentido el desarrollo de piensos específicos para machos que tuvieran en cuenta sus necesidades nutritivas y el objeto de su explotación, la producción y calidad del semen (Pascual, 2002; Martínez-Paredes et al., 2010). Sin embargo, existe una falta de trabajos dirigidos a estudiar cómo afecta la nutrición a la producción seminal de los conejos destinados a IA. En el desarrollo de un pienso de machos adultos, se pueden hacer ajustes en los niveles de proteína, aminoácidos, vitaminas, ácidos grasos esenciales, y especialmente en oligoelementos y aditivos dirigidos a la reducción de la oxidación, que pueden mejorar la producción y calidad del semen (Pascual, 2002). Sin embargo, uno de los principales problemas de este tipo de animal se encuentra en la falta de un consumo regular. Al tratarse de animales en mantenimiento, algunos machos muestran periodos de consumo alto que pueden llevarles a un engrasamiento (en ocasiones relacionados con problemas de libido) y otros periodos en los que el animal no consume, con el consecuente efecto de dicha subnutrición puntual sobre la producción y calidad del semen. Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar si diferentes sistemas de nutrición dirigidos a reducir la variabilidad de la ingestión en los machos (aumento de la fibra soluble o restricción), así como la inclusión de un antioxidante hepato-protector utilizado en porcino (silimarina), pueden afectar a la producción y calidad seminal.

Material y métodos

Se utilizaron un total de 147 machos adultos (1.18 ± 0.22 años) pertenecientes a 3 tipos genéticos (77 Grimaud Frères, 32 Caldes IRTA y 38 Prat IRTA), alojados en jaulas individuales (60×50×50 cm) de la misma sala en el Centro de Inseminación Artificial de INCO (Valderrobres, Teruel). Los animales fueron sometidos a ciclo de 16 h de luz y 8 h de oscuridad, bajo condiciones ambientales controladas a través del uso de calentadores de aire caliente y sistemas de refrigeración tipo cooling (tratando de mantener la temperatura media en torno a 20°C en verano y 18°C en invierno).

Los piensos fueron formulados siguiendo las recomendaciones dadas por Pascual (2002) y Pascual et al. (2004) para machos destinados a IA. El pienso CA fue formulado promoviendo la inclusión de almidón de cereal [127 g almidón y 281 g fibra soluble total (hemicelulosa + fibra soluble) por kg de materia seca (MS)], mientras que en el pienso FS se promovió la inclusión de fibra soluble procedente de pulpa de manzana y de remolacha [86 g almidón y 330 g fibra soluble total por kg MS]. A partir de esos piensos, cuatro diferentes tratamientos fueron evaluados: CA, machos alimentados ad libitum con el pienso CA; FS, machos alimentados ad libitum con el pienso FS; R, machos alimentados con el pienso CA restringido diariamente a las necesidades de mantenimiento (Xiccato y Trocino, 2010); y S, machos alimentados ad libitum con el pienso CA suplementado con 50 ppm de silimarina (Sylimarín 5 g/L; Metvet S.A.U., Lleida). El contenido en almidón se determinó de acuerdo a Batey (1982), el contenido en fibra soluble por diferencia (Trocino et al., 2013), y la hemicelulosa como la diferencia entre las fibras detergentes neutro y ácida.

Se controló la ingestión de pienso, el peso vivo (PV) y el grosor de la grasa perrirrenal (PFT) por ultrasonidos (Pascual et al., 2004) cada 42 días (viernes). La semana del control, se controló la ingestión individual diaria a las 11:00 de lunes a viernes para determinar la variabilidad de la ingestión diaria como su coeficiente de variación intra-animal (CV). El semen se recolectó con la ayuda de una vagina artificial cada 15 días para ser evaluado. Los eyaculados fueron inicialmente diluidos 1:5 con un diluyente en gel (IMV, L'Aigle Cedex, Francia) y rediluidos tras evaluación para asegurar 30×10^6 espermatozoides por mL. La características del semen (volumen, concentración, anomalías, integridad acrosómica, motilidad, normalidad y utilidad) se evaluó según los métodos descritos por Lavara et al. (2005). Semen en pool de los diferentes tratamientos dietarios fueron utilizados para inseminar a un total de 15893 hembras de 6 granjas comerciales de dicha área geográfica. Para cada pool se registró el número de hembras inseminadas, de hembras gestantes y de partos, así como el número de gazapos nacidos vivos. Los datos fueron analizados utilizando un modelo mixto para medidas repetidas, que incluía como efectos fijos el tratamiento dietario, el tipo genético, una variable de tiempo [control o período del año (fresco o cálido para antes o después de abril, respectivamente)] y sus interacciones. Para evaluar el posible efecto de la variabilidad de la ingestión sobre las características del semen se introdujo el CV de la ingestión diaria como covariable.

Resultados y discusión

El tratamiento dietario utilizado no tuvo efectos sobre los valores medios del PV y el PFT de los machos (Tabla 1), pero la ganancia media diaria de los machos del grupo restringido (R) fue cercana a cero y significativamente menor al resto de los grupos alimentados a voluntad (-1.45 g/d; $P < 0.001$). De hecho, se observó una interacción significativa entre el tratamiento dietario y el control para el PV. Aunque el PV fue similar al inicio del experimento para los diferentes tratamientos (5210 ± 100 g), mientras los machos del grupo R mantuvieron su peso hasta el final del experimento (5270 ± 102 g), los machos de los tres tratamiento alimentados a voluntad mostraron un aumento constante de PV (hasta 5542 ± 102 g). Estos resultados confirman las necesidades de energía digestible para mantenimiento para machos adultos (de 400 kJ por día y kg PV^{0.75}) propuestas por Xiccato y Trocino (2010).

Tabla 1. Efecto del tratamiento dietario sobre el desarrollo de los machos.

	Tratamiento dietario ¹				ESM	P-valor
	AC	FS	R	S		
Peso vivo (kg)	5460	5445	5227	5371	97	0.3165
Ganancia media diaria (g/d)	1.47 ^b	1.36 ^b	0.08 ^a	1.78 ^b	0.31	0.0010
Grosor grasa perirrenal (mm)	8.38	8.57	8.34	8.58	0.15	0.5370
Ingestión diaria (ID; g/d)	183.3 ^b	185.0 ^b	156.3 ^a	187.5 ^b	4.4	0.0001
Variabilidad de la ID²	0.132 ^b	0.112 ^{ab}	0.069 ^a	0.123 ^b	0.017	0.0068

¹AC, pienso rico en almidón de cereal; FS, pienso rico en fibra soluble; R, pienso AC restringido a necesidades de mantenimiento; S, pienso AC suplementado con silimarina. ² Coeficiente de variación intra-animal de la ID durante 4 días consecutivos. ESM: error estándar de las medias.

Tabla 2. Efecto del tratamiento dietario sobre las características individuales del semen del conejo y su posterior utilización en pool en granjas comerciales.

	Tratamiento dietario ¹				ESM	P-valor
	AC	FS	R	S		
Características del semen						
Nº de animales	41	34	34	38		
Nº de muestras	328	271	272	304		
Volumen (mL)	0.96	0.92	0.88	0.89	0.038	0.4666
Concentración (espermatozoides x10 ⁶ /mL)	521	542	485	463	39	0.4681
Anormalidades (%)	33.4 ^{ab}	34.5 ^{ab}	28.1 ^a	35.0 ^b	2.3	0.1431
Integridad acrosómica (%)	96.5	96.6	97.1	96.5	0.4	0.7193
Movilidad espermática total (%)	82.9	83.1	85.9	84.4	1.2	0.2435
Espermatozoides normales (%)	65.9	63.6	65.7	65.4	1.0	0.3668
Espermatozoides + móviles (%)	55.5 ^{ab}	53.4 ^a	57.0 ^b	55.5 ^{ab}	1.2	0.2729
Espermatozoides útiles (%)	52.2	49.9	54.2	52.7	1.7	0.3690
Utilización del semen en pool						
Nº de hembras inseminadas	2106	6441	1877	5469		
Gestantes/ Inseminadas	0.817	0.849	0.851	0.853	0.017	0.3387
Partos/Gestantes	0.762 ^a	0.802 ^b	0.800 ^b	0.762 ^a	0.017	0.0662
Partos/Inseminadas	0.750 ^a	0.792 ^{ab}	0.828 ^b	0.788 ^{ab}	0.020	0.0689
Nº nacidos vivos/Parto	9.59	9.34	9.59	9.44	0.21	0.6493
Nº nacidos vivos/Inseminada	7.23	7.48	7.93	7.48	0.28	0.6443

¹AC, pienso rico en almidón de cereal; FS, pienso rico en fibra soluble; R, pienso AC restringido a necesidades de mantenimiento; S, pienso AC suplementado con silimarina. ESM: error estándar de las medias.

La ingestión de pienso de los machos R fue significativamente menor a la mostrada por los machos del resto de grupos (-29 ± 5 g/d; $P < 0.001$), siendo estas diferencias especialmente debidas a su menor ingestión durante el período fresco (-96 ± 16 g/d en el control 2; $P < 0.001$), no registrándose diferencias de ingestión entre grupos durante el período cálido (167 y 155 ± 7 g/d para los R y el resto de tratamientos, respectivamente). Como era de esperar, la variabilidad de la ingestión fue significativamente menor en los machos R (CV=7%) que en los machos CA y S (13%), mostrando los machos FS valores intermedios (11%). Estas diferencias fueron principalmente debidas a la menor variabilidad de la ingestión diaria observada por los machos R durante el período cálido (CV=5%) respecto al resto de tratamientos (de media 14%), no habiéndose registrado diferencias relevantes entre tratamientos dietarios durante el período fresco. Estos resultados pueden estar relacionados con el hecho de que la desviación estándar de las temperaturas máximas y mínimas entre los controles realizados hasta abril (1.01 y 0.65°C , respectivamente) fueron casi la mitad de la registrada a partir de dicho momento (1.96 y 1.14°C , respectivamente). Así, una menor variabilidad diaria en las temperaturas máximas y mínimas en la nave, principal factor de variación de la ingestión en mantenimiento (Cervera y Fernández-Carmona, 2010), llevan a reducir la variabilidad de la ingestión de pienso diaria mostrada por los machos.

En general, el tratamiento dietario no tuvo efectos relevantes sobre las características medias del semen de los machos (Tabla 2).

Sin embargo, el semen de los machos R presentó un menor porcentaje de espermatozoides con anomalías (-6.2% ; $P < 0.05$) y un mayor porcentaje de espermatozoides normales y móviles (-3.4% que los machos FS; $P < 0.05$). Sin embargo, los tratamientos dirigidos a reducir la variabilidad de la ingestión en los machos (FS y R) llevaron a una mejora de los ratios partos por coneja preñada y partos por coneja inseminada respecto a lo observado en los otros tratamientos ($+0.039$ y $+0.041 \pm 0.015$, respectivamente; $P < 0.05$). Las diferencias observadas en el ratio partos por inseminada fue principalmente debido a los mejores ratios registrados durante la fase cálida por el semen de los machos R respecto al resto de tratamientos (0.886 vs. 0.775 , respectivamente; $P < 0.01$), período donde, como ya hemos indicado anteriormente, estos animales mostraron una menor variabilidad en su ingestión diaria. Por otra parte, y aunque no se observaron diferencias significativas para la media del número de nacidos vivos, durante el período cálido, las hembras inseminadas con semen de los machos R tuvieron un mayor número de nacidos vivos por inseminación que el resto de grupos ($+1.480$ gazapos; $P < 0.05$).

En conclusión, la utilización de un sistema de restricción moderada de los machos adultos (ajustado a sus necesidades de mantenimiento), redujo la variabilidad en la ingestión diaria de los machos, disminuye el porcentaje de anomalías en el semen, y mejora la fertilidad y productividad de las conejas. La utilización a voluntad de un pienso basado en la inclusión de mayores niveles de fibra soluble podría permitir resultados similares a la restricción moderada, aunque son necesarios más trabajos en dicha línea de trabajo.

Agradecimientos

Los investigadores, técnicos y el Grupo Arcoriris agradecen al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente en la convocatoria PRE/917/2013 la subvención del presente estudio.

Bibliografía

- Batey I.L. 1982. Starch analysis using thermostable alpha-amylases. *Starch*, 34:125-128.
- Cervera C., Fernández-Carmona J. 2010. Nutrition and the climatic environment. En: *Nutrition of the Rabbit*, Wallingford, UK, CABI Publishing, pp. 267-284.
- Lavara R., Mocé E., Lavara F., Viudes de Castro M.P., Vicente J.S. 2005. Do parameters of seminal quality correlate with the results of on-farm inseminations in rabbits? *Theriogenology*, 64:1130-1141.
- Martínez-Paredes E., Saviotto D., Ródenas L., Arias J.M., Domingues V.S., De Jesús M.E., Lloréns J., Lavara R., Vicente J.S., Pascual J.J. 2010. Efecto del desarrollo hasta la recría sobre los parámetros seminales del conejo. En: *XXXV Symposium de Cunicultura Asescu*, Segovia, pp. 45-48.
- Pascual J.J. 2002. Nutrición de machos destinados a inseminación artificial. En: *II Jornadas Internacionais de Cunicultura*. Vila Real, Portugal, pp. 197-212.
- Pascual J.J., García C., Martínez E., Mocé E., Vicente J.S. 2004 Rearing management of rabbit males selected by high growth rate: the effect of diet and season on semen characteristics. *Reproduction Nutrition Development*, 44:49-63.

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

Xiccato G., Trocino A. 2010. Energy and protein metabolism and requirements. En: *Nutrition of the Rabbit*, Wallingford, UK, CABI Publishing, pp. 83-118.

¿Es la aplicación de una restricción alimentaria en el cebo una estrategia recomendable para las granjas productoras de carne de conejo cuando hay riesgo de enteropatía epizoótica?

Is the application of feed restriction at fattening an advisable management strategy for rabbit production farms when there is certain risk of epizootic enteropathy?

Ramon J.*, Perucho O., Rafel O., Sanchez J.P., Piles M.

Programa de Millora Genètica Animal. Subprograma de Cunicultura.

Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA), Torre Marimon, 08140 Caldes de Montbui, España.

*Dirección de contacto: email: josep.ramon@irta.cat

Resumen

El objetivo del trabajo es esclarecer los efectos de la restricción cuantitativa del pienso en el periodo de cebo sobre diferentes parámetros productivos, en un contexto en el que las enfermedades que producen trastornos digestivos, como la enteropatía, producen un volumen importante de bajas. Un total de 7864 gazapos de la línea Caldes se distribuyeron de manera uniforme según su peso al destete entre los dos tratamientos (pienso administrado a voluntad, y pienso racionado al 75 % del consumo a voluntad). Los animales fueron pesados individualmente al destete y semanalmente durante el cebo (5 semanas), y se registró su estado sanitario obtenido de la observación de síntomas externos. Diariamente se controló la mortalidad. Las variables analizadas fueron: i) peso vivo, velocidad de crecimiento y CV del peso vivo; ii) el consumo de pienso y el índice de conversión de jaulas; iii) el peso y el rendimiento de la canal; iv) la probabilidad de muerte o afectación de enfermedades digestivas y respiratorias, así como de un mal estado general; y el índice de riesgo Sanitario (SRI). La restricción alimentaria condujo a animales menos pesados durante todo el cebo y a una mayor variación en el tamaño de los animales dentro de jaula. Sin embargo, la fase de aceleración del crecimiento de estos animales se mantuvo por más tiempo y su caída fue menos brusca que en los animales alimentados a voluntad. Con el racionamiento mejoraban el índice de conversión, la mortalidad y la afectación de enfermedades digestivas y respiratorias y el índice de riesgo sanitario (SRI). El rendimiento de la canal empeoró en 1,5 puntos aunque se llegaba a alcanzar el peso comercial de sacrificio del mercado español. El coste de producción no se vio afectado.

Palabras clave: Crecimiento, eficacia alimentaria, enteropatía, mortalidad, restricción alimentaria.

Abstract

This research aimed at clear up the effect of quantitative feed restriction during the fattening period on several traits involved in meat production. A total of 7,631 rabbits coming from 1,332 litters were distributed in collective cages assigned equally to two types of feeding regime during the whole fattening period of 5 weeks: full-feeding (*i.e. ad libitum*; **AL**) or restricted feeding (**R**). The restriction was in absolute amount of food, being increased with age, and totalling 75% of the *ad libitum* intake over the same age period. The kits of the same litter were equally distributed into both treatments ensuring a uniform initial kit body weight in the same cage. Kits were individually weighted at weaning and weekly. Feed intake of kits in the same cage was also weekly recorded. Mortality was daily recorded. The analyzed traits were: i) weekly body weight, CV of body weight, and average daily gain; ii) feed intake and feed conversion ratio; iii) carcass weight and yield; iv) the probability of death and the probability of suffering from digestive or respiratory diseases, or a bad general condition, and Sanitary Risk Index (SRI). Feed restriction led to lighter animals throughout the whole fattening period and greater variation in its size within cage. However, the acceleration phase of growth of these animals remained longer and its fall was less sharp than in animals fed *ad libitum*. Feed restriction improved feed efficiency by 2.5%, mortality by 32%, the probability

of suffering a digestive and respiratory disease by 35 and 47 %, respectively, and it reduced health risk index by 2.3 %. The carcass yield worsened by 1.5 points although animals were able to reach commercial slaughter weight of the Spanish market. The production cost was not affected.

Keywords: Growth, feed efficiency, enteropathy, mortality, nutritional restriction.

Introducción

La restricción cuantitativa de alimento ha sido propuesta por diversos autores (Gidenne et al., 2003; 2009a; Tudela et al., 2006) con la finalidad de reducir la incidencia de enfermedades que causan trastornos digestivos como la Enteropatía Mucoide (Epizootic Rabbit Enteropathy, ERE) y, como consecuencia reducir la mortalidad en el cebo (Boisot et al., 2005; Cachaldora et al., 2011). La aplicación de esta práctica podría tener efectos beneficiosos añadidos como la mejora del índice de conversión (IC) (Tudela et al. 2006) que lleva asociada la reducción de los costes de alimentación que suponen un porcentaje muy elevado de los costes de producción (70-80 % Moura et al., 1997; Bergaoui et al., 2008). La mayoría de los trabajos publicados a este respecto se han hecho con un número reducido de gazapos, lo que implica que a menudo diferencias considerables no resulten significativas. Por ello los resultados sobre los efectos de la restricción alimentaria en diferentes caracteres productivos no son siempre concluyentes. Por otra parte, la práctica de administrar pienso a voluntad durante la última semana del cebo en algunos de dichos experimentos, enmascara aun más el efecto del propio racionamiento sobre las características de crecimiento y canal.

El presente trabajo, realizado con un gran número de gazapos, pretende esclarecer cuáles son los efectos de una restricción del 75 % del consumo a voluntad durante todo el periodo de engorde sobre los principales parámetros productivos y sanitarios en un contexto de presencia de enteropatía con mortalidades globales siempre por encima del 5 %.

Material y métodos

Animales y datos

Un total de 7864 gazapos de la línea Caldes (Gómez et al., 2002), procedentes de 14 bandas de producción, fueron destetados a los 31-32 días de vida y alojados en jaulas de 50x80 cm, a razón de 8 animales por jaula, en una instalación al aire libre con cubierta de fibrocemento.

Los animales se distribuyeron de manera uniforme según su peso al destete entre los dos tipos de tratamientos (pienso administrado a voluntad, **V**, y pienso racionado al 75 % del consumo a voluntad, **R**) evitando alojar en una misma jaula a más de dos hermanos completos. Se utilizaron solo animales con un peso al destete superior a 450 g y, para evitar la presencia de gazapos claramente dominantes, éstos se distribuyeron en función de su peso en jaulas de animales pequeños (P) cuyo peso variaba entre 450 a 700 g, y jaulas de animales grandes (G) cuyo peso era superior a 700 g. La distribución de las jaulas dentro de la nave por tratamiento y tamaño de los gazapos se hizo de manera intercalada. De esta forma se disponía de 4 tipos de jaulas: GV (gazapos grandes alimentados a voluntad), GR (grandes restringidos), PV (pequeños a voluntad), y PR (pequeños restringidos).

La cantidad de pienso a administrar durante las dos primeras semanas para realizar una restricción del 75 % del consumo a voluntad se calculó con datos de experimentos previos. Para las semanas 3 a 5 se administro el 85 % de la cantidad ingerida a voluntad durante la semana anterior. Todos los gazapos recibieron pienso comercial estándar (Tabla 1). Desde el destete hasta los 28 días de cebo el pienso estaba medicado y de los 28 a los 35 días se utilizaba pienso de retirada.

Tabla 1. Composición del pienso.

	Cebo medicado	Retirada
FB %	18,70	15,98
PB %	15,02	15,90
Cenizas %	8,97	8,80
EE %	3,28	3,30
Oxitetraciclina (ppm)	400	
Clorhidrato de Valnemulina (ppm)	30	
Colistina Sulfato (ppm)	100	
Bacitracina de zinc (ppm)		100

Datos y variables analizadas

Los animales fueron pesados al destete y semanalmente durante el cebo (5 semanas). En el momento de la pesada se registraba el estado sanitario de los animales determinado mediante la observación de síntomas externos de las principales enfermedades: diarrea, impactación cecal, presencia de mucosidad, etc. Diariamente se controló la mortalidad. El pienso de las jaulas restringidas se pesó diariamente y el de las jaulas a voluntad semanalmente, siempre a las 8 a.m.

El día del sacrificio los gazapos se pesaron a las 8 de la mañana e inmediatamente después fueron trasladados al matadero donde fueron sacrificados. Las canales se pesaron una hora después del sacrificio, una vez refrigeradas.

Las variables analizadas fueron: i) el peso vivo, y la velocidad de crecimiento individual medido semanalmente de animales sin síntomas visibles de enfermedad; ii) el coeficiente de variación del peso vivo dentro de jaula; iii) el consumo de pienso y el índice de conversión de jaulas en las que no había habido bajas; iv) el peso y rendimiento de la canal; v) la presencia/ausencia de enteropatía y enfermedades respiratorias, y la mortalidad y el mal estado general (Sí/No); vi) el Índice de Riesgo Sanitario (SRI) calculado según la fórmula $SRI = (\text{gazapos muertos} + \text{gazapos mórbidos}) * 100 / \text{gazapos iniciales}$ (Gidenne et al., 2003).

Modelos y análisis estadísticos

Los análisis se realizaron utilizando las funciones lmer y lm de R en función de si el modelo incluía o no efectos permanentes. El modelo para el peso vivo y la ganancia media diaria de peso incluía los efectos fijos de tratamiento (V o R), tamaño medio de los animales en la jaula (G o P), semana (1-5), banda (14 niveles), tamaño de camada (TC: 7 niveles), orden de parto (OP: 4 niveles), las interacciones entre tratamiento y semana y banda y semana, y el efecto permanente de animal. La interacción entre tratamiento y semana no era significativa por lo que no se incluyó en el modelo. El modelo para el análisis del CV del peso vivo dentro de jaula, consumo de pienso e índice de conversión semanal incluía los efectos fijos de banda, tratamiento, tamaño, semana, las interacciones entre tratamiento y tamaño con semana, y el efecto permanente de jaula. El modelo para el peso y el rendimiento de la canal incluía los efectos de banda, tratamiento, tamaño, OP, y TC. La interacción entre tratamiento y tamaño no era significativa. La presencia/ausencia de enfermedades, mortalidad y mal estado general se analizaron utilizando un modelo de regresión logística mediante la función glm de R. Los modelos incluían los factores de banda, tratamiento, y tamaño. Los efectos de OP y TC, así como la interacción entre tratamiento y tamaño fueron no significativos para todas las variables.

Para el cálculo del coste de producción se usó la herramienta de simulación creada por Rafel et al. (2012).

Resultados y discusión

Peso vivo y CV del peso vivo. Desde la primera semana de cebo hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los animales alimentados a voluntad (V) y restringidos (R). Los V alcanzaron el peso comercial para el mercado español a las 4 semanas de cebo, 2162 g, mientras que los R lo alcanzaron a las 5 semanas, 2076 g. A esta edad el peso de los V era demasiado elevado para el mercado español, 2443 g (Figura 1, panel a). Estos resultados concuerdan con los de Tudela et al. (2006), Dalle Zotte et al. (2005) y Pereira (2008) en que la restricción implicó una disminución del peso de los gazapos.

Para los dos tratamientos el peso de los gazapos de una misma jaula se va igualando a lo largo del periodo de engorde; no obstante, el peso de los gazapos en jaulas sometidas a racionamiento fue más variable a partir de la segunda semana que el de los gazapos alimentados a voluntad lo cual sugiere la existencia de efectos importantes de competencia que en cualquier caso dificultan la implementación de un correcto racionamiento en animales alojados en grupo. En la semana 5, la variación del peso de los animales alimentados a voluntad permanece constante respecto a su valor en la semana 5 (Figura 1, panel b). Esto podría ser consecuencia de la falta de crecimiento ocurrida en esta última semana en estos animales, como indicamos a continuación.

Ganancia media diaria de peso. Los animales V tuvieron un crecimiento mayor que el de los R durante las 4 primeras semanas de cebo ($P < 0,05$); en la quinta semana el crecimiento de los R fue ligeramente superior ($P < 0,05$) (Figura 1, panel c). La disminución del crecimiento acumulado es de una magnitud parecida al nivel de la restricción, cercana al 25%. Tudela et al. (2006) y Gidenne et al. (2009a) observaron una disminución de la velocidad de crecimiento pero menor que el nivel de restricción. Por otra parte es importante señalar que se observó una ralentización del crecimiento a partir de la segunda semana de engorde (6ª semana de vida) en los animales V y a partir de la tercera semana en los R aunque en este último caso fue mucho menos importante manteniéndose el crecimiento prácticamente constante. La información publicada en conejo indica que el punto de inflexión de la curva de crecimiento o momento en el que la ganancia diaria de peso es máxi-

ma se produce alrededor de la 7ª semana de vida, aunque este punto suele estar estimado con poca precisión ya que el incremento de peso es casi lineal entre las 4 y las 11 semanas de vida (Piles, 2000).

Consumo medio diario de pienso. El porcentaje de restricción acumulado realmente aplicado fue de 75, 68, 71, 73 y 76 para las semanas 1 a 5 del periodo de engorde. El ajuste de la restricción fue complicado a causa de que la ingestión a voluntad durante la segunda semana resultó imprevisible, lo que obligó a compensar la restricción en las semanas posteriores para que al final resultara ser del 75 %. Los animales alimentados a voluntad aumentaron progresivamente su ingestión hasta la tercera semana y a partir de este punto, el consumo de pienso se mantenía constante alrededor de los 175 g/d. (Figura 1, panel d). Esta cantidad podría tratarse del límite máximo de ingestión del animal y la ralentización del crecimiento una consecuencia directa de la insuficiencia de recursos alimentarios necesarios para mantener el crecimiento y expresar el potencial genético de estos animales. En el caso de los animales racionados, el consumo no llega a alcanzar este máximo por lo que el crecimiento se mantiene aunque se ralentiza algo, debido a que la cantidad de pienso suministrado también ha disminuido al ser calculada en función del consumo de los animales alimentados a voluntad. Sería razonable proponer un tipo de alimentación multifásica en el engorde de los gazapos alimentados a voluntad y en los animales racionados, calcular la cantidad de pienso a suministrar asumiendo una pauta lineal de las necesidades en lugar de utilizar el valor del consumo a voluntad.

Índice de conversión semanal. El IC aumentó de manera casi lineal en los animales alimentados a voluntad pasando de un valor cercano a 2 en la primera semana tras el desteta a 4,5 en la última semana. En la última semana el aumento fue menor como consecuencia del estancamiento del consumo. En los animales racionados el IC siguió una pauta no lineal pero algo más estable que la de los animales V. Los animales V tuvieron un mejor IC las dos primeras semanas de cebo ($P < 0,05$) probablemente como consecuencia de la dificultad de ajustar la cantidad de pienso a suministrar en este periodo. El IC de los R fue inferior al de los V a partir de la tercera semana ($P < 0,05$) (Figura 1, panel e), probablemente debido a la desaceleración del crecimiento que sufren estos últimos mientras su consumo permanece constante. En este experimento la restricción alimentaria condujo a una mejora del IC acumulado del 2,5 % mientras que otros investigadores observaron una mejora mucho mayor con el mismo nivel de racionamiento (11,4 %; Gidenne et al., 2009a). Los valores de IC obtenidos en este experimento son relativamente altos respecto a los obtenidos en ensayos anteriores debido al tipo de alojamiento en el que se encontraban los animales en esta fase.

Peso y rendimiento de la canal. El peso y rendimiento de la canal fueron de $1185 \pm 3,4$ y $57,1 \pm 0,05$ para los R y $1431 \pm 3,4$ y $58,6 \pm 0,05$ para los V. Esto supone una reducción importante del rendimiento de la canal ($R - V = -1,5 \pm 0,04$, $P < 0,001$) Bergaoui et al. (2008) observaron también que la restricción empeora el rendimiento a la canal.

Tabla 2. Número y porcentaje de animales afectados por distintas patologías (N=7864).

Tratamiento	R		V	
	N	%	N	%
Nº	3840		4024	
dig	336	8,75	457	11,36
res	60	1,56	88	2,19
mei	87	2,27	79	1,96
m	258	6,72	398	9,89
md	82	2,14	156	3,88
s dig	254	6,61	301	7,48
md/m		31,78		39,20
md/dig		24,40		34,14
SRI		11,02		13,32

dig= problemas digestivos; res=problemas respiratorios; mei=mal estado inespecífico; m=mueurtos; md=mueurtos por problemas digestivos; s dig= afectados por problemas digestivos no muertos; SRI= índice de riesgo sanitario.

Mortalidad en cebo. En un entorno de afección por enteropatía mucoide (ERE), la restricción alimentaria redujo la mortalidad en 3,17 puntos (Tabla 2), lo que representa un 32 %. Faubert et al. (2008) observaron una diferencia superior al 12 % aunque no significativa debido al bajo número de animales por tratamiento. Bergaoui et al. (2008) tampoco encontraron diferencias debidas a la restricción alimentaria, pero en este caso la mortalidad total no superó el 2,8 % y además el número de animales era demasiado reducido para detectar como significativas diferencias que probablemente serían muy pequeñas. Por el contrario Cachaldora et al. (2011) en un período de restricción de tres semanas superior al 80 %, observaron una reducción de la mortalidad del 32,6 %, que está en concordancia con nuestros resultados. Gidenne et al. (2009b) concluyen que es necesaria una restricción de ingesta de al menos el 20 % para reducir la mortalidad y de al menos un 30 % para reducir la morbilidad.

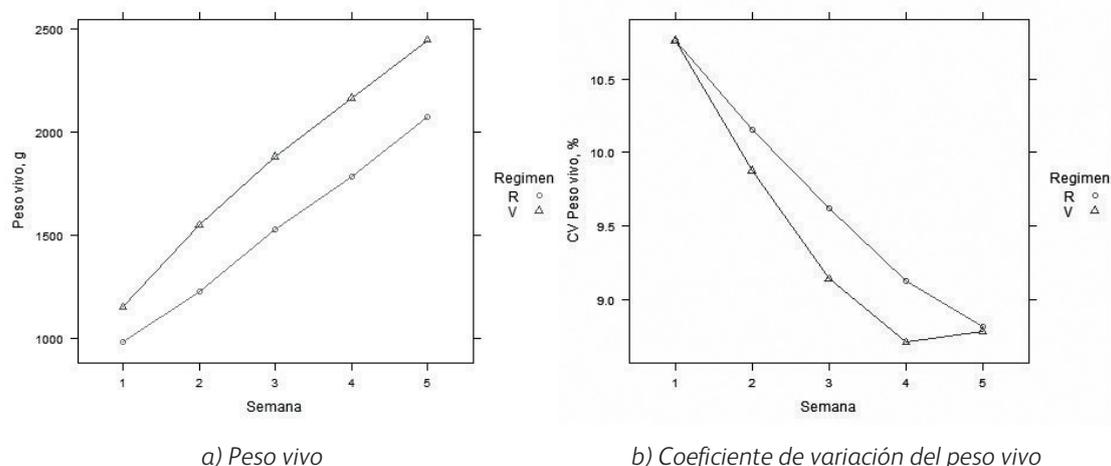
Afectación de enfermedades, mortalidad y estado general de los animales. La probabilidad de muerte de un gazapo alimentado a voluntad fue 1,5 veces la probabilidad de uno restringido (Tabla 3). Los ratios entre las probabilidades de verse afectado por un problema digestivo o un problema respiratorio de animales alimentados a voluntad respecto a los racionados fue de 1,35 y 1,47, respectivamente (Tabla 3). No hubo diferencias significativas en cuanto a la probabilidad de presentar un mal estado inespecífico. La restricción alimentaria redujo el SRI a nivel global en un 2,3 %. Gidenne et al. (2003) observaron una reducción significativa del SRI a partir de una restricción alimentaria superior al 20 %.

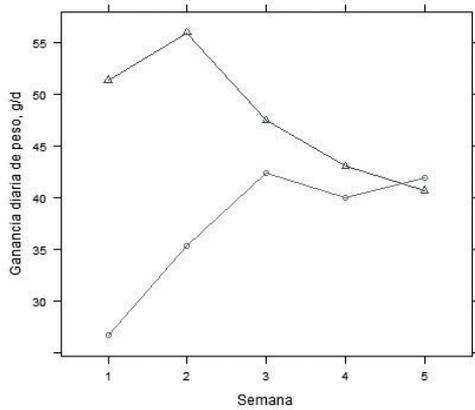
Tabla 3. Ratio entre la probabilidad de afectación o muerte (odds ratio, OR) de animales alimentados a voluntad respecto a los animales sometidos a restricción cuantitativa del pienso.

	OR [intervalo de confianza al 95%]	
Muerte	1,53	[1,29 , 1,80]
Afectación digestiva	1,35	[1,15 , 1,58]
Afectación respiratoria	1,47	[1,07 , 2,04]
Mal estado inespecífico	0,90	[0,68 , 1,18]

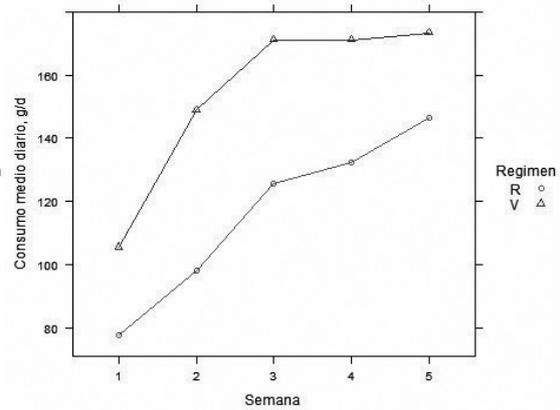
Coste de producción. El coste de producción fue de 1,55 €/kg tanto para los animales racionados como para los alimentados a voluntad. Así pues, la mejora del índice de conversión de los restringidos no parece suficiente para compensar el mayor peso vivo de los alimentados a voluntad. Este mayor peso vivo hace que los costes no alimentarios (mano de obra, inseminación, etc.) afecten en una menor medida el coste del kg producido.

Figura 1. Evolución semanal de diferentes caracteres productivos durante el periodo de engorde

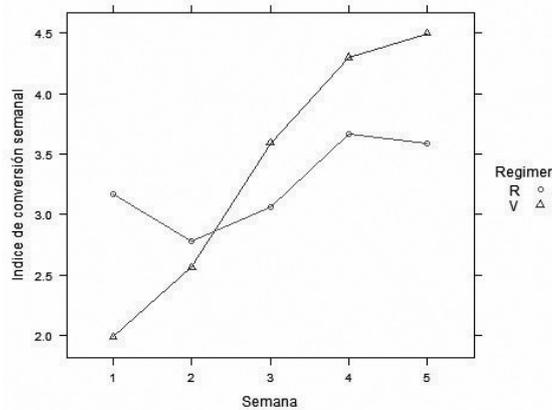




c) Ganancia media diaria de peso



d) Consumo medio diario



e) Indice de conversión

Agradecimientos

El presente trabajo ha sido financiado por el INIA (Proyecto RTA2011-00064-00-00).

Bibliografía

- Bergaoui R., Kammoun M., Oueradine K. 2008. Effects of feed restriction on the performance and carcass of growing rabbits. 9th World Rabbit Congr., 10-13 June, Verona, Italy, pp. 547-550.
- Boisot P., Duperray J., Guyonvarch A. 2005. Intérêt d'une restriction hydrique en comparaison au rationnement alimentaire en bonnes conditions sanitaires et lors d'une reproduction expérimentale de l'Entéropathie Epizootique du lapin (EEL). 11èmes Jour Rech Cunicole, 29-30 nov. 2005, Paris, pp. 133-136.
- Cachaldora P., Losada B., Méndez J., Prieto C., Gullón J., de Blas C., García-Rebollar P. 2011. Efecto de una restricción alimenticia después del destete sobre la mortalidad y los rendimientos productivos de conejos en cebo. XXXVI Symposium de Cunicultura, Peñíscola, 12-13 mayo 2011, pp. 35-43.
- Dalle Zotte A., Rémignon H., Ouhayoun J. 2005. Effect of feed rationing during postweaning growth on meat quality, muscle energy metabolism and fibre properties of Biceps femoris muscle in the rabbit. Meat Science, 70(2):301-306.
- Foubert C., Duperray J., Boisot P., Guyonvarch A. 2008. Effect of feed restriction with or without free access to drinking water on performance of growing rabbits in healthy or epizootic rabbit enteropathy conditions. 9th World Rabbit Congr., 10-13 June, Verona, Italy, pp. 667-672.

- Gidenne T., Feugier A., Jehl N., Arveux P., Boisot P., Briens C., Corrent E., Fortune H., Montessuy S., Verdelhan S. 2003. Un rationnement alimentaire quantitatif post-sevrage permet de réduire la fréquence des diarrhées, sans dégradation importante des performances de croissance : résultats d'une étude multi-site. 10èmes Jour Rech Cunicole, 19-20 nov. 2003, Paris, pp. 29-32.
- Gidenne T., Murr S., Travel A., Corrent E., Foubert C., Bebin K., Mevel L., Rebours G., Renouf B. 2009a. Effets du niveau de rationnement et du mode de distribution de l'aliment sur les performances et les troubles digestifs post-sevrage du lapereau. Premiers résultats d'une étude concertée du réseau GEC. Cuniculture Magazine, 36:65-72.
- Gidenne T., Combes S., Feugier A., Jehl N., Arveux P., Boisot P., Briens C., Corrent E., Fortune H., Montessuy S., Verdelhan S. 2009b. Feed restriction strategy in the growing rabbit. 2. Impact on digestive health, growth and carcass characteristics. *Animal*, 3:509-515.
- Gidenne T., Fortun-Lamothe L., Combes S. 2012. Restreindre l'ingestion du jeune lapin: de nouvelles stratégies pour renforcer la santé digestive et améliorer son efficacité alimentaire. *INRA Productions Animales*, 4:323-336.
- Gomez E.A., Rafel O., Ramon J. 2002. The Caldes strain Spain. *Options Mediterraneennes Serie B, Etudes et Recherches*, (38):193-198.
- Moura A.S.A.M.T., Kaps M., Vogt D.W., Lamberson W.R. 1997. Two-way selection for daily gain and feed conversion in a composite rabbit population. *J. Anim Sci.*, 75: 2344-2349.
- Pereira De Oliveira H.I. 2008. Impact of feed intake level and feeding time on some digestive parameters of the growing rabbit. Tese de Mestrado Engenharia Zootécnica. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.
- Piles, M. 2000. Bayesian analysis of the effect of selection for growth rate on growth curves and meat and carcass quality in rabbit. PhD thesis. Universidad Politécnica de Valencia. (Valencia, Spain).
- Rafel O., Gil J.M., Freixa E., Piles M., Ramon J. 2012. Ritmos de reproducción y edad al destete en granjas de conejos. Implicaciones técnicas y económicas. XXXVII Symposium de Cunicultura, Barbastro, 24-25 de mayo de 2012, pp. 36-42.
- Tudela F., Lebas F. 2006. Modalités du rationnement des lapins en engraissement. Effets du mode de distribution de la ration quotidienne sur la vitesse de croissance, le comportement alimentaire et l'homogénéité des poids. *Cuniculture Magazine*, 3:21-27.

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

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

Coelho A.C.^{1,2}, Pinheiro V.^{2,3*}, Quinteiro M.¹

¹ Dept. de Ciências Veterinárias, ²CECAV, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), 5001-801 Vila Real, Portugal.

³ Dept. de Zootecnia, ²CECAV, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), 5001-801 Vila Real, Portugal.

*Dirección de contacto: vpinheir@utad.pt

Resumen

En este estudio se presentan algunos de los resultados observados durante la realización de una tesis de maestría, cuyo objetivo fue evaluar la calidad microbiológica del agua en granjas de conejos en el noreste de Portugal. Las muestras de agua fueron recolectadas en 12 granjas en el período comprendido entre octubre de 2014 y marzo de 2015. En cada granja, la recogida se realizó en diversos lugares, desde el origen hasta el final de cada línea (en promedio 9 por granja), con el fin de evaluar las características y calidad de agua a lo largo de la ruta. Los resultados de las muestras de agua de las granjas fueron negativos para la presencia de coliformes totales, coliformes fecal (*E. coli*) en 11 de las 12 granjas y estreptococos fecales (*Enterococcus*) en 10 de las 12 granjas evaluadas. En relación con el número total de microorganismos a 22 °C fue de menos de 100 UFC/mL y a 37 °C fue de menos de 10 UFC/mL en las 11 granjas. Con base en los resultados de este estudio se puede ver que hay una buena calidad microbiológica del agua consumida por los conejos en las granjas de la región en estudio.

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

Abstract

This study presents some of the results obtained during implementation of a master's thesis, whose objective is to evaluate the microbiological quality of water watering of farms in Northeast of Portugal. Water samples were collected in 12 farms in the period October 2014 to March 2015. In each farm, the harvest was made at various locations, from the origin to the end of each line (on average 9 per farm crops), in order to evaluate the characteristics and quality of water throughout the route. The results of the farms water samples were negative for the presence of total coliforms, faecal coliforms (*E. coli*) in 11 of 12 farms and faecal streptococci (*Enterococcus*) in 10 of 12 farms evaluated. In relation to the total number of microorganisms at 22 °C was less than 100 CFU/ml and at 37 °C was less than 10 CFU/ml in the 11 farms. Based on the results of this study we can see that there is a good microbiological quality of water consumed by rabbits on farms in the region under study.

Keywords: rabbits, water, farms, Portugal, Trás-os-Montes.

Introdução

A água constitui um recurso essencial à vida e é um factor indispensável à sobrevivência de todos os seres vivos (Mendes e Oliveira, 2004). O conceito de qualidade da água é relativo e depende do uso a que se destina ou do objetivo do seu utilizador (Ferreira et al., 2010). O sector agrícola e pecuário é o principal consumidor de água. Quando contaminada, pode conter microrganismos capazes de causar doenças, debilitando os animais, resultando numa queda da produção ou mesmo na sua morte, levando a prejuízos avultados. Sendo um elemento essencial, a água pode trazer riscos à saúde, se for de má qualidade, servindo de veículo para vários agentes biológicos e químicos (Carvalho e Recco-Pimentel, 2007).

A qualidade da água de abeberamento dos coelhos é um parâmetro fundamental que vai influenciar a ingestão de alimento e alguns dos seus comportamentos (Schiere, 2004), afetando as suas performances e o seu bem-estar. Na UE não existe, atualmente, nenhum regulamento específico para o controlo de qualidade microbiológica, física e química das águas administradas aos animais de produção. Isto acontece também no caso das explorações cunícolas, onde na maioria o fornecimento da água provém de poços ou furos. Contudo, vários autores defendem que a água destinada ao consumo animal deve ter as mesmas características da água potável, consumida pelo Homem. Entende-se por água potável, toda aquela que não é poluída por detritos humanos nem animais, nem por contacto com resíduos agropecuários, industriais ou naturais. Isto é, aquela que mantém as suas características puras e que não seja um perigo para a Saúde Pública nem para a saúde animal (Prüss-Üstün et al., 2008).

Existem parâmetros físicos, químicos e microbiológicos que permitem determinar a qualidade da água. De entre os parâmetros microbiológicos, para avaliar a água, destacam-se a identificação e isolamento de bactérias coliformes totais e fecais, enterococos fecais, *Clostridium perfringens*, assim como, pela presença de microrganismos viáveis a 37°C e a 22°C (Amaral et al., 2003).

A pluviosidade e a estação do ano podem afetar a qualidade da água de consumo dos coelhos: nos meses mais chuvosos há maior contaminação das águas no ponto de captação, devido ao arrastamento de bactérias presentes no solo, provocado pela lixiviação, que contaminam os poços e conseqüente, a água de consumo dos coelhos (Rosell-Pujol, 2000), e nestas ocasiões terá de haver atenção redobrada.

O objetivo deste estudo consistiu em averiguar a qualidade microbiológica da água das explorações cunícolas na região de Trás-os-Montes.

Materiais e métodos

Este estudo foi realizado entre o mês de Outubro de 2014 e Março de 2015, na região de Trás-os-Montes e Alto Douro. Foram realizadas colheitas em 12 cuniculturas, selecionadas por conveniência na zona de influência da UTAD. No total foram realizadas 104 amostras, resultando numa média de 9 amostras por exploração. O número de amostras por cada exploração foi também influenciado pela sua dimensão. Foram colhidas amostras no local de origem da água, ou o mais perto possível, e no início, fim e algumas no meio das várias linhas de abastecimento, tanto nos pavilhões de engorda como nas maternidades. Foi também efetuado um questionário ao proprietário da exploração, de modo a obter um melhor enquadramento da cunicultura e das medidas profiláticas realizadas com a água e com os seus sistemas de fornecimento. Todas as amostras de água foram obtidas de forma asséptica em recipientes esterilizados, com volumes de 1 litro e foram posteriormente acondicionadas em contentores térmicos durante o seu transporte.

No laboratório a água foi de imediato analisada através da técnica das membranas filtrantes a qual foi efectuada de acordo com os "Standard methods for the examination of water and wastewater (2012) para a detecção de coliformes e estreptococos". Antes de colocar a amostra de água no copo de filtração graduado, a amostra foi agitada seis vezes. A inoculação foi efectuada em meios selectivos específicos como o meio de Endo, Slanetz e confirmados por testes bioquímicos. Cerca de 1 mL de água foi incorporado em meio de PCA e colocados a crescer a 22°C e a 37°C. Caso os resultados fossem positivos, nos meios selectivos específicos, seria realizada uma repicagem das colónias que se observavam para outros meios, para confirmação posterior.

Resultados e discussão

Quanto à origem das águas para consumo das cuniculturas, 50% foram colhidas de furos, 17% da rede pública e 33% em poços ou minas. Estes resultados foram semelhantes aos encontrados no trabalho realizado por Coelho e Pinheiro em 2014.

Os resultados das análises microbiológicas da água de consumo dos coelhos foram todos negativos para a pesquisa de coliformes totais, coliformes fecais (*Escherichia coli*) e estreptococos fecais (*Enterococcus* spp.) em 92 das 104 amostras analisadas. Doze amostras (sendo 9 da mesma exploração) foram positivas para a pesquisa de estreptococos fecais, o que pode indicar uma contaminação fecal mais antiga. Relativamente à *E. coli*, 5 amostras mostraram-se positivas. Em 95 das 104 amostras analisadas o número total de microrganismos a 22°C foi menor do que 100 UFC/mL e a 37°C menor do que 10 UFC/mL. Como tal, a maioria das águas das explorações analisadas estavam próprias para consumo (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados da qualidade microbiológica da água (fornecimento) em explorações cuniculas transmontanas (n= 12 explorações).

Parâmetros microbiológicos	Unidades	Resultado	Expl. com resultado negativo	Expl. com resultado positivo	Concentração máxima admissível*
Microrganismos viáveis 37°C	ufc/mL	< 10	11	1	<20
Microrganismos viáveis 22°C	ufc/mL	< 100	11	1	<100
Coliformes totais	ufc/100mL	0	11	1	0
Escherichia coli	ufc/100mL	0	11	1	0
Enterococos intestinais	ufc/100mL	0	11	2	0

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

Nas amostras em que se obtiveram resultados positivos para os parâmetros microbiológicos, foram repicadas colónias provenientes do meio Slantez em meio de kanamicina, para confirmar a presença de enterococos intestinais e o resultado foi positivo. Do meio Endo que foi incubado a 44 °C foram repicadas colónias para os meios líquidos de McConkey e Água Tryptonada e ambos confirmaram que se tratavam de colónias compatíveis com E. Coli.

No controlo microbiológico assume-se que o isolamento de microbiota coliforme fecal, como, Escherichia coli indica uma contaminação fecal relativamente recente no tempo e espaço, como por exemplo um poço com infiltrações intermitentes. Os enterococos indicam uma contaminação fecal mais remota e Clostridium perfringens, ao serem esporulados são indicadores bacterianos mais duradouros e mais antigos. Estes problemas de contaminação resolvem-se de forma relativamente fácil, utilizando produtos que eliminem os agentes indesejáveis da mesma. Isto consegue-se por adição, na água de bebida, de quantidades ligeiramente em excesso de oxidantes: compostos clorados, iodados, etc., de maneira a que fiquem livres de microrganismos e não contenham o oxidante em excesso, visto que prejudicaria os requisitos de potabilidade. Estes factos vão de encontro aos descritos num relatório final de estágio realizado em 2012 por Dinis Rego sobre a monitorização da qualidade microbiológica da água em explorações cuniculas. De acordo com este trabalho, a desinfecção correta das águas de consumo de coelhos, com cloro e peróxido de hidrogénio, revelou-se um fator importante na redução da contaminação fecal, e no aumento das performances produtivas dos coelhos.

Com base nos dados obtidos através do inquérito podemos verificar que metade dos inquiridos afirma que faz tratamento à água que é fornecida aos coelhos, utilizando pastilhas de cloro (%) ou peróxido de hidrogénio (%). Na maioria das explorações são realizadas análises microbiológicas à água, com uma periodicidade que varia de 1 a 2 vezes por ano. Estas análises costumam ser feitas pelas empresas que fornecem as rações e os resultados têm sido satisfatórios. Relativamente à limpeza das tubagens e depósitos, esta é realizada quase sempre no final de cada ciclo de produção. Nesta limpeza os proprietários utilizam apenas água em 50% das explorações e nas restantes é utilizada água e lixívia.

O tratamento das águas e o seu controlo microbiológico devem ser sempre efetuados nas explorações de produção intensiva de coelhos. A qualidade da água é um fator de extrema importância na produção animal, devendo os produtores monitorizarem a sua qualidade. Deveriam ser criados instrumentos legais sobre a qualidade e sobre os controlos microbiológicos das águas de consumo para espécies pecuárias. Os resultados do presente estudo são muito favoráveis para as explorações cuniculas amostradas, revelando elevada qualidade microbiológica da água de consumo das explorações.

Agradecimentos

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

Bibliografia

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

- Carvalho H.F., Recco-Pimentel S.M. 2007 Moléculas importantes para a compreensão da célula e do seu funcionamento. In: *A célula*. 2. ed. São Paulo: Manole. cap. 2, p. 7-28.
- Coelho A.C., Pinheiro V. 2014. *Características microbiológicas da água em cuniculturas do nordeste de Portugal*. Livro de actas do 39 Symposium da ASESCU, pp. 37-39.
- Decreto-Lei 306/2007. *Diário da República*, 1.ª série — N.º 164.
- Ferreira W.F.C, Sousa J.C.F., Lima N. 2010. "Microbiologia". Lidel-Edições técnicas Lda, 37 Lisboa, pp. 506-522.
- Mendes B., Oliveira J.F.S. 2004 *Qualidade da água para consumo humano*. 1.a ed. Lisboa: Lidel.
- Prüss-Üstün A., Bos R., Gore F., Bartram J. 2008. *Safer water, better health: costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health*. World Health Organization, Geneva.
- Rego D.P.A. 2012. *Monitorização da qualidade microbiológica das águas em explorações cunícolas e estudo sobre manipulação da flora entérica em coelhos*. Relatório Final de Estágio. Porto.
- Rosell-Pujol JM. 2000. *Enfermedades del conejo*. Tomo I. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, Espanha, pp. 41-263.
- Schiere J.B. 2004. *Backyard rabbit farming in the tropics*, 4ª Ed. Agromisa Foundation, Wageningen.

Efecto de la utilización de paja de judía de careta (*Vigna unguiculata*) en los rendimientos de conejos en cebo

Effect of the inclusion of cowpea straw in growing rabbits' diets

Andrade E.A.^{1,2}, Mourão J.L.^{1,3}, Ribeiro L.⁴, Ferreira L.M.M.^{1,3}, Rodrigues M.A.M.^{1,3}, Carvalho R.⁵, Pinheiro V.^{1,3*}

¹ Departamento de Zootecnia, Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, 5000–801 Vila Real, Portugal.

² Fundação CAPES, Ministério da Educação do Brasil, Brasília - DF 70040-020, Brasil.

³ CECAV, Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, 5000–801 Vila Real, Portugal.

⁴ Estirpe d' honra – Cunicultura industrial, Bragança, Portugal.

⁵ Nanta Portugal, 4634-909 Marco de Canaveses, Portugal.

*Dirección de contacto: vpinheir@utad.pt

Resumen

El objetivo de este estudio fue el de evaluar el efecto de la inclusión de la paja de judía de careta en la dieta de conejos en crecimiento. Un total de 180 animales fueron asignados aleatoriamente a tres tratamientos que incluyeron la dieta basal medicada con la inclusión de 0% (FF0), 2% (FF2) y 4% (FF4) de paja. Los rendimientos fueron evaluados entre los días 53 y 67 de edad. El peso final de los animales (67 días) y la tasa de conversión no fueron afectados por la incorporación de paja ($P > 0,05$). La ingestión de alimentos fue mayor en la dieta con mayor inclusión de paja (FF4) en comparación con los otros tratamientos ($P = 0,041$). El incremento de la paja en la dieta a 40 g/kg (FF4) no tuvo ningún efecto sobre la ganancia de peso de los animales, en comparación con el tratamiento de control, pero se han observado mayores ganancias ($P = 0,047$) en comparación con la dieta con 20 g/kg (FF2). El estudio ha demostrado que los niveles de incorporación de 2% y 4% de paja no afectaron sobremanera el crecimiento de los conejos. Los estudios futuros deben evaluar la posibilidad de incorporar niveles más altos de paja de judía de careta y hacer otras determinaciones.

Palabras clave: conejos, paja de judía de careta, crecimiento, rendimiento.

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of inclusion of cowpea straw in the diet of growing rabbits. A total of 180 animals were randomly assigned to three treatments. Treatments included the basal medicated diet with the inclusion of 0% (FF0), 2% (FF2) and 4% (FF4) of straw. Animal performance was evaluated during the 53rd and the 67th day of age. The final body weight (67 days), the conversion rate and feed digestibility were not affected by the incorporation of straw ($P > 0.05$). Food intake was higher in the diet with greater inclusion of cowpea straw (FF4) compared to other treatments ($P = 0.041$). The increase in cowpea straw in the diet to 40 g/kg (FF4) had no effect on weight gain of animals compared to control treatment. However, higher weight gains were observed ($P = 0.047$) when compared to the diet with 20 g/kg (FF2). This study demonstrated that incorporation of levels 2% and 4% of straw did not affect the growth performance of rabbits. Future studies should evaluate the possibility of incorporating higher levels of cowpea straw.

Keywords: rabbits, cowpea straw, growth performances.

Introdução

A volatilidade dos preços das matérias primas utilizadas para o fabrico de alimentos compostos para animais tem vindo a aumentar significativamente nesta última década, condicionando os custos de produção das explorações animais. Ao nível da indústria de produção de coelhos, este problema é ainda mais grave uma vez que os custos com a alimentação representam cerca de 70% dos custos totais de produção (Oliveira et al., 2008). Assim, estudos sobre a inclusão de novas matérias-primas nas dietas para coelhos, que permitam uma diminuição de custos e ao mesmo tempo assegurem a manutenção das performances de crescimento dos animais, têm vindo a adquirir maior importância na área de nutrição e alimentação animal.

Devido às suas características nutricionais, os subprodutos provenientes do cultivo de leguminosas para a obtenção de grão, nomeadamente os fenos, palhas e vagens são materiais que podem ser incorporados nos alimentos compostos para herbívoros. Com efeito, de acordo com a Feedipedia (enciclopédia de alimentos para animais) o elevado teor médio de proteína bruta (14%) e os valores de digestibilidade da matéria orgânica da ordem de 60%, parecem apontar nesse sentido. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi o de estudar o efeito da inclusão de palha de feijão-frade (*Vigna unguiculata*) em dietas para coelhos em crescimento, avaliando as performances de crescimento.

Material e métodos

Animais e dietas

O ensaio foi desenvolvido na unidade de investigação de coelhos do Departamento de Zootecnia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, no período compreendido entre Novembro e Dezembro de 2014. Os animais foram manuseados segundo os princípios de bem-estar animal, conforme legislação portuguesa (Portaria nº 1005/92, 214/08, 635/09). Foram utilizados 180 coelhos do tipo Neozelandês x Californiano, de ambos os sexos, alojados num pavilhão com controlo de temperatura (18-23°C) e de fotoperíodo (12 horas de luz; 08:00h às 20:00h). Durante todo o ensaio, os coelhos foram alimentados ad libitum e com acesso permanente à água de abeberamento. Os coelhos foram desmamados com 30 dias de idade e entre esta data e o início do ensaio (53 dias) foram alimentados com uma dieta comercial. O período de avaliação foi de duas semanas entre o 53º e o 67º dia de idade dos coelhos. As dietas foram formuladas para suprir as necessidades nutricionais de coelhos em crescimento conforme De Blas e Mateos (1998). A palha de feijão-frade foi incorporada nas concentrações de 0, 2 e 4% (dietas FF0, FF2 e FF4, respectivamente). A composição química da palha de feijão-frade e das dietas é apresentada nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Composição química¹ da palha de feijão-frade (*Vigna unguiculata*).

	Parâmetros ²				
	MS	MO	NDF	PB	GB
Palha de feijão-frade	917,1	907,0	615,2	139,0	6,7

¹ dados expressos em g/kg de MS, com excepção da fração MS que está expressa em g/kg

² MS, matéria seca; MO, matéria orgânica; NDF, fibra do detergente neutro; PB, proteína bruta; GB, gordura bruta.

Tabela 2. Composição química das dietas para coelhos em crescimento com inclusão de 0% (FF0), 2% (FF2) e 4% (FF4) de palha de feijão-frade (*Vigna unguiculata*).

Parâmetros ²	Tratamento ¹		
	FF0	FF2	FF4
Matéria Seca (%)	922,7	916,2	921,0
Matéria Orgânica	889,5	892,2	898,9
Proteína Bruta	166,1	165,2	162,6
Gordura Bruta	30,7	30,4	30,4
Fibra do detergente neutro	401,2	425,0	438,7
Fibra do detergente ácido	261,2	282,0	289,3

¹FF0, dieta basal; FF2, dieta com 20g/kg de palha de feijão-frade; FF4, dieta com 40g/kg de palha de feijão-frade; ² dados expressos em g/kg de MS, com excepção da fração MS que está expressa em g/kg.

Delineamento experimental

Neste ensaio os animais foram distribuídos de forma aleatória pelos três tratamentos e alojados em 36 jaulas individuais e 44 jaulas colectivas (três animais). Cada jaula individual estava equipada com um bebedouro e um comedouro enquanto as jaulas colectivas estavam equipadas com dois bebedouros e com dois comedouros de chapa galvanizada.

Determinações

Foram realizadas pesagens semanais dos animais e do alimento e calculado o ganho médio diário (GMD), a ingestão média diária de alimento (IMD) e a eficiência alimentar (EA), pelo quociente entre o GMD e IMD. Diariamente foi avaliado visualmente o estado geral dos animais e registada a mortalidade. A análise da composição química das dietas e das fezes foi efectuada de acordo com as metodologias propostas pela AOAC (1990) e Van Soest et al. (1991).

Tratamento estatístico

Foi realizada uma análise de variância (GLM) sendo o tratamento (nível de inclusão de palha de feijão-frade) o fator de variação. Na comparação múltipla de médias foi realizado o teste Tukey. O tratamento dos dados foi realizado utilizando o programa JMP 7. (SAS, 2007).

Resultados e discussão

O efeito das dietas sobre as performances de crescimento dos coelhos é apresentado na Tabela 3. Pode-se observar que a incorporação de palha de feijão-frade não influenciou o peso vivo final (67 dias) e o índice de conversão ($P>0,05$). O aumento da quantidade de palha de feijão-frade na dieta para 40g/kg (FF4) não teve qualquer efeito sobre os ganhos de peso dos animais comparativamente ao controlo (FF0), mas proporcionou ganhos de peso mais elevados ($P=0,047$) que a dieta com 20 g/kg (FF2). Os níveis de ingestão foram superiores para a dieta com maior nível de inclusão de palha de feijão-frade (FF4) comparativamente aos outros dois ($P=0,041$).

Tabela 3. Efeito do nível de inclusão de palha de feijão-frade na performance de coelhos entre os 53 e 67 dias de idade (n = 60 por tratamento).

	Tratamento ¹			EPM	Valor P
	FF0	FF2	FF4		
Peso vivo (g)					
53 dias	1861	1836	1838	24,5	0,449
67 dias	2526	2465	2530	27,0	0,170
Ganho de peso (g/dia)	45,3 ^{ab}	42,1 ^a	46,3 ^b	1,23	0,047
Ingestão de alimento (g/dia)	160,4 ^a	159,2 ^a	171,5 ^b	3,72	0,041
Índice de conversão	3,7	4,0	3,8	0,10	0,095

¹ FF0, dieta basal; FF2, dieta com 20g/kg de palha de feijão-frade; FF4, dieta com 40g/kg de palha de feijão-frade.

O aumento no teor em fibra das dietas com inclusão de palha de feijão-frade parece ter conduzido a uma resposta compensatória por parte dos animais, promovendo o aumento da quantidade de alimento ingerido. Na alimentação de coelhos este facto está bem documentado, sendo referido pela generalidade dos autores que a quantidades elevadas de fibra na dieta aumentam a taxa de passagem do alimento pelo trato digestivo (Gidenne, 1997; Garcia et al., 1999; Combes et al., 2013), evitando acumulação do digesta no ceco. Este efeito resulta no aumento na quantidade de alimento digerido com consequências positivas ao nível do crescimento dos animais (De Blas et al., 1999).

Embora seja reconhecido que o tipo/natureza da fibra da dieta influencia a intensidade da resposta animal (Garcia et al., 1999), o seu efeito sobre a performance e sobre o estado geral de saúde do tracto gastrointestinal é concensual (Combes et al., 2013).

Conclusão

Este estudo demonstrou que níveis de incorporação de palha de feijão-frade de 2 e 4% não afetaram as performance de crescimento dos animais. Os resultados obtidos sugerem ainda que níveis superiores de incorporação de palha de feijão-frade poderão ser avaliados, procurando analisar simultaneamente o impacto económico desta incorporação.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado pelo 7º Programa Quadro da União Europeia para a investigação, desenvolvimento tecnológico e demonstração através do projecto nº 613781 "Eurolegume – Enhancing of legumes growing in Europe through sustainable cropping for protein supply for food and feed"

Bibliografia

- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*, 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Combes S., Fortun-Lamothe L., Cauquil L., Gidenne T. 2013. Engineering the rabbit digestive ecosystem to improve digestive health and efficacy. *Animal*, 7:1429-1439.
- De Blas, J. C., Mateos G.G. 1998. Feed formulation. En: *The Nutrition of the Rabbit*. pp 241-253.
- De Blas, J.C., García J., Carabaño R. 1999. Role of fibre in rabbit diets. A review. *Annual Zootech*. Wallingford, U.K., pp. 3.13.
- García J., Carabaño R., de Blas C. 1999. Effect of fibre source on cell wall digestibility and rate of passage in rabbits. *Journal Animal Science*, 77:898-905.
- Gidenne T. 1997. Caeco-colic digestion in the growing rabbit: impact of nutritional factors and related disturbances. *Livestock Production Science*, 51:73-78.
- Oliveira A.F.G., Scapinello C., Maria B.G., Jobim C.C., Monteiro A.C., Furuta L., Ferreira W.M. 2008. Use of simplify diet with cassava by products for rabbits. En: *9th World Rabbit Congress*. Verona, Italia, pp. 10-13.
- SAS Institute. 2007. *JMP*. SAS Institute Inc., Cary NC, USA.
- Van Soest J.P., Robertson J.B., Lewis B.A. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Science*, 74:3583-3594.

Efecto del nivel de fibra soluble y de la relación omega-6/omega-3 sobre el consumo de agua en gazapos en cebo

Effect of level of soluble fibre and omega-6/omega-3 ratio on water intake in growing rabbits

Delgado R., Abad-Guamán R., Nicodemus N., Sastre J., Menoyo D., Carabaño R., García J.*

Departamento de Producción Agraria, ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid.

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

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto entre la fibra soluble y la relación n-6/n-3 sobre el consumo de agua en gazapos tras el destete. Se formularon cuatro piensos organizados factorialmente: dos niveles de fibra soluble (7,8 vs 14,4%) y dos ratios diferentes de n-6/n-3 (13,4 vs. 3,5). Los piensos se suministraron a gazapos desde el destete (26 d edad, 449±58 g, 10 gazapos/pienso) hasta los 62 d de edad. Un 42% de los animales mostraron síntomas de enteropatía independientemente del tipo de pienso y fueron controlados únicamente hasta los 39 d de edad. Entre los 26 y los 39 d de edad, el consumo de pienso tendió a reducirse ($P = 0,065$) y el de agua a aumentarse ($P = 0,055$) al aumentar la fibra soluble en los animales sanos, lo que implicó que el ratio consumo agua/consumo de pienso aumentó un 46% con el incremento de la fibra soluble. Estas diferencias no se observaron entre los 39 y 62 d de edad. Sin embargo, en los gazapos enfermos el nivel de fibra soluble no afectó al consumo de agua ni al de pienso. Al comparar entre animales sanos y enfermos (entre los 26 y los 39 d), no hubo diferencias en el consumo de agua, mientras que el consumo de alimento disminuyó un 35% en los gazapos enfermos (70 vs. 45 g/d. $P < 0,001$), lo que tendió a que estos animales tuvieran un mayor ratio consumo agua/consumo pienso (1,68 vs 2,41; $P = 0,087$). El ratio n-6/n-3 no influyó sobre ninguna de las variables.

Palabras clave: consumo agua, fibra soluble, n-6/n-3, conejo.

Abstract

The aim of this work was to study the effect of dietary soluble fiber and the n-6/n-3 ratio on growing rabbit water intake. To this end a factorial design was used with two soluble fibre levels (7.8 vs. 14.4%) and two n-6/n-3 ratios (13.4 vs. 3.5). Forty rabbits weaned at 26 d of age (weighing 449±58 g) were used (10/diet). Epizootic rabbit enteropathy affected to 42% of the rabbits, and sick rabbits were only controlled up to 39 d of age. From 26 to 39 d of age, the increase of soluble fiber tended to reduce feed intake and increase water intake ($P = 0.065$ and 0.055) in healthy rabbits, leading to a water/feed intake ratio a 46% higher with high soluble fiber content. No differences were observed between 30 and 62 d of age. However, in diseased rabbits there was no difference in water or feed intake. There were no differences between healthy and sick animals in water intake, while feed intake decreased by 35% in sick rabbits (70 vs. 45 g/d. $P < 0.001$) resulting in a trend to increase the water/feed intake ratio (1.68 vs 2.41; $P = 0.087$). The ratio n-6/n-3 had no effect on these traits.

Keywords: water intake, soluble fibre, n-6/n-3, rabbit.

Introducción

En la actualidad se recomienda la inclusión de un 12% de fibra soluble en las dietas de conejos post-destete debido a sus efectos positivos sobre la mucosa intestinal, la microbiota y por lo tanto en la reducción de la mortalidad debido a enteropatías (Trocino, 2013). Por otra parte, la relación de omega-6/omega-3 podría estar interaccionando con la fibra soluble en algunos de estos efectos. Para incrementar el nivel de fibra soluble en las dietas se utilizan materias primas con una alta capacidad de retención de agua (principalmente pulpa de remolacha) que afectan el peso del tracto digestivo (especialmente del ciego), por lo que se podría ver implicado el consumo de agua. Los gazapos beben de media durante las 6 y las 18 semanas de edad entre 153 y 320 g/d y la relación entre el consumo de agua y el de pienso varía entre 1,56 y 1,86 (Prud'hon et al., 1975a). El consumo de agua lo realizan en pequeñas cantidades (Prud'hon et al., 1972) principalmente

durante la noche (Denton et al., 1985), y varía en función del tratamiento administrado (Cizek, 1961), pero se produce en estrecha relación con el consumo de pienso (Wayner, 1974). Por este motivo la restricción de agua se utiliza en la restricción de alimento (Prun'hon et al., 1975b). Sin embargo, hay pocos estudios del efecto del pienso sobre el consumo de agua. Prebble y Meredith, (2013) observaron una correlación positiva entre el consumo de agua y el de heno de alfalfa, mientras que esta no se observó al suministrar alimentos más concentrados. Por ello, el objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del nivel de fibra soluble y de la relación de omega-6/omega-3 sobre el consumo de agua en gazapos en cebo.

Material y métodos

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

	Baja fibra soluble		Alta fibra soluble	
	Bajo n-3	Alto n-3	Bajo n-3	Alto n-3
Ingredientes, % fresco				
Trigo blando 10,7 % PB	22,7	22,7	21,7	21,7
Salvado y tercerillas	28,0	28,0	13,0	13,0
Paja tratada con sosa	10,0	10,0	5,0	5,0
Pulpa remolacha	0	0	18,0	18,0
Harina de girasol 29	9,97	9,97	12,97	12,97
Aceite de girasol alto oleico	0,85	0	0,85	0
Aceite de girasol	2,15	2,0	2,15	2,0
Aceite de linaza	0	1,0	0	1,0
Otros ¹	26,3	26,3	26,3	26,3
Composición química analizada, % MS				
Energía bruta, MJ/kg MS	18,4	18,2	18,3	18,1
Fibra dietética total (FDT)	38,6	38,7	46,0	44,8
Fibra neutro detergente (FND2)	30,9	30,7	30,8	31,2
Fibra soluble (FDT-FND)	7,7	8,0	15,2	13,6
Proteína Bruta	16,5	16,3	16,2	16,4
Extracto etéreo	5,38	4,91	4,87	5,00
Ácidos grasos, g/100 g ácidos grasos				
C16:0	11,0	11,6	10,7	11,4
C18:0	3,0	3,2	3,2	3,3
C18:1n9	30,3	20,1	31,4	20,1
C18:2n6	48,9	48,0	47,2	46,8
C18:3n3	2,9	12,4	2,7	13,3
n-6	49,0	48,2	47,4	47,1
n-3	3,4	13,0	3,8	14,0
Composición química estimada, % MS ³				
Almidón	22,2	22,2	17,8	17,8

¹ Otros en %: Alfalfa granulada 15,0; Hna Soja 44% 8,0; Carbonato cálcico 1,2; Cloruro sódico 0,3; Fosfato bicálcico 0,5; Met 0,08; Lys 0,44; Thr 0,31; Corrector vitamínico-mineral (L511. Trouw España) 0,5. Todos los piensos llevaron 66 ppm de Robenidina y 50 ppm de etoxiquin. ² Fibra neutro detergente obtenida con α -amilasa y expresada libre de cenizas y proteína.³ FEDNA (2013).

Se diseñaron 4 tratamientos con unos niveles de PB y de FND del 16,4 y 34,6% MS, respectivamente organizados factorialmente (2x2) con dos niveles de fibra soluble (FS) (7,8 vs. 14,4% MS) que se obtuvieron reemplazando paja y salvado por pulpa de remolacha y dos niveles de ácidos grasos n-3 (3,6 vs. 13,5 g/100 g ácidos grasos y un valor medio de ácidos grasos n-6 de 47,9 g/100 g ácidos grasos) obtenidos por la sustitución de aceite de girasol alto en oleico por aceite de linaza (Tabla 1). De este modo se obtuvieron 4 piensos, dos con baja FS y distintos niveles de n-3 y n-6, y otros dos piensos con mayor contenido de FS y distintos niveles de n-3 y n-6. Se utilizaron 48 gazapos (13 y 11/tratamiento para baja y alta fibra soluble, respectivamente) con un peso medio de $449 \pm 58,3$ g, destetados a los 26 días de edad y que fueron alojados individualmente. Estos animales provenían de hembras multiparas alimentadas con los mismos tratamientos descritos. En el periodo de cebo, la camada recibió el mismo pienso ofrecido a su madre. Los gazapos tuvieron acceso ad libitum al pienso y al agua. Durante el cebo, (desde los 26 hasta los 62 d) se midieron los consumos tanto de agua como de pienso y se calculó el ratio consumo de agua/consumo de pienso. Para medir el consumo de agua se utilizó un depósito individual para cada gazapo (de 2 L de capacidad conectado a un bebedero de tipo chupete) y este se determinó por la diferencia de peso entre el depósito lleno y el peso del día en que se realizaron los controles. Se tuvieron que retirar 3 animales de la prueba debido a que al jugar con los chupetes vaciaban diariamente el depósito. Los animales enfermos fueron controlados únicamente hasta los 39 d de edad. Para realizar el análisis estadístico, los animales se clasificaron en sanos o enfermos según si presentaban o no signos de enteropatía (morbilidad y mortalidad). Los datos se analizaron estadísticamente mediante un análisis de varianza y las comparaciones entre sanos y enfermos mediante un modelo mixto de medidas repetidas que incluyó como factores fijos el nivel de fibra soluble, el tipo de ácidos grasos y las interacciones entre estos factores, considerando al gazapo como un efecto aleatorio.

Resultados y discusión

Tabla 2. Efecto del nivel de fibra soluble y el tipo de ácidos grasos sobre el consumo de agua y pienso en animales sanos durante el periodo de cebo.

N	Pensos experimentales				rsd	P-valor		
	Baja fibra soluble		Alta fibra soluble			Fibra soluble	n-6/n-3	Fibra soluble x n-6/n-3
	Bajo n-3	Alto n-3	Bajo n-3	Alto n-3				
	4	6	5	6				
26 a 39 d								
Consumo agua, g/d	111	100	137	147	37,8	0,055	0,98	0,54
Consumo pienso, g/d	75,7	69,6	66,8	66,9	7,46	0,065	0,32	0,31
Ratio agua: pienso	1,46	1,47	2,04	2,23	0,57	0,023	0,72	0,75
39 a 62 d								
Consumo agua, g/d	216	196	228	199	47,0	0,68	0,20	0,82
Consumo pienso, g/d	143	147	143	141	12,3	0,56	0,84	0,54
Ratio agua: pienso	1,52	1,33	1,59	1,41	0,33	0,58	0,17	0,95
26 a 62 d								
Consumo agua, g/d	174	154	195	181	35,3	0,16	0,30	0,86
Consumo pienso, g/d	120	119	115	114	9,51	0,26	0,82	0,92
Ratio agua: pienso	1,35	1,29	1,68	1,58	0,23	0,012	0,46	0,83

rsd: desviación estándar relativa.

Un 31% de los animales que fueron alimentados con los piensos bajos en fibra soluble murieron antes de los 39 d de edad. Un 44% de los animales no mostraron síntomas de enteropatía epizootica, sin que el tipo de pienso influyese sobre este valor. Entre los 26 y los 39 días de edad, en los animales sanos (Tabla 2), el incremento de fibra soluble tendió a aumentar el consumo de agua ($P=0,055$) y a disminuir el consumo de pienso ($P=0,065$). Esto dio lugar a un ratio consumo agua/consumo de pienso un 46% mayor al aumentar la fibra soluble. En el segundo periodo (39-62 d) no hubo diferencias entre tratamientos. En el periodo global, el ratio consumo agua/consumo de pienso fue un 23% mayor en los animales que reci-

bieron los piensos con un mayor contenido en fibra soluble. En los animales enfermos (Tabla 3), entre los 26 y los 39 d los tratamientos no modificaron ni en el consumo de agua ni en el consumo de pienso. Cuando se compararon los consumos de agua y pienso entre los animales sanos y enfermos entre los 26 y los 39 d, sin tener en cuenta el tratamiento que recibieron, no hubo diferencia en el consumo de agua (118 vs 108 g/d; P= 0,61) mientras que el consumo de alimento disminuyó un 35% (P<0,001) en los animales enfermos, lo que supuso que tendiera a aumentar el ratio consumo de agua/consumo de pienso en los animales enfermos (1,68 vs 2,41; P= 0,087). Al igual que en este estudio, Pérez de Rozas et al. (2005) observaron que los animales enfermos redujeron su consumo de pienso en mayor proporción al consumo de agua, sin embargo, observaron que el consumo de agua se redujo a la mitad en los animales enfermos respecto a los sanos. Estos resultados deberían ser confirmados utilizando un mayor número de animales por tratamiento.

Tabla 3. Efecto del nivel de fibra soluble y el tipo de ácidos grasos sobre el consumo de agua y pienso en animales enfermos durante el periodo de cebo.

	Piensos experimentales				rsd	P-valor		
	Baja fibra soluble		Alta fibra soluble			Fibra soluble	n-6/n-3	Fibra soluble x n-6/n-3
	Bajo n-3	Alto n-3	Bajo n-3	Alto n-3				
N	3	4	4	4				
26 a 39 d								
Consumo agua, g/d	107	87,4	109,4	98,4	47,8	0,80	0,55	0,86
Consumo pienso, g/d	43,7	46,5	47,9	43,7	8,64	0,89	0,88	0,50
Ratio agua: pienso	2,69	1,84	2,16	1,71	0,83	0,52	0,22	0,70

rsd: desviación estándar relativa.

Bibliografía

- Cizek L.J. 1961. Relationship between food and water ingestion in the rabbit. *Am. J. Physiol.*, 201:557-566.
- Denton D.A., Nelson J.F., Tarjan E. 1985. Water and salt intake of wild rabbits (*Oryctolagus cuniculus* (L)) following dipso-genic stimuli. *J. Physiol.*, 362:285-301.
- Pérez de Rozas A.M., Carabaño R., García J., Rosell J., Díaz J.V., Barbé J., Pascual J.J., Badiola I. 2005. Etiopatogenia de la Enteropatía Epizoótica del conejo. XXX Symposium de Cunicultura. Valladolid, pp 167-174.
- Prebble J.L., Meredith A.L. 2013. Food and water intake and selective feeding in rabbits on four feeding regimes. *Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 98:991-1000.
- Prud'hon M., Carles Y., Goussopoulos J., Koehl P.F. 1972. Enregistrement graphique des consommations d'aliments solide et liquide du lapin domestique nourri ad libitum. *Ann. Zootech.*, 21:451-460.
- Prud'hon M., Cherubin M., Goussopoulos J., Carles Y. 1975a. Evolution au cours de la croissance des caractéristiques de la consommation d'aliments solides et liquides du lapin domestique nourri ad libitum. *Ann. Zootech.*, 24:289-298.
- Prud'hon M., Cherubin M., Carles Y., Goussopoulos J. 1975b. Effets de différents niveaux de restriction hydrique sur l'ingestion d'aliments solides par le lapin. *Ann. Zootech.*, 24:299-310.
- 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.
- Wayner M.J. 1974. Theoretical review specificity of behavioral regulation. *Physiol. Behav.*, 12:851-869.

Efecto de los β -glucanos de levaduras y oligoquitosanos sobre los rendimientos productivos en gazapos

Effect of β -glucans and chito-oligosaccharides on growth performance of growing rabbits

Guenaoui M.¹, Abad-Guamán R.¹, Ocasio-Vega C.¹, Acosta N.², Heras M.A.², Menoyo D.¹, Carabaño R.¹, García J.¹ *

¹ Departamento de Producción Agraria, ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid.

² Instituto de Estudios Biofuncionales (UCM).

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

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la suplementación con β -glucanos de levaduras y quitosanos sobre los rendimientos productivos de los gazapos. Se formuló un pienso control con un 18,1 % proteína, 33,1 % fibra neutro detergente y 13 % fibra soluble (sobre MS). Se obtuvieron otros cuatro piensos suplementando el pienso control con β -glucanos de levaduras (200 ó 400 ppm) o con oligoquitosanos (200 ó 400 ppm). Se utilizaron 42 animales por tratamiento destetados a los 28 d de edad (510 \pm 73,0 g) para estudiar los parámetros de crecimiento y 56 gazapos/tratamiento para evaluar la mortalidad. Los 5 piensos experimentales se suministraron desde el destete hasta los 38 d de edad, a partir de esta edad se les suministró a todos los animales el pienso control hasta el final del cebo (63 d de edad). Los animales no recibieron antibióticos ni en pienso ni en agua. La suplementación con β -glucanos y oligoquitosanos no modificó los rendimientos productivos durante ninguna de las fases del periodo de cebo (46,8 g/d, 113 g/d y 0,417 de media para la velocidad de crecimiento, ingestión y eficacia alimenticia durante todo el periodo de cebo). Sin embargo, se detectó un incremento de la mortalidad al suplementar con 200 ppm de β -glucanos en comparación con la dosis de 400 ppm (42,9 vs. 25 %, respectivamente. $P = 0,048$). En conclusión, en las condiciones de este experimento, la suplementación del pienso con estos dos aditivos no mejoró los rendimientos productivos, independientemente de la dosis respecto al pienso control alto en fibra soluble.

Palabras clave: β -glucanos, oligoquitosanos, crecimiento, conejo.

Abstract

The aim of this work was to study the effect of yeast β -glucans and chito-oligosaccharides supplementation on growth performance of growing rabbits. A control diet was formulated with 18.1 % protein, 33.1 % neutral detergent fibre and 13 % soluble fibre (on DM basis). Another four diets were obtained by supplementing control diet with β -glucans (200 or 400 ppm) and chito-oligosaccharides (200 or 400 ppm). Forty two rabbits per treatment weaned at 28 d of age (510 \pm 73.0 g) were used to record growth traits and 56/treatment to record mortality. Experimental diets were offered from weaning up to 38 d of age. At this moment all rabbits were fed the control diet up to 63 d of age. No antibiotic was used. Diet supplementation with β -glucans and chito-oligosaccharides did not affect growth traits along fattening period (46.8 g/d, 113 g/d, and 0,417 on average for growth rate, feed intake and feed efficiency during the whole fattening period). However, mortality increased in rabbits supplemented with 200 ppm β -glucans compared to the higher dose (42.9 vs. 25 %, respectively. $P = 0.048$). In conclusion, in our conditions the supplementation with β -glucans and chito-oligosaccharides, independently of the dose, did not improve the growth performance respect to a high soluble fibre based diet.

Keywords: β -glucans, chito-oligosaccharides, growth performance, rabbit.

Introducción

La suplementación con 100-200 ppm de β -glucanos de levaduras en el pienso de gazapos en crecimiento mejora la funcionalidad de la mucosa intestinal y modifica el perfil de la microbiota intestinal en gazapos (El Abed et al., 2015). Si bien estos resultados se obtuvieron en condiciones sanitarias muy buenas y convendría confirmar si funcionan de manera similar

cuando hay una incidencia de mortalidad relevante. Por su parte, la suplementación con 400-600 ppm de oligoquitosanos en el pienso de lechones también mejora la funcionalidad de la mucosa intestinal, modifica la flora e incrementa los rendimientos productivos (Yang et al., 2012). Sin embargo, no hay información previa en gazapos. Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación con β -glucanos y oligoquitosanos sobre los rendimientos productivos y la digestibilidad fecal.

Materiales y métodos

Se formuló un pienso control con un 18,1 % proteína, 33,1 % fibra neutro detergente y con un nivel de fibra soluble cercano a las recomendaciones de Trocino et al. (2013) (13 % fibra soluble, sobre MS). Se obtuvieron otros cuatro piensos suplementando el pienso control con β -glucanos de levaduras (200 ó 400 ppm) o con oligoquitosanos (200 ó 400 ppm de oligoquitosanos.), ambos provistos por el Instituto de Estudios Biofuncionales. La prueba se realizó en unas instalaciones afectadas periódicamente por la enteropatía epizoótica. Para la misma se utilizaron 42 animales por tratamiento (210 animales) en los que se controló el crecimiento, consumo y mortalidad, y otros 13 gazapos/tratamiento en los que sólo se controló la mortalidad. Los gazapos tuvieron un peso medio de $510 \pm 73,0$ g, fueron destetados a los 28 días de edad, bloqueados por camada, asignados aleatoriamente a los tratamientos y alojados individualmente. Estos gazapos provinieron de hembras multíparas alimentadas con un pienso comercial (Cunilactal, NANTA S.A. 18,0 % proteína bruta y 40,3 % fibra neutro detergente, ambos sobre % MS). Se registró de manera individual el consumo de pienso y el incremento de peso de los animales hasta los 38 d de edad, a partir de esta edad se les suministró a todos los animales el pienso control hasta el final del cebo (63 d de edad). Los animales no recibieron antibióticos ni en pienso ni en agua. Los datos fueron analizados mediante un modelo mixto que incluyó como efecto fijo el tipo de pienso y el peso inicial como covariable. El efecto de los aditivos se evaluó mediante contrastes no ortogonales. La mortalidad se analizó utilizando una regresión logística, considerando una distribución binomial.

Resultados y discusión

La suplementación con β -glucanos tendió a reducir la velocidad de crecimiento de los gazapos entre los 28 y los 38 d de edad ($P = 0,063$. Tabla 1), si bien no alteró ni el consumo ni la eficacia alimenticia en este periodo. Entre los 38 y los 63 d de edad los gazapos suplementados con β -glucanos en el periodo anterior tendieron a mostrar una mayor eficacia alimenticia ($P = 0,090$). En el periodo global de cebo no se observó ningún efecto de la suplementación con β -glucanos ni de la dosis utilizada de los mismos sobre la velocidad de crecimiento, consumo y eficacia alimenticia rendimientos productivos. Sin embargo, sí que se detectó un incremento de la mortalidad al suplementar con 200 ppm de β -glucanos en comparación con la dosis de 400 ppm (42,9 vs. 25 %, respectivamente. $P = 0,048$), sin disponer de una explicación clara para este incremento. La suplementación con oligoquitosanos, independientemente de su dosis, no modificó los rendimientos productivos y la mortalidad de los gazapos en comparación con el grupo control en ninguna de las fases del cebo. Los gazapos suplementados con oligoquitosanos no difirieron de aquéllos alimentados con β -glucanos en ninguno de los parámetros productivos. En definitiva, la suplementación del pienso con estos dos aditivos no mejora los rendimientos productivos cuando el estado sanitario no es adecuado.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto AGL2011-23885. Agradecemos a Enrique Blas la fabricación de los piensos experimentales.

Tabla 1. Efecto de la suplementación con β -glucanos y oligoquitosanos sobre los rendimientos productivos y la mortalidad en gazapos en crecimiento.

	Piensos experimentales ¹						P-valor					
	C	BG2	BG4	OT2	OT4	RSD ³	Cov ⁴	C	C	BG2	OT2	BG2+BG4
								vs. BG	vs. OT	vs. BG4	vs. OT4	vs. OT2+OT4
N ²	28	20	29	27	30							
28-38 d												
Peso inicial (28 d), g/d	497	533	517	513	499							
Consumo, g/d	74,0	78,2	73,4	79,0	76,6	16,7	<0,001	0,65	0,33	0,37	0,59	0,55
Ganancia de peso, g/d	52,0	48,5	47,8	50,3	47,9	9,62	<0,001	0,063	0,19	0,91	0,35	0,46
Eficacia alimenticia, g/g	0,703	0,626	0,682	0,650	0,666	0,20	0,42	0,31	0,34	0,34	0,77	0,92
Mortalidad ² , %	0,00	10,7	5,36	3,61	0,00	-	-	0,99	0,99	0,31	0,99	0,99
38-63 d												
PV38, g/d	1031	986	989	1014	990	96,2	<0,001	0,063	0,19	0,91	0,35	0,45
Consumo, g/d	128	124	129	131	127	25,7	0,009	0,78	0,90	0,52	0,55	0,63
Ganancia de peso, g/d	43,5	45,6	46,9	46,8	45,8	10,0	0,25	0,26	0,23	0,65	0,73	0,98
Eficacia alimenticia, g/g	0,345	0,363	0,366	0,358	0,364	0,049	<0,001	0,090	0,16	0,83	0,68	0,67
Mortalidad ² , %	23,2	32,1	19,6	23,2	21,4	-	-	0,76	0,89	0,13	0,82	0,59
28-63 d												
PV63, g/d	2119	2126	2163	2184	2136	254	<0,001	0,68	0,49	0,63	0,49	0,76
Consumo, g/d	113	111	113	116	111	20,0	<0,001	0,88	0,73	0,73	0,50	0,56
Ganancia de peso, g/d	46,0	46,1	47,2	47,8	46,4	7,27	0,37	0,68	0,49	0,63	0,49	0,76
Eficacia alimenticia, g/g	0,413	0,418	0,421	0,414	0,418	0,040	<0,001	0,49	0,77	0,80	0,70	0,72
Mortalidad ² , %	23,2	42,9	25,0	26,8	21,4	-	-	0,18	0,91	0,048	0,51	0,13

¹C: pienso control. BG2: pienso 200 ppm β -glucanos. BG4: pienso 400 ppm β -glucanos. OT2: pienso 200 ppm oligoquitosanos. OT4: pienso 400 ppm oligoquitosanos. ²N= número de animales que finalizaron el cebo de los 42 que lo iniciaron por tratamiento. Para la mortalidad N = 56. ³Desviación residual estándar. ⁴Peso inicial tras el destete (28 d).

Bibliografía

- El Abed N., Tazzoli M., Trocino A., Pérez de Rozas A., Combes S., Cauquil L., Acosta N., Heras M.A., Majolini D., Badiola I., Menoyo D, García J., Xiccato G., Carabaño R. 2015. Dietary supplementation with yeast cell wall β -glucans and mannan oligosaccharides in growing rabbits. *Anim. Feed Sci. Technol.* (enviado).
- 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.
- Yang C.M., Ferket P.R., Hong Q.H., Zhou J., Cao G.T., Zhou L., Chen G. 2012. Effect of chito-oligosaccharide on growth performance, intestinal barrier function, intestinal morphology and cecal microflora in weaned pigs. *J. Anim. Sci.*, 90:2671-2676.

Evolución de la presencia de heces en el nidal durante la lactación en conejas multíparas

Evolution of the presence of faeces in the nest during lactation in multiparous rabbit does

Nicodemus N., Abad-Guamán R., Delgado R., Ocasio-Vega C., Guenaoui M., Menoyo D., Carabaño R., García J.*

Departamento de Producción Agraria, ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid.

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

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar la evolución de la presencia de heces en el nidal durante los 17 primeros días de lactación. Para ello se utilizaron 40 hembras multíparas recién paridas. El segundo día de lactación se escogieron 20 conejas al azar y se les echó en el nidal 8 heces duras (recogidas el mismo día de 4 conejas también en segundo día de lactación). Los días 3, 6, 10, 13 y 17 post-parto se revisaron todos los nidales y se contaron el número de heces duras, que se devolvieron al nidal, y se anotó la presencia de heces duras mordidas y heces blandas. Los gazapos se destetaron a los 27 d de edad y se tomaron al azar 5 de cada camada con el fin de realizar el seguimiento de la mortalidad. Los animales no recibieron antibióticos. La adición de heces duras al nidal incrementó el número de heces presentes en el nidal (en 13,7 heces de media) durante todo el periodo experimental ($P = 0,002$). La cantidad de heces duras observada en los nidales aumentó linealmente hasta el día 10 post-parto, reduciéndose linealmente a partir de ese momento hasta el día 17 post-parto ($P < 0,001$). El día 10 post-parto comenzaron a observarse heces mordidas en los nidales, y la proporción de nidales con presencia de heces mordidas fue máxima el día 13 post-parto, momento a partir del cual se observó una disminución de las misma ($P < 0,001$). A lo largo del periodo experimental se observaron heces duras mordidas en el 95% de los nidales. La presencia de cecótrofos en los nidales fue más esporádica y sólo se observó en un 55% de los nidales, sin detectarse efecto ni del tratamiento ni del día post-parto. No se observó efecto de la cantidad de heces presente en el nidal sobre la mortalidad durante el cebo que fue de media de un 20%.

Palabras clave: heces, nidal, conejo.

Abstract

The aim of this work was to study the evolution of the presence of faeces in the nest during the 17 first days of lactation. To this end, 40 multiparous rabbit does just selected after kindling were used. The second day of lactation 20 does were selected at random and 8 hard faecal pellets were put in the nest. The nests were revised for counting the number of faecal pellets (and returned to the nest) and the presence of soft faeces and bitten faeces at days 3, 6, 10, 13 and 17 post-partum. Litters were weaned at 27 d of age and mortality during fattening was recorded in 5 rabbits/litter. Rabbits were not treated with antibiotics. The addition of hard faeces to the nest differenced both groups of nests in 13.7 faeces on average, and it was maintained during the whole experimental period ($P = 0.002$). The amount of hard faeces in the nest increased linearly from 3 to 10 d post-partum, and then it decreased up to 17 d post-partum ($P < 0.001$). Bitten hard faeces appeared in the nest at day 10 post-partum and the proportion of nests containing bitten faeces were maximal at 13 d post-partum ($P < 0.001$). From that moment onwards its proportion decreased. Along the experimental period bitten faeces appeared in 95% of the nests. On the opposite, the observation of soft faeces was rather occasional and they were found only in 55% of the nests, with no effect of treatment and day post-partum. No relationship was established between the amount/presence of hard faeces in the nest and mortality during fattening period that was on average 20%.

Keywords: faeces, nest, rabbit.

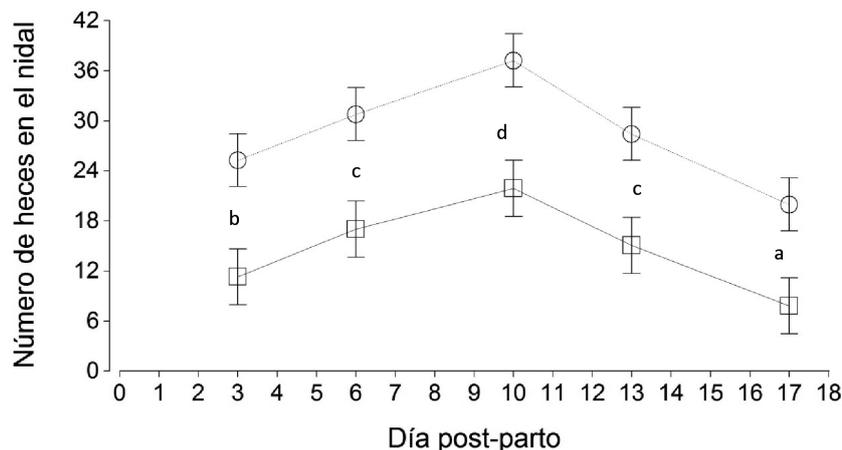
Introducción

La presencia de heces duras de la coneja reproductora en el nidal y su ingestión por parte de los gazapos es un hecho contrastado (Hudson et al., 1996). La colonización microbiana del tracto digestivo del gazapo lactante podría estar condicionada por la misma, si bien no parece tener un papel exclusivo (Kovacs et al., 2006; Delgado et al., 2015). La ingestión de las heces maternas por parte de la camada empieza en torno a la semana de vida, y el limitar a los gazapos el acceso a las mismas retrasa la colonización microbiana del ciego e incrementa la mortalidad durante la fase de cebo, mientras que su estímulo, acelera la colonización y mejora la salud durante el cebo (Combes et al., 2014). El objetivo de este trabajo fue evaluar cómo evoluciona la presencia de heces en el nidal hasta el día 17 de lactación.

Materiales y métodos

Se utilizaron 40 hembras multíparas recién paridas cuyas camadas se ajustaron a 10-11 gazapos ($10,3 \pm 1,4$ gazapos/camada y 605 ± 62 g/camada). El segundo día post-parto se escogieron 20 conejas al azar y en cada nidal se echaron 8 heces duras (recogidas el mismo día de 4 conejas también en el segundo día de lactación) con el fin de incrementar la variabilidad en el número de heces presente en el nidal. Los días 3, 6, 10, 13 y 17 post-parto se revisaron todos los nidales y se contaron el número de heces duras, que se devolvieron al nidal, y se anotó la presencia de heces duras mordidas y heces blandas. Todas las conejas fueron alimentadas con un pienso comercial (Cunilactal, NANTA S.A. 18,0% proteína bruta y 40,3% fibra neutro detergente, ambos sobre % MS) y no se les suministró antibiótico alguno. Los gazapos se destetaron a los 27 d de edad y se tomaron al azar 5 de cada camada con el fin de realizar el seguimiento de la mortalidad durante el cebo (tampoco se les suministraron antibióticos). La evolución de la presencia de heces se analizó mediante un modelo mixto de medidas repetidas. La proporción de nidales con presencia de heces mordidas y cecótrofos y la mortalidad se analizaron mediante una regresión logística considerando una distribución binomial utilizando un modelo lineal generalizado mixto.

Figura 1. Evolución del número de heces duras en el nidal hasta el día 17 post-parto ((círculo) Conejas con 8 heces duras añadidas post-parto al nidal. (cuadrado) Conejas a las que no se añadió heces duras al nidal). $P_{\text{Tratamiento}} = 0,002$. $P_{\text{Día}} < 0,001$. $P_{\text{Tratamiento} \times \text{Día}} = 0,86$. Las letras indican para el valor medio de cada día, diferencias entre los días. (n = 20 conejas/tratamiento).



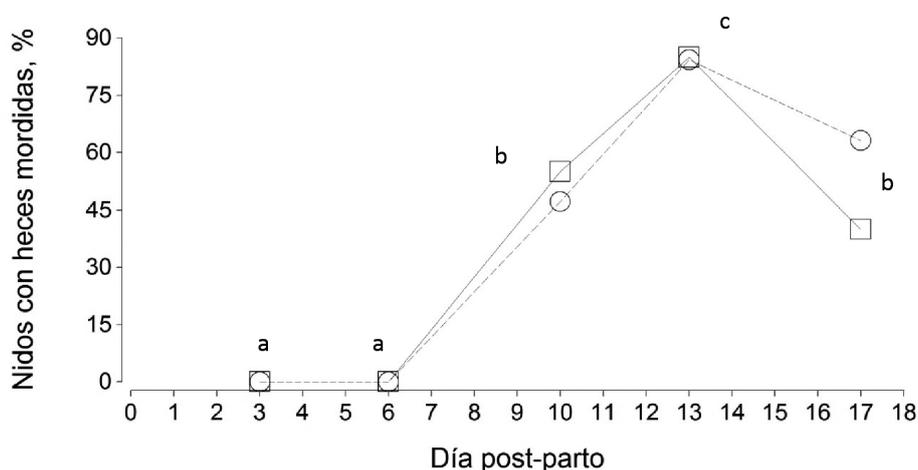
Resultados y discusión

La adición de heces duras al nidal incrementó el número de heces presentes en el nidal durante todo el periodo experimental (en 13,7 heces de media. $P = 0,002$. Figura 1). Esto supone que el grupo al que se le añadieron 8 heces en el nidal había partido con aproximadamente 5,7 heces más en los nidales de media. La cantidad de heces duras encontradas aumentó linealmente hasta el día 10 post-parto (se depositaron 1,7 heces/d y nidal entre el tercer y el sexto día post-parto y 1,4 heces/d y nidal entre el sexto y el décimo), reduciéndose linealmente hasta el día 17 post-parto ($P < 0,001$). Esta evolución es similar a la descrita por Combes et al. (2014). El día 10 post-parto comenzaron a detectarse heces mordidas en los nidales, y la proporción de nidales con presencia de heces mordidas fue máxima el día 13 post-parto, momento a partir del cual se

observó una disminución de las mismas. Estos resultados sugieren que la ingesta de heces duras por los gazapos comienza en torno al día 10 post-parto y que a partir de ese momento los gazapos ingieren más heces que las que va depositando la coneja. De hecho, Combes et al. (2014) describieron que la deposición de heces de la coneja fue máxima los 5 primeros días de lactación, y a partir de ese momento su número disminuyó hasta prácticamente desaparecer entre los días 12 y 15 de lactación. A lo largo del periodo experimental se observaron heces duras mordidas en el 95% de los nidales. La presencia de cecótrofos (o heces intermedias entre cecótrofos y heces duras) en los nidales fue más esporádica y sólo se observó en un 55% de los nidales, sin detectarse efecto ni del tratamiento ni del día post-parto.

No se observó efecto de la cantidad de heces presente en el nidal sobre la mortalidad durante el cebo que fue de media de un 20%.

Figura 2. Evolución de la proporción de nidales en los que se observó la presencia de heces duras mordidas hasta el día 17 post-parto ((círculo) Conejas con 8 heces duras añadidas post-parto al nidal. (cuadrado) Conejas a las que no se añadió heces duras al nidal). $P_{\text{Tratamiento}} = 0,67$. $P_{\text{Día}} < 0,001$. $P_{\text{Tratamiento} \times \text{Día}} = 0,73$. Las letras indican para el valor medio de cada día, diferencias entre los días. ($n = 20$ conejas/tratamiento).



Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto AGL2011-23885.

Bibliografía

- Combes S., Gidenne T., Cauquil L., Bouchez O., Fortun-Lamothe L. 2014. Coprophagous behaviour of rabbit pups affects implantation of cecal microbiota and health status. *J. Anim. Sci.*, 92:652-665.
- Delgado R., Badiola I., Abad-Guamán R., Nicodemus N., Villamide M.J., Pérez de Rozas A., Menoyo D., Carabaño R., García J. 2015. Efecto del nivel de fibra soluble y de la relación omega-6/omega-3 sobre la colonización microbiana en gazapos lactantes. 40 Symposium de Cunicultura. Santiago de Compostela.
- Hudson R., Schaal B., Bilko A., Altbäker V. 1996. Just three minutes a day: The behavior of young rabbits viewed in the context of limited maternal care. 6th World Rabbit Congress. Vol. 2:395-403. Toulouse.
- Kovacs M., Szendro Z., Milisits G., Bota B., Biro-Nemeth E., Radnai I., Posa P., Bonai A., Kovacs F., Horn. P. 2006. Effect of nursing methods and faeces consumption on the development of the bacteroides, lactobacillus and coliform flora in the caecum of the newborn rabbits. *Reprod. Nutr. Dev.*, 46:205-210.

PRODUCCIÓN Y PRODUCTOS

- **Índices de Sostenibilidad de las granjas de conejos, incluida la frecuencia de tratamientos con antibióticos (IFTA)**

Rafel O., Dalmau A., Piles M., Pascual M., Gómez EA., Ramon J.

- **Comparación de características de sacrificio en conejos cruzados procedentes de cuatro líneas maternas**

Mínguez C.

- **Elaboración de una salchicha a partir de carne de conejo**

Casillas-Peñuelas R., Pérez-Esteve E., Fuentes A., Grau-Melo R., Pascual J.J., Barat-Baviera J.

- **Utilización de imágenes vídeo y termográficas para estimar el peso vivo de conejos en cebo**

Silva, S.R., Mourão J.L., Guedes C., Monteiro D., Pinheiro V.

- **Caracteres de crecimiento y rendimiento a la canal en conejos procedentes de un cruce a tres vías**

Mínguez, C.

Índices de Sostenibilidad de las granjas de conejos, incluida la frecuencia de tratamientos con antibióticos (IFTA)

Sustainability Indexes of the rabbit farms, including the frequency of antibiotic treatments (IFTA)

Rafel O.^{1*}, Dalmau A.², Piles M.¹, Pascual M.³, Gómez EA.³, Ramon J.¹

¹ IRTA. Unidad de Cunicultura. Torre Marimón. 08140 Caldes de Montbui.

² IRTA. Subprograma de Bienestar Animal. Veïnats se Sies S/N. 17121 Monells.

³ CITA - Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Apartado 187. 12400 Segorbe (Castellón).

*Dirección contacto: oriol.rafel@irta.cat

Resumen

La SAT CC está desarrollando el proyecto que lleva por título "Sostenibilidad en granjas de conejos mediante la implementación y utilización de un herramienta de gestión basada en la plataforma bdcuni" con el objetivo de mejorar la cuenta de explotación de las granjas de conejos. Se define la sostenibilidad y los pilares sobre los que se sustenta así como los nuevos índices para medirla. Para el pilar económico, responsable de calcular la rentabilidad, se ha desarrollado un índice para cuantificar el grado de tecnificación. En el pilar social evalúa la calidad de la vida de los cunicultores, los nuevos índices aportarán información sobre la calidad y cantidad del trabajo. El pilar medioambiental se aborda desde dos ópticas: el bienestar animal y el uso racional de los medicamentos (desmedicación). Para medir el bienestar animal se emplearán parte de los índices productivos ya calculados (mortalidad hembras, mortalidad gazapos en lactación y cebo) y se desarrollarán otros nuevos sobre la presencia de reposapatatas o la densidad en cebo. La medicación racional (desmedicación) se medirá con el índice IFTA (índice de frecuencia de tratamiento con antibióticos).

Palabras clave: Sostenibilidad, índices, gestión técnico económica, desmedicación, IFTA, conejos.

Abstract

The SAT CC is developing the project entitled "Sustainability in rabbit farms by implementing and using a management tool based on the platform bdcuni " with the aim at improving the income of rabbit farms. In this work we present a definition of sustainability, the pillars on which it is based and new indexes involved in its measurement. The economic pillar of sustainability is related to profitability, being the level of technology one of the factors involved on it. An index to measure it is proposed. The social pillar is related to the farmers' life quality. Several new indexes provide feedback on the quality and quantity of their work. The environmental pillar is approached from two perspectives: animal welfare and the rational use of drugs (basically antibiotics). Animal welfare is measured from current production rates and also from new rates regarding the use of footrest or animal density in the cages. The rational use of drugs is measured with the IFTA index which indicates the frequency of treatments with antibiotics.

Keywords: Sustainability, indexes, technical and economic management, reduction in the use of antibiotics, IFTA, rabbits.

Introducción

Parte de los socios de la Federación de Cunicultores de Cataluña (FACC) agrupados en la SAT "Cunicultors de Catalunya" (SAT CC) decidió participar en el año 2014 en una convocatoria del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) (BOE 113/2014), donde se convocaban subvenciones para la realización de proyectos de investigación aplicada e innovación en sectores ganaderos, entre ellos el cunícola, con el proyecto titulado "Sostenibilidad de las granjas de conejos mediante la implementación y utilización de una herramienta de gestión basada en la plataforma bdcuni". Los objetivos a corto plazo pretenden mejorar la cuenta de resultados de las explotaciones y a largo plazo ayudar en la mejora de la sostenibilidad abordando el diseño y cálculo de índices capaces de un análisis global de las mismas. El IRTA junto con el IVIA y el CREDA constituyen el agente realizador del proyecto.

El objetivo del presente trabajo es mostrar la estrategia emprendida para ayudar en la mejora de la sostenibilidad de las explotaciones de conejos al abordar conjuntamente la mejora en la cuenta de la explotación con nuevos índices que abordan los tres pilares de la sostenibilidad.

El conejo se ha considerado tradicionalmente una especie de producción menor por el bajo porcentaje en toneladas que supone sobre el total de carne que se produce en la UE, y por estar su producción y consumo concentrados en determinados países, entre ellos España, que es el segundo productor europeo después de Italia, con datos de 2012 (FAOSTAT, 2015). No obstante, el conejo es la segunda especie, después de los pollos, en número de animales sacrificados por año en la UE (FAOSTAT, 2015). Esto hace que cada vez haya más actores europeos, o a nivel nacional que puedan ejercer presión en Bruselas.

No podemos olvidar el artículo sobre una organización proteccionista de los animales que ha tenido repercusiones en el Reino Unido, publicado en la revista Cunicultura (nº 288, septiembre 2014, página 48). En él se comenta que la denuncia realizada por la organización Igualdad Animal contra granjas españolas por maltrato animal ha provocado que restaurantes de prestigio del Reino Unido anunciaran que retiraban para siempre los platos de conejo de sus menús y que empresas de peletería dejaran de comprar pieles a mataderos españoles.

En este contexto de una mayor vigilancia de los sistemas de cría de los animales, en particular de los conejos, con mayores exigencias de los ciudadanos, sean o no consumidores de carne de conejo, es necesario avanzar a sus demandas con la creación, cálculo y difusión de nuevos índices de sostenibilidad de la producción cunícola. Estos índices han de ser objetivos, cuantitativos y creíbles para mostrar a la sociedad la realidad de la sostenibilidad de las granjas de conejos españolas a la vez que permitan asegurar al sector productor la sostenibilidad de su actividad productiva.

Sostenibilidad

El concepto de sostenibilidad aparece en el año 1987 en el dossier de la Comisión Mundial sobre el Medioambiente y el Desarrollo definido como “Desarrollo que responde a las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de generaciones futuras de satisfacer las suyas”, dossier ratificado el año 1992 en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible de Río de Janeiro (Agenda 21).

A partir de la Segunda Guerra Mundial la producción industrial se caracterizó por buscar el máximo rendimiento económico sin tener en cuenta ninguna de las repercusiones que dichos procesos ocasionaban, modelo opuesto al de crecimiento o producción sostenible. Dentro de estos procesos industriales, la agricultura ocupa un lugar destacado al haberse demostrado que muchas prácticas agrícolas actuales tienen consecuencias nefastas para el medioambiente (la degradación de los suelos, la contaminación de las aguas, y cambio climático; Steinfeld et al., 2006).

Figura 1. Los tres pilares de la cunicultura sostenible.



Una de las definiciones más aceptadas para la agricultura sostenible es la publicada por Bonny (1994): “Una agricultura ecológicamente sana, económicamente viable y socialmente justa y humana”. Esta definición tiene la ventaja de integrar las 3 dimensiones: económica, social y medioambiental, que constituyen los 3 pilares del desarrollo sostenible. La cunicultura sostenible será aquella que mantenga íntegros los sistemas de producción (suelo, agua, aire,...), asegurando la rentabilidad económica, las necesidades humanas del cunicultor y a su vez respondiendo a las sensibilidades de los ciudadanos y consumidores.

Materiales y métodos

En el presente texto se detallan algunas de las actividades del proyecto, en especial las relacionadas con la creación de nuevos índices de sostenibilidad que se integrarán dentro de las actividades de Gestión Técnica y Económica (GTE) en todas las explotaciones de la SAT CC hasta el cálculo del Margen Coste Alimentación (MCA). Por otro lado, en una muestra más reducida se incorporarán todos los datos económicos para poder calcular el coste de producción. La herramienta de trabajo seleccionada es el *bdcuni* (Gómez y Pascual, 2012) por su extensa capacidad de cálculo que se ampliará para incorporar nuevos índices de sostenibilidad.

De las múltiples opciones para el diseño de los nuevos índices se ha optado por desarrollar aquellos en los que la mayoría de cunicultores puedan ofrecer información real y de calidad, primando la simplicidad para el usuario y buscando un equilibrio entre la disponibilidad de la información y el conocimiento científico. Cada uno de los índices se ha diseñado para que alcance un nivel de calidad que asegure la facilidad de su puesta en práctica, que sea sensible a las variaciones, que permita discriminar entre los grupos, que sea repetible y totalmente adaptado a los objetivos (Gras et al., 1989). Se han diseñado nuevos índices que abordan los tres pilares de la sostenibilidad.

Índices del pilar Económico

El pilar económico tiene por objeto ayudar en la mejora de la rentabilidad económica de la actividad. Históricamente, los cunicultores que han realizado gestión técnica y económica conocen y utilizan un conjunto de índices que aportan información en estos campos. Por desgracia, son pocos los cunicultores que llegan a conocer el MCA y aún son menos los que alcanzan a calcular el coste de producción. Como el *bdcuni* ya contemplaba índices que analizaban los parámetros técnicos y económicos, se ha planteado un nuevo índice para completar este pilar cuyo objetivo es medir el grado de tecnificación de las explotaciones. Se basa en información sobre 7 elementos de la explotación: maquinaria, genética, alimentación, sanidad, manejo, tecnologías de la información y externalización de trabajos. En cada uno de ellos se definen diferentes indicadores capaces de evaluar la tecnificación más allá de los conceptos legales o de su mera práctica o implementación en la explotación. Un sistema de ponderación de cada uno de estos indicadores permite llegar a un valor numérico final denominado Índice de Tecnificación.

Índices del pilar Social

En una actividad ganadera como la cunicultura, donde la calidad y la cantidad de mano de obra son fundamentales para alcanzar resultados satisfactorios del primer pilar, es vital atender la calidad de vida de sus trabajadores, especialmente en un entorno como el actual, con márgenes económicos tan ajustados. En entornos complejos, la gran sacrificada es la calidad de vida del cunicultor y de su familia. El concepto de ética y desarrollo humano laboral es medible a partir de la formación recibida, la intensidad del trabajo, calidad de vida, aislamiento y atención a la seguridad e higiene en el trabajo entre otros.

Para este pilar se proponen dos nuevos índices que tienen por literal: Hembras/UTH (UTH o EH -Unidad de Trabajo Humano o Equivalente Hombre-, corresponde al trabajo desarrollado por una persona en un año) y Horas trabajadas por hembra. Con estos índices se dispondrá de un conocimiento sobre la calidad y cantidad de trabajo del cunicultor. Una de las opciones para mejorar el volumen de la facturación de las explotaciones es incrementar el número de conejas atendidas por UTH pero si no se acompaña de un aporte de nuevas tecnologías en manejo, mecanización e instalaciones puede no tener efecto positivo sobre la cuenta de resultados. Los dos índices propuestos pretenden estudiar como la evolución de número de hembras por UTH no afecta a la carga de trabajo ni a su calidad. Es de esperar que mientras se incrementa el número de hembras por UTH descienda las horas por hembra, en caso contrario se estará afectando la carga de trabajo, la jornada laboral y en general la calidad de vida del cunicultor.

Índices del pilar Medio Ambiental

El pilar medioambiental engloba un conjunto amplio de aspectos donde destacan el bienestar animal y el respeto al consumidor (Desmedicación) y al medio ambiente propiamente dicho.

Para medir el bienestar animal se emplearán algunos de los índices técnicos ya calculados de forma tradicional por los productores pero usados solo con una perspectiva de la producción. Se emplearán como predictores de las condiciones de bienestar índices como la mortalidad de las hembras reproductoras y las mortalidades de los gazapos en lactación y cebo. Se propone recoger información sobre la densidad de los gazapos en cebo (número de gazapos/m² jaulas de cebo), estimada a partir de la superficie total de jaulas de la explotación y de los gazapos de cada ciclo. Otro índice de bienestar indicará la cantidad de hembras o machos que disponen de reposapatillas en sus jaulas de reposición o maternidad (total hembras en maternidad con reposapatillas dividido entre total hembras maternidad y expresado en porcentaje).

La medicación no representa per se un limitante de la producción a corto plazo, pero lo será a buen seguro a medida que se incrementen las exigencias de los consumidores, tanto por su posible relación con la salud humana como por una acentuación de la protección del medioambiente. Optar por una política de uso racional de antibióticos pasa por la desmedicación que representa no solo un ejercicio de responsabilidad y anticipación a futuras exigencias del mercado, sino uno de los principales desafíos del sector (García, 2014) además de una reducción del coste de producción (Coutelet, 2013). Entre las alternativas para reducir el uso de antimicrobianos se han de destacar las acciones de bioseguridad e higiene (González, 2014).

El uso racional de los antibióticos comienza con el conocimiento de la realidad en cada explotación. Para ello es necesario cuantificar objetivamente la desmedicación en cada uno de los ciclos productivos. La Asociación Interprofesional Francesa para la Promoción de Productos del Sector Cunicola (CLIPP) diseñó, con la participación del INRA, un índice denominado Índice de Frecuencia de Tratamientos con Antibióticos (IFTA) (Fortun-Lamothe et al., 2011; Le Cren, 2013) para medir la desmedicación en el sector cunicola. Su definición es: Suma del número de moléculas (dosis equivalentes) recibidas por cada animal y por el número de días de un período considerado. Se entiende por dosis equivalente aquella que prescribe un facultativo a una dosificación en la que se espera una respuesta eficaz frente a un patógeno. Se expresa el Índice de Frecuencia de Tratamientos con Antibióticos (IFTA) como:

En el cálculo de este índice no se emplean ni los nombres de los productos ni su dosificación. Por ello el índice IFTA sólo indica la intensidad de la utilización de los antibióticos.

Como las prácticas referentes al uso de moléculas son diferentes para las madres y para el cebo, o en relación a las vías de administración, moléculas, duración de los tratamientos, etc., se han diseñado índices específicos para cada estado fisiológico.

El IFTAm (maternidad) calcula los tratamientos realizados en las hembras reproductoras, donde la toma de datos se inicia en un momento fisiológico fijo de la hembra: parto o destete por ejemplo, y finaliza en el mismo evento correspondiente al siguiente parto, teniendo una duración de acuerdo al ritmo reproductivo de cada explotación. Si, por ejemplo, se inicia en el parto 1, los datos se registrarán hasta el día anterior del parto 2. El productor debe registrar cuántas moléculas ha estado suministrando diariamente y durante cuántos días.

El IFTAe (engorde o vida de gazapo) calcula los tratamientos realizados en gazapos en cebo. En este caso el periodo de registro se iniciará a los 21 días de vida de los gazapos, al ser el momento en que empiezan a consumir pienso de forma generalizada, y terminará el día del sacrificio. Este índice puede estar subestimado al no registrarse nada desde el día del parto hasta el inicio de consumo de pienso; a pesar de haberse descrito en la literatura el paso de algunos antibióticos (prácticamente insignificante) desde la madre a los gazapos por la leche. Por el contrario, si el productor realiza algún tratamiento antes del día 21 por otra vía de administración que no sea el pienso o el agua debería registrarlo.

Para medir la desmedicación se empleará el índice IFTA en sus dos variantes indicadas, integradas en el bdcuni con la finalidad de poder estudiar la evolución de este índice conjuntamente con los resultados técnicos y económicos.

Para dinamizar, formar y ayudar a los productores en la realización de la GTE hasta MCA o Coste de producción se cuenta con un equipo técnico de veterinarios que ayudan los productores en la captación de datos y en las propuestas de acciones de mejora tras el estudio particularizado de los resultados de cada una de las explotaciones.

Estado actual de los trabajos

Hasta el presente se ha trabajado en el diseño de los nuevos índices y su incorporación en el bdcuni. En paralelo se están recogiendo los datos de los años 2014 y 2015 tanto de la GTE como de la medicación. Para consolidar el proyecto también se ha realizado formación a los formadores y a los productores.

Conclusiones

- La creación/generación de nuevos índices ha de ayudar en la mejora de la sostenibilidad de las granjas de conejos al abordar de forma conjunta los tres pilares: económico, social y medio ambiental.
- La incorporación de estos nuevos índices en el bdcuni permite poner a disposición de los productores una nueva versión mucho más potente y eficiente de esta herramienta.
- Los datos de GTE han de permitir al cunicultor disponer de conocimiento preciso de su actividad empresarial y proporcionarle herramientas capaces de mejorar su cuenta de explotación y su calidad de vida y la de su familia.
- La puesta en funcionamiento del índice IFTA permitirá evaluar de forma cuantitativa la evolución de la medicación en el sector.
- El sector dispondrá de información cuantificada sobre los sistemas productivos que inquietan a la sociedad tales como: el bienestar animal, calidad de producto, el uso de antibióticos o el medioambiente.

Agradecimientos

Este proyecto es posible gracias a la cofinanciación del MAGRAMA Código proyecto: nº de registro 20140020001809.

Bibliografía

- BOE 2014. BOE 113 de viernes 9 de mayo de 2014. Orden AAA/749/2014, de 30 de abril, por la que convocan, para el año 2014, las subvenciones destinadas a agrupaciones de productores para la realización de proyectos de investigación aplicada e innovación en determinados sectores ganaderos. Sec. III. pp. 35785-35786.
- Bonny S. 2004. Les Possibilités d'un modèle de développement durable en agriculture. Le cas de la France. Le Courrier de l'Environnement de l'INRA, 23: 5-15.
- Coutelet G. 2013. IFTAr et IFTAc des éleveurs de lapins. Programme REANCEB. Résultats 2012. 15èmes Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 novembre 2013. Le Mans, France. Aportación a la mesa redonda no recogida en las memorias.
- Cunicultura. 2014. Noticias: Las denuncias de Igualdad animal han tenido repercusiones en el Reino Unido. Cunicultura 288:48.
- FAOSTAT. 2015. <http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569#ancor>
- Fortun-Lamothe L. 2007. Quelle est la durabilité de la production cunicole? Atouts et limites de conditions d'élevage actuelles. 12èmes Journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre 2007. Le Mans, France, pp. 155-165.
- Fortun-Lamothe L.H., Courtadon A., Croisier T., Gidenne S., Combes S., Le Bouquin S., Chauvin C. 2011. L'index de fréquence des traitements par les antibiotiques (IFTA): un indicateur de durabilité des ateliers d'élevage. 14èmes Journées de la Recherche Cunicole, 22-23 novembre 2011. Le Mans, France, pp. 21-24.
- García, J. 2014 Entrevista-Actualidad JAVIER GARCÍA ALONSO. Presidente de ASESCU. Boletín de Cunicultura, 171:17.
- Gómez E.A., Pascual M. 2012. bdcuni: Una herramienta española para la gestión técnica y económica. Boletín de Cunicultura, 170:20-22.
- González F.J. 2014. Desmedicalización e higiene en cunicultura industrial. Boletín de Cunicultura, 171:20-26.
- Gras R., Benoit M., Deffontaines J.P., Duru M., Lafarge M., Langlet A., Osty P.L. 1989. INRA – Editions l'Harmattan. Chapitre 4: Les méthodes (87-106); 183 pp Collection Alternatives Rurales.
- Le Cren D. 2013. Démarche interprofessionnelle de médication raisonnée. 15èmes Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 novembre 2013. Le Mans, France. Aportación a la mesa redonda no recogida en las memorias.
- Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales M., De Haan C. 2006. Livestock's long shadow – environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 408 pp.

Comparación de características de sacrificio en conejos cruzados procedentes de cuatro líneas maternas

Slaughter traits comparison in crossbred rabbits resulting from four maternal lines

Minguez C.*

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Politécnica Salesiana, Calle Vieja 12-30 y Elia Luit, Cuenca, Ecuador.

**Dirección de contacto: cminguez@ups.edu.ec*

Resumen

En este estudio se evaluaron caracteres de matadero como peso vivo a los 63 días (PV, g), peso de la piel (PP, g), peso del paquete gastrointestinal (PG, g), peso de la canal caliente (CC, g) y rendimiento a la canal (RC, %) en conejos procedentes de hembras cruzadas a partir de cuatro líneas maternas (A, V, H y LP). Las hembras cruzadas se organizaron en siete grupos genéticos: seis cruces simples (AxV, AxH, AxLP, VxH, VxLP and HxLP) y la línea V, utilizada como población control. Los conejos se distribuyeron en dos granjas comerciales y el manejo en ambas granjas fue el mismo. El destete se realizó a los 28 días y colocados en jaulas colectivas de 8 animales hasta el día 63 en que fueron sacrificados. El efecto del grupo genético resultó no significativo. Estos resultados se consideraron positivos debido a que cualquier grupo de hembras puede ser utilizado en las granjas comerciales con idénticos resultados productivos.

Palabras clave: caracteres de matadero, grupos genéticos, líneas maternas.

Abstract

Slaughter traits as live weight (LW, g), commercial skin weight (CSkW, g), full gastrointestinal weight (FGTW, g), hot carcass weight (HCW, g) and dressing percentage (CDP, %) of 1360 crossbred rabbits resulting from four maternal lines (A, V, H and LP) were evaluated in the present study. The does were sorted in seven genetic groups: six simple crosses (AxV, AxH, AxLP, VxH, VxLP and HxLP) and females of the line V, used as a control population. The rabbits were raised in two commercial farms. The management in these two farms was the same. Weaning was at 28 days. Subsequently, the animals were housed in collective cages of 8 rabbits, until day 63 when they were slaughtered. The genetic group effect was not significant for the traits studied. The fact that there were no significant differences in live weight is considered a positive result because any of the crossbred females can be used in commercial farms with similar productive results.

Keywords: slaughter traits, genetic groups, maternal lines.

Introducción

El tipo de cruce más utilizado en la producción cunícola es el cruzamiento a tres vías, es decir, para obtener el gazapo de engorde se realizan dos cruzamientos con tres líneas especializadas. El primero de ellos es entre dos líneas maternas, para la producción de la hembra cruzada. En el segundo, estas hembras cruzadas se montan o inseminan con machos de una línea paterna para obtener el gazapo de engorde. El criterio de selección de las líneas maternas en conejo de carne es normalmente el tamaño de camada al nacimiento o al destete. Sin embargo, es importante tener en cuenta cómo se ven afectados los caracteres de matadero en los cruces de estas líneas, ya que aportan un 50% de sus genes a los conejos destinados a matadero.

Hoy en día a la mayoría de cunicultores se les paga por peso vivo al sacrificio, pero existe una tendencia a tener en cuenta el rendimiento para el pago de posibles incentivos. La selección por caracteres de crecimiento ha producido que el grado de madurez de las canales de conejos sea menor puesto que el periodo de engorde se ha visto reducido y el peso de la canal es fijado por el mercado (Pascual, 2007). Como consecuencia de este menor grado de madurez podría presentarse un menor rendimiento en las canales (Dalle-Zotte y Ouhayoun, 1998).

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar los caracteres de matadero (peso vivo a los 63 días, peso de la canal caliente, peso de la piel, peso de las vísceras y rendimiento) de conejos procedentes de un cruce a tres vías entre cuatro líneas maternas y una paternal, todas ellas de interés en la producción cunícola.

Material y métodos

En este estudio se han evaluado los caracteres de sacrificio (Peso Vivo a los 63 días, Peso de la Piel, Peso de las Vísceras, Peso de la Canal Caliente y Rendimiento a la Canal) de 1360 gazapos nacidos del cruce a tres vías entre hembras procedentes de los cruzamientos simples entre las cuatro líneas maternas de la Universidad Politécnica de Valencia (A, V, H y LP) y el macho terminal de la línea R (línea paternal de la UPV). Estas líneas fueron fundadas en la granja experimental de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV). Las líneas maternas son seleccionadas por número de destetados y actualmente se encuentran en las generaciones 44, 39, 23 y 9 respectivamente. La línea R, es seleccionada por ganancia media diaria post-destete y actualmente se encuentra en la generación 33.

Mediante la combinación de las cuatro líneas maternas, se obtuvieron seis cruces (AxLP, HxA, AxV, HxLP, LPxV y VxH). Los gazapos procedentes de estos seis grupos genéticos fueron engordados en dos granjas comerciales situadas una de ellas en Rioseco de Tapia (León) y la otra en Altura (Castellón). En la explotación de Rioseco de Tapia se distribuyeron los gazapos procedentes los grupos genéticos AxLP, HxA, AxV, HxLP, LPxV, VxH y en la granja de Altura los cruces recíprocos. En la exposición de resultados no se hizo distinción entre un cruce y su recíproco.

El manejo llevado en estas dos granjas fue el mismo. El destete se produjo a los 28 días de edad. Los gazapos se identificaron individualmente mediante tatuaje y fueron alojados en jaulas colectivas de 8 animales, alimentándose con un pienso comercial de cebo ad libitum, hasta el día 63 en que fueron sacrificados, después de un periodo de ayuno de 24 horas.

El transporte de los animales se llevó a cabo en un vehículo adaptado y autorizado. El sacrificio de los animales procedentes de Altura se realizó en un matadero comercial situado en Gaibiel (Castellón) y los gazapos procedentes de Rioseco de Tapia en el matadero experimental situado en las instalaciones de la UPV. En ninguno de los dos casos el periodo de transporte de los animales excedió de 12h. El sacrificio se realizó siguiendo las normas de bienestar animal, tras el correspondiente aturdimiento eléctrico (R.D. 54/1995, BOE nº 39 de 1995) y aleatorizando los grupos genéticos para evitar sesgos por tiempos de espera en matadero. En el momento del sacrificio se anotaron los valores del Peso Vivo, Peso de la Piel, Peso de las Vísceras y, tras un periodo de 30 min., el Peso de la Canal Caliente. También se obtuvo el rendimiento como porcentaje que representa el Peso de la Canal Caliente respecto al Peso Vivo del animal.

El número de animales distribuidos por grupo genético y granja fue de 120, pero debido a la diferente mortalidad de los cruces, el número de animales sacrificados fue de 201 para AxLP, 205 para HxA, 183 para AxV, 190 para HxLP, 199 para VxLP, 192 para HxV y 190 para VxV, distribuidos como indica la Tabla 1.

Tabla1. Distribución y número de gazapos sacrificados por grupo genético.

Cruce	AxLP	HxA	AxV	LPxV	HxLP	VxH	VxV	AxH	LPxA	LPxH	HxV	VxA	VxLP	VxV
Número	103	106	93	104	91	90	93	98	98	98	97	96	96	97
Granja	León	Cast												

León: Granja Rioseco de Tapia (León); Castellón: Granja Altura (Castellón).

La estimación de las diferencias entre los cruces y la línea V se realizó con el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = S_i + GG_j + G_k + e_{ijk}$$

donde: Y_{ijk} es un registro del carácter del animal, S_i es el efecto del sexo sobre el carácter medido, GG_j es el del grupo genético, G_k es el efecto de la granja y e_{ijk} es el error.

Para la estimación de componentes de varianza se utilizó el método REML (REMLF90; Misztal et al., 2002) y, posteriormente, se llevaron a cabo los análisis mediante mínimos cuadrados generalizados (BLUPF90; Misztal et al., 2002).

Resultados y discusión

En el conjunto del experimento, las medias sin corregir obtenidas para cada una de las medidas son: 2119 g. para el Peso Vivo, 231 g. para el Peso de la Piel, 403 g. para el Peso de las Vísceras, 1234 g. para el Peso de la Canal Caliente y 58 % para el Rendimiento. Los valores obtenidos para Peso Vivo y Rendimiento se encuentran dentro del rango de comercialización de la carne de conejo (MARM, 2009).

Los resultados obtenidos muestran diferencias importantes según la granja en que se engordaron los animales. Los animales alojados en la granja de León tienen unos valores más elevados en todos los caracteres debido a la localización, acondicionamiento y nivel técnico en ella, excepto para el Peso de las Vísceras debido a que la distancia entre granja y matadero fue mayor.

En cuanto al sexo, los análisis muestran diferencias significativas pero la magnitud de éste no es importante, ya que estas diferencias son importantes cuando los animales superan las 15 semanas de vida (Gómez y Blasco, 1992).

La tabla 2 muestra los resultados obtenidos para los contrastes entre los cruces de las distintas líneas maternas con el control (VxV).

Tabla 2. Valores del contraste entre los cruces simples de líneas maternas.

Contraste	PV (g)	PP (g)	PVisc (g)	PC (g)	Rendi (%)
(AxLP)-(VxV)	6,4±38,1	8,9±5,3	11,8±7,6	-14,3±24,5	-0,86±0,28*
(AxH)-(VxV)	1,3±38,0	2,0±5,3	6,4±7,6	-7,5±24,4	-0,45±0,28
(AxV)-(VxV)	-4,1±38,4	9,4±5,4	4,6±7,7	-12,8±24,7	-0,52±0,28
(HxLP)-(VxV)	-0,2±37,6	7,8±5,3	0,1±7,5	-1,1±24,2	-0,11±0,28
(VxLP)-(VxV)	5,5±37,8	8,3±5,3	3,1±7,5	-9,4±24,3	-0,63±0,28*
(HxV)-(VxV)	-15,4±38,6	3,0±5,4	-5,8±7,7	-9,5±24,8	-0,03±0,28

PV = Peso Vivo; PP = Peso Piel; PVisc = Peso Vísceras; PC = Peso Canal Caliente; Rendi = Rendimiento; *Significativamente diferente con $\alpha=0,05$.

Los contrastes realizados no muestran diferencias importantes en los caracteres estudiados, salvo en el rendimiento en contra del cruce AxLP que sí podría ser relevante. No obstante, se puede decir que la elección de uno u otro como cruce maternal en las granjas comerciales no supondrá cambios en la producción final en lo que respecta a los caracteres estudiados.

En un estudio previo, se estudiaron caracteres de crecimiento pero utilizando las líneas maternas como tales (Mínguez et al., 2012), obteniéndose como resultado que las líneas H y LP resultaron más pesadas que las líneas V y A. Entre la V y la A no se encontraron diferencias relevantes. Pese a estos resultados, estas diferencias no se detectaron en los gazapos procedentes de los cruces de estas líneas, debido a que el valor esperable de ellas es demasiado pequeño para resultar significativo con los errores típicos obtenidos en este experimento (Mínguez, 2014).

Como conclusión, podemos decir que no existen diferencias relevantes en los animales de matadero, independientemente del cruce maternal que se realice, en cuanto al carácter peso vivo que, hoy en día, es por el que los ganaderos son remunerados. El hecho de que no existan diferencias significativas en cuanto a Peso Vivo se considera un resultado positivo ya que todos ellos pueden considerarse adecuados para la producción comercial.

Cabe destacar que también se realizaron estos mismos análisis con un modelo similar pero teniendo en cuenta la covariable Nacidos Vivos, obteniéndose resultados similares.

Agradecimientos

A los cunicultores Manuel Sierra (Altura, Castellón), Manel Forné (Sant Carles de la Ràpita, Tarragona), José Manuel Arias (Rioseco de Tapia, León) y al propietario del "Matadero Capilla" Daniel Capilla (Gaibiel, Castellón) por cederme amablemente sus instalaciones y dar todo tipo de facilidades a la hora de realizar esta investigación.

Bibliografía

- BOE. núm. 39, de 15 de febrero de 1995. Real Decreto 54/1995, de 20 de enero, sobre protección de los animales en el momento de su sacrificio o matanza, pp. 5146-5153. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1995-3942
- Dalle-Zote A, Ouhayoun J. 1998. Effect of genetic origin, diet and weaning weight on carcass composition, muscle physico-chemical and histochemical traits in the rabbit. *Meat Science*, 50:471-478.
- Gómez E.A., Blasco A. 1992. Growth curves of lines selected on growth rate or a litter size. In: 5th World Rabbit Congress, Oregon State University, Corvallis, USA, pp. 872-878.
- MARM. 2009. Encuesta Nacional de Cunicultura. 2008. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/2008_Cunicultura_Memoria_tcm7-14332.pdf
- Minguez, C. 2014. Genetic analyses of growth, carcass and meat quality traits in maternal lines of rabbits and their diallel cross. Ph.D Thesis. Universidad Politécnica de Valencia.
- Minguez C., Sánchez J.P., Ragab M., El Nagar A.G., Baselga M. 2012. Growth traits in four maternal lines. 10th World Rabbit Congress, Sharm El-Sheikh-Egypt, pp. 55-59.
- Misztal I., Tsuruta S., Strabel T., Auvray B., Druet T., Lee D.H. 2002. BLUPF90 and related programs (BGF90). In: Proc 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, France. Comunicación nº 28-07.
- Pascual M.D. 2007. Effect of selection for growth rate on carcass composition and meat quality in rabbits. Ph.D. Thesis. Universidad Politécnica de Valencia.

Elaboración de una salchicha a partir de carne de conejo

Development of a sausage from rabbit meat

Casillas-Peñuelas R.1,2*, Pérez-Esteve E.1, Fuentes A.1, Grau-Melo R.1, Pascual J.J.3, Barat-Baviera J.1

¹Departamento de Tecnología de Alimentos, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia.

²Departamento de Tecnología de Alimentos, Universidad Autónoma de Aguascalientes, México, Av. Universidad s/n, C.P. 20230 Aguascalientes, Aguascalientes, México.

³Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia.

*Dirección de contacto: racasi@correo.uaa.mx

Resumen

La carne de conejo es una carne poco consumida pese a su excelente perfil nutricional. Entre las posibles estrategias para aumentar su consumo, sobre todo por la población infantil, está la elaboración de productos transformados tipo salchicha. El objetivo de este trabajo fue la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt partiendo de carne de conejo como materia prima, y la comparación de su perfil nutricional y parámetros físico-químicos con los de salchichas comerciales elaboradas a partir de cerdo, pavo y pollo. Los resultados mostraron que las salchichas de carne de conejo presentaron un perfil nutricional mejorado (bajo contenido en grasa y alto contenido en proteínas) y unos parámetros físico-químicos (pH, color y textura) muy similares a los de las salchichas de pavo y pollo. Estos resultados ponen en valor, el uso de carne de conejo en la elaboración de productos cárnicos transformados.

Palabras clave: carne de conejo, salchichas, valor nutricional, productos elaborados.

Abstract

Rabbit meat consumption is very low despite its excellent nutritional profile. One possible strategy to increase its consumption, especially on children, involves the production of processed products such as sausages. The aim of this work was the development of a Frankfurt type sausage using rabbit meat as raw material. Its nutritional profile and physicochemical parameters was compared with commercial sausages made from pork, turkey and chicken. The results showed that rabbit meat sausages presented an improved nutritional profile (low fat and high protein contents) and very similar physicochemical parameters (pH, color and texture) to those of turkey and chicken sausages. These results highlight the value of rabbit meat in the manufacture of processed meat products.

Keywords: rabbit meat, sausages, nutritional value, processed products.

Introducción

La carne de conejo es una carne blanca de buen sabor, fácil digestión, con niveles elevados en proteínas y bajos en colesterol, sodio y lípidos (con mayor proporción de ácidos grasos insaturados), además de no contener ácido úrico, siendo una carne baja en purinas (Hernández, 2007). Tiene un valor energético similar al de las carnes rojas y existen estudios que la describen como una carne con alto valor proteico y fuente de aminoácidos esenciales.

El principal problema del consumo de la carne de conejo en España radica en tres factores: i. Aunque tenga todas estas cualidades beneficiosas, todavía no está catalogada como carne de interés para la nutrición humana en muchos países; ii. Tampoco está considerada como materia prima de interés para la producción de productos transformados; iii. Existen pocos productos transformados, elaborados a base de carne de conejo, siendo estos la base de la alimentación de la población que vive en zonas urbanas, caracterizada por un elevado consumo de alimentos fuera de casa y donde no se pierde mucho tiempo en la preparación de los alimentos (Cavani y Petracci, 2013). Sin embargo, en la actualidad la carne de conejo se vende principalmente como canal completa o como mucho en formato despiece, alejándose de dichos estándares urbanitas. Uno de los alimentos procesados con mayor aceptación por la población infantil son las salchichas tipo Frankfurt (National Pork Board, 2010). En España se consume un volumen de alrededor de 60 millones de kilos anuales de salchichas, unos 1.3 kilos

anuales per cápita. Tradicionalmente, la carne empleada para la elaboración de salchichas es carne porcina, aunque en la última década ha aumentado el consumo de salchichas procedentes de otras especies, especialmente pollo y pavo.

El objetivo principal de este trabajo fue desarrollar una salchicha tipo Frankfurt, elaborada exclusivamente a partir de carne de conejo, evaluar su perfil nutricional y sus características fisicoquímicas, y compararlo con diferentes salchichas comerciales elaboradas a partir de otras carnes.

Material y métodos

Las salchichas comerciales fueron adquiridas en un supermercado local, correspondientes a salchichas de cerdo (CE), pavo (PA) y pollo (PO). La información nutricional proporcionada en la etiqueta, se utilizó para comparar su composición con la composición de la salchicha artesana de carne de conejo (CO) elaborada.

Las salchichas se elaboraron a partir de carne de conejos (CO) criados en el Instituto de Ciencia y Tecnología Animal de la Universitat Politècnica de València, siguiendo el protocolo normalizado para la fabricación de salchichas tipo Frankfurt. Tras su sacrificio, a 77 días de vida, las canales de conejo se limpiaron y deshuesaron. La carne deshuesada se envasó a vacío y se congeló a -20°C hasta su procesado. La fabricación de la salchicha se llevó a cabo con una cortadora de carne Eurofred Cup 8 Tr (Barcelona, España). Cada lote de fabricación consistió en 900 g de carne de conejo, 180 g de hielo y 60 g de formulación para salchicha cocida (Pilarica S.A, Paterna, España). Tras adicionar todos los ingredientes se mezclaron a 1500 rpm durante 6 min. Una vez obtenida la emulsión, esta se colocó en una embudidora mecánica de pistón y regulación variable Tipo EP/1-20 (Cassellvall, Barcelona, España), y se embutió en tripa artificial de celulosa calibre 22. Posteriormente, se llevó a cabo el tratamiento térmico mediante un baño Precistern S.386 (Selecta, Barcelona, España) con agua a 80°C durante 30 min, tiempo suficiente para que la temperatura interna alcance los 70°C . Tras el tratamiento térmico, se realizó un preenfriamiento con agua fría, con la finalidad de que la temperatura en el centro térmico alcanzara los $35\text{-}40^{\circ}\text{C}$. Por último, las muestras se envasaron a vacío en bolsas de polietileno, mediante una envasadora Tecnotrip (Terrasa S.A. Barcelona, España) y se almacenaron en un refrigerador a 4°C , hasta el momento del análisis.

Las determinaciones de humedad, proteína, grasa y ceniza se hicieron de acuerdo a los protocolos establecidos por la AOAC (1997). El contenido en carbohidratos se calculó por diferencia entre 100 y los valores de humedad, proteínas, ceniza y grasa. El valor energético se determinó de acuerdo a lo establecido en el Reglamento (UE) N° 1169/2011, aplicando al contenido de proteínas, hidratos de carbono, grasa y fibra un valor de conversión a de 4, 4, 9 y 2 kcal/g, respectivamente.

Las medidas de pH se realizaron usando un pH metro Crison Basic 20+ con electrodo de punción (Crison 5231), las de color por reflexión en la superficie, mediante un colorímetro Minolta modelo CM3600d (Minolta Co. Ltd, Tokio, Japón) y la caracterización textural mediante dos tipos de ensayos: Análisis de perfil de la textura (TPA) y corte. En ambos casos se utilizó una prensa universal TA-XT2® (Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, Reino Unido) equipada con una célula de carga de 250N. En el ensayo del TPA, la prensa se equipó con un émbolo P/75. El equipo se programó para que presionara las muestras de salchicha a una velocidad de 1 mm/s hasta que las piezas alcanzaran una deformación del 75 % de su altura. Se cortaron rodajas de salchicha de aproximadamente 2 cm de grosor, realizándose una doble compresión al 75 % de deformación (estrés normal) y a una velocidad del cabezal de 1 mm/s, con un tiempo de espera de 5 s entre las compresiones. Del análisis TPA se obtuvieron los parámetros dureza, elasticidad, cohesividad, masticabilidad y gomosidad. En la prueba de corte se estimaron la fuerza y el trabajo de corte utilizando una sonda Warner Bratzler.

Resultados y discusión

La Tabla 1 muestra el contenido en proteínas, grasa, hidratos de carbono y fibra, así como el valor energético de los diferentes tipos de salchicha analizadas. Las salchichas menos energéticas fueron las de conejo, siendo su valor energético casi la mitad que el de las salchichas de cerdo. Esta reducción del contenido energético se debe sobre todo al escaso porcentaje en grasa de la carne de conejo (8 %), lo que se traduce en un porcentaje en grasa del producto acabado del 3 %. Las salchichas más energéticas fueron las de cerdo, debido a su mayor contenido en grasa (26 %). El contenido en proteína de las salchichas comerciales se mantuvo entre 10-13 %, mientras que las salchichas de conejo elaboradas tienen un contenido proteico superior (18 %). Dos de las muestras presentaron contenido de carbohidratos (CE y PA), probablemente proveniente del uso de almidones durante el proceso para mejorar la textura y aumentar la capacidad de retención. Sólo la salchicha de cerdo presentó fibra dietética en su composición. Atendiendo al perfil nutricional, puede decirse que las salchichas de conejo elaboradas poseen un excelente perfil nutricional, al ser ricas en proteínas y bajas en grasa, lo que las convierte en un alimento de calidad para la alimentación de niños y ancianos donde el requerimiento en estos dos tipos de nutrientes es elevado (Izquierdo et al., 2007).

Tabla 1. Valor energético (kcal/100 g) y composición centesimal (%) de las salchichas.

Materia prima	Valor Energético	Proteínas	Grasas	Hidratos de Carbono	Fibra Alimentaria
CE	292	13	26	0.5	2.8
PA	265	11	24	1.8	0
PO	214	13	18	0	0
CO	154	18	3	0	0

CE: Cerdo; PA: Pavo; PO: Pollo; CO: Conejo.

Caracterización físico-química

La Tabla 2 muestra los valores de pH, características texturales y coordenadas de color CIELAB de las diferentes salchichas analizadas. Los valores de pH estuvieron comprendidos entre 6.13 y 6.52, siendo el valor de las salchichas de conejo significativamente inferior al resto, especialmente respecto a las de carne de cerdo y pavo.

Las salchichas de cerdo presentaron los valores más altos de dureza, elasticidad, cohesividad, gomosidad y masticabilidad. Las salchichas de conejo presentaron valores intermedios entre las salchichas de cerdo y las elaboradas a partir de pollo o pavo (aunque más cercanos a los valores de salchichas de ave), con la excepción de la elasticidad que fue significativamente menor en las salchichas de conejo. En los ensayos de corte, las salchichas de cerdo son las que presentaron mayores valores de fuerza y área, presentando las salchichas de conejo valores muy similares a los obtenidos para las salchichas de pollo y pavo para ambos parámetros.

Por último, la muestra que presentó una significativa mayor luminosidad fue la elaborada a partir de carne de conejo, seguida en orden decreciente por las elaboradas a partir de carne de pollo, pavo y cerdo. Las salchichas de conejo fueron las que presentaron los valores de a^* y b^* más bajos, seguidas por las muestras de pavo y pollo, siendo las de cerdo las que presentaron los valores más elevados.

Tabla 2. Características físicoquímicas (pH, textura y coordenadas de color CIE $L^*a^*b^*$) de las salchichas.

	Materia prima			
	CE	PA	PO	CO
pH	6.52±0.01 ^c	6.56±0.02 ^c	6.40±0.01 ^b	6.13±0.01 ^a
Dureza (N)	66±5 ^c	41±3 ^a	43±6 ^a	49±6 ^b
Elasticidad	0.94±0.04 ^b	0.90±0.02 ^a	0.96±0.03 ^b	0.89±0.04 ^a
Cohesividad	0.78±0.02 ^c	0.71±0.01 ^b	0.67±0.02 ^a	0.68±0.04 ^a
Gomosidad (N)	52±3 ^c	29±2 ^a	29±3 ^a	34±5 ^b
Masticabilidad (N)	49±4 ^c	26±2 ^a	28±3 ^{ab}	30±4 ^b
Fuerza (N)	221±21 ^b	222±14 ^b	159±11 ^a	140±8 ^a
Área (N s)	1319±135 ^d	1189±66 ^c	890±58 ^a	1078±67 ^b
Color: L^*	58.1±0.5 ^a	61.7±0.4 ^b	64.7±0.5 ^c	67.7±0.6 ^d
a^*	13.5±0.4 ^d	10.9±0.3 ^c	9.4±0.3 ^b	8.9±0.4 ^a
b^*	20.1±0.3 ^c	16.6±0.3 ^b	16.7±0.4 ^b	12.4±0.4 ^a

CE: Cerdo; PA: Pavo; PO: Pollo; CO: Conejo. Valores con diferentes letras son significativamente diferentes a una $P < 0.05$ (valor promedio \pm sd, $n=10$).

Conclusiones

La caracterización nutricional de la muestra permitió concluir que, el uso de carne de conejo como materia prima para la elaboración de salchichas mejora de manera sustancial el perfil nutricional de este tipo de productos, reduciendo a la mitad el contenido calórico respecto a salchichas de cerdo e incrementado el porcentaje de proteínas. La caracterización físico-química permitió establecer que, para la mayoría de atributos de pH, textura y color, las salchichas elaboradas a partir de carne de conejo presentan características diferenciadoras pero similares a las salchichas elaboradas a partir de carne de pollo y pavo. Estos resultados ponen en valor el uso de carne de conejo en la elaboración de productos cárnicos transformados.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Luis Ródenas y Eugenio Martínez del Instituto de Ciencia y Tecnología Animal de la Universidad Politécnica de Valencia por el suministro de la carne de conejo. También se agradece a los estudiantes que han participado en el estudio (Adrián Corrales y Mariagrazia Mariani).

Bibliografía

- AOAC. 1997. *Official methods of analysis (16th ed.)*. Washington: Association of Official Analytical Chemists.
- Cavani C., Petracci M. 2013. *Rabbit meat processing: Historical perspective to future directions*. *World Rabbit Sci.*, 21:217-226.
- Hernández P. 2007. *Carne de conejo, ideal para dietas bajas en ácido úrico*. *Revista Científica de Nutrición. Boletín de Cunicultura*, 154:33-36.
- Izquierdo P., García A., Allara M., Rojas E., Torres G., González P. 2007. *Análisis proximal, microbiológico y evaluación sensorial de salchichas elaboradas a base de cachama negra (Colossoma macropomum)*. *Revista Científica FCV-LUZ*, XVII(3):294-300.
- National Pork Board. 2010. *Quick facts: The pork industry at a glance*. IA: Des Moines.
- Reglamento (UE) nº 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor.

Utilização de imagens vídeo y termográficas para estimar el peso vivo de conejos en cebo

The use of video and thermal images to predict the live weight in rabbits

Silva, S.R.^{1,2}, Mourão J.L.^{1,2}, Guedes C.^{1,2}, Monteiro D.¹, Pinheiro V.^{1,2*}

¹ Departamento de Zootecnia, Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, 5000–801 Vila Real, Portugal

² CECAV, Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, 5000–801 Vila Real, Portugal.

*Dirección de contacto: vpinheir@utad.pt

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la utilización de imágenes video y/o termográficas para estimar el peso vivo de conejos en diferentes fases del cebo. Esta tecnología ha sido usada en vacuno y porcino y poco en otras especies, como los conejos. Se utilizaron un total de 72 conejos con $1,75 \pm 0,48$ kg para capturar imágenes con técnicas de termografía y vídeo y se procuró establecer la relación entre el peso vivo y medidas en las imágenes termográficas o de vídeo. Los resultados muestran una alta correlación entre las mediciones en las dos técnicas y el peso vivo (r entre 0,54 a 0,80, $P < 0,01$) y fue posible explicar el 64 % ($P < 0,01$) de la variación de peso vivo. Los parámetros evaluados no mostraron diferencias entre las dos técnicas.

Palabras clave: conejos, peso vivo, vídeo, termografía, imágenes.

Abstract

The aim of this study was to evaluate of using video images and/or thermal imaging to estimate the live weight of rabbits at different stages of growth. This technology has been used in beef and pork and less in other species, like rabbits. A total of 72 rabbits were used with 1.75 ± 0.48 kg to capture video images and thermography images and try to establish the relationship between live weight and measurements in the thermal and video images. The results show a high correlation between measurements in both techniques and body weight (r between 0.54 to 0.80, $P < 0.01$) and was able to explain 64 % ($P < 0.01$) of the live weight variation. The parameters evaluated showed no differences between the two techniques.

Keywords: rabbits, body live weight, video, thermography, images.

Introdução

A determinação do peso vivo é uma necessidade na produção animal. Esta característica é fundamental para a avaliação do crescimento dos animais e está diretamente relacionada com a sua resposta produtiva e reprodutiva. Todavia a sua determinação representa uma tarefa monótona, que necessita de mão de obra e é causadora de stresse nos animais. Ao longo dos anos têm sido desenvolvidas várias estratégias para ultrapassar estas limitações. Uma das mais promissoras é a que se baseia na análise de imagem com resultados positivos em diferentes espécies (Stajniko et al., 2008; Ozkaya, 2013; Menesatti et al., 2014). Todavia para coelhos há poucos resultados com a aplicação de análise de imagem (Negretti et al., 2007). Neste sentido é objetivo deste trabalho aplicar a análise de imagens obtidas pelas técnicas de vídeo e de termografia na estimativa do peso vivo de coelhos.

Materiais e métodos

Aspetos gerais e animais

O ensaio foi desenvolvido na unidade de investigação de cuicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, no período compreendido entre Fevereiro e Março de 2014. Os animais foram manuseados

segundo os princípios de bem-estar animal, conforme legislação portuguesa (Portaria nº 1005/92, 214/08, 635/09). Foram utilizados 18 coelhos NZ+CL que foram seguidos entre as 4 e as 7 semanas de idade, perfazendo um total de 72 amostras, com peso vivo entre 956 e 3039 g. A pesagem e a recolha de imagens foram realizadas com uma periodicidade semanal.

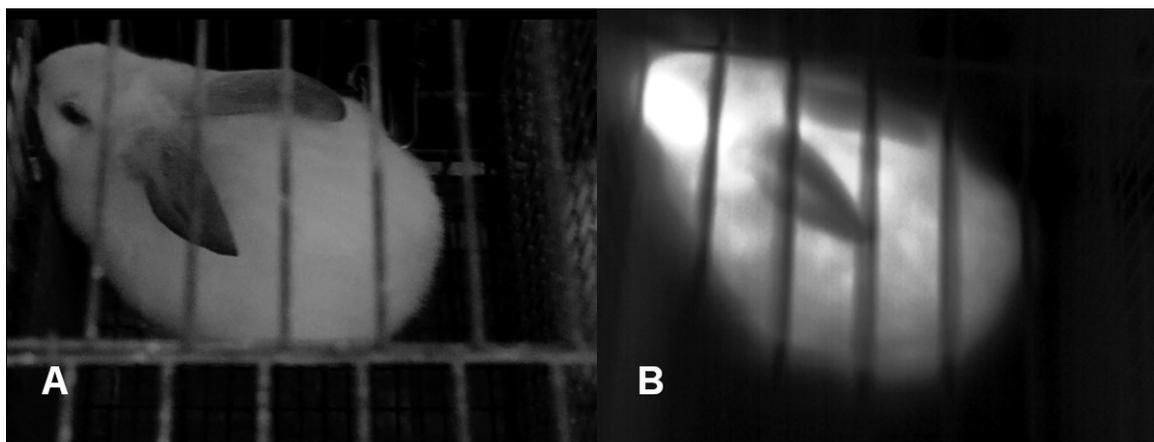
Pesagem e captura das imagens vídeo e termográficas

Todos os coelhos foram pesados de manhã entre a 8 e as 9 horas seguindo a mesma rotina. Para a pesagem foi utilizada numa balança digital (Precisa 32000D, $32000 \pm 0,01$ g). Após pesagem dos coelhos, foram capturadas as imagens vídeo e as imagens termográficas. Foi seguida sempre a mesma ordem de captura das imagens e sempre o mesmo procedimento para cada uma das técnicas de imagem. Para as imagens vídeo foi utilizada uma camara digital Nikon (Nikon D3100) para a imagens termográficas foi utilizada uma câmara FLIR (FLIR Systems, Portland, USA). Ambas as câmaras foram montadas num tripé para assegurar que a distância relativa aos coelhos era mantida constante.

Análise das imagens

Entre as imagens capturadas foram selecionadas as que apresentavam o coelho numa postura considerada como padrão (Figura 1). As imagens capturadas foram analisadas recorrendo ao programa de análise de imagem ImageJ (ImageJ 1.42q). Foram consideradas como medidas a área, o perímetro e os maior e menor eixos do coelho. Como escala foi utilizada a malha das jaulas e foi considerada uma escala de 25 cm.

Figura 1. Exemplos de imagens capturadas com vídeo (A) e com termografia (B) com o coelho na postura considerada padrão para a análise.



Tratamento estatístico

Foi realizada uma análise descritiva e uma análise de correlação entre o peso vivo e as medidas obtidas pelas técnicas de imagem em estudo. Foi também realizada uma análise de regressão entre o peso vivo (variável dependente) e as medidas obtidas pela análise das imagens (variáveis independentes). As equações de regressão foram avaliadas com base no coeficiente de determinação (R^2), e o desvio padrão residual (DPR). A comparação entre as medidas obtidas por termografia e vídeo foi realizada pelo teste de Fisher-PLSD (Fisher's Protected Least Significant Difference). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa JMP 7. (SAS, 2007).

Resultados e discussão

O peso vivo é a variável que mostra maior variação (CV = 28 %). As medidas de termografia apresentam menor variação que as obtidas por vídeo (CV entre 10 e 18% vs CV entre 14 e 27 %, respectivamente) (Tabela 1). No entanto, não há diferenças ($P > 0,05$) entre as medidas obtidas por ambas a técnicas.

Os resultados obtidos com as imagens termográficas e com as imagens vídeo foram semelhantes (Tabela 2). Esta observação suporta o facto de ambas as técnicas apresentarem valores semelhantes das diversas medidas. Os resultados encontrados são idênticos aos obtidos por Stajanko et al.(2008) com análise por termografia e por Ozkaya (2013) com análise vídeo.

Tabela 1. Média, desvio padrão (dp), mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) para o peso vivo e as medidas obtidas por imagens de vídeo e de termografia. É também apresentado o coeficiente de correlação (r) entre o peso vivo e as medidas obtidas por termografia e vídeo (n = 72)

	Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)	r
Peso vivo (g)	1748	483	956	3039	27,6	
Termografia						
Área (cm ²)	391	71,2	241	552	18,2	0,786
Perímetro (cm)	77,6	7,35	58,3	94,5	9,5	0,671
Eixo maior (cm)	28,9	2,81	23,3	35,5	9,7	0,544
Menor (cm)	17,4	1,87	14,6	21,8	10,7	0,653
Vídeo						
Área (cm ²)	381	102	225	594	26,8	0,798
Perímetro (cm)	75,5	10,6	55,2	94,2	14,0	0,799
Eixo maior (cm)	28,1	4,21	19,4	38,4	15,0	0,787
Menor (cm)	17,0	2,38	13,0	22,4	14,0	0,684

Todos os valores de r são significativamente (P < 0,01) diferentes de zero

Tabela 2. Equações de regressão múltipla entre o peso vivo e as medidas obtidas pelas técnicas de termografia e de vídeo (n = 72).

Técnica	Variável dependente	Variáveis independentes				
		Constante	Área	Perímetro	R2	DPR
Termografia	Peso vivo	843,4	8,13	-29,28	0,644	292,5
Vídeo	Peso vivo	-1002,0		36,44	0,639	292,4

DPR: Desvio padrão residual.

Os resultados encontrados mostram que as técnicas de imagem apresentam potencial para determinar o peso vivo dos coelhos. Novos trabalhos devem ser realizados de forma a aumentar a precisão e o rigor e de modo a tornar o processo de aquisição e de análise das imagens mais rápido para que possa ser aplicada como ferramenta prática para determinar o peso vivo.

Bibliografia

- Menesatti P., Costa C., Antonucci F., Steri R., Pallottino F. 2014. A low-cost stereovision system to estimate size and weight of live sheep. *Computers and Electronics in Agriculture*, 103:33-38.
- Negretti P., Bianconi G., Finzi A. 2007. Visual image analysis to estimate morphological and weight measurements in rabbits. *World Rabbit Science*, 15:37-41.
- Ozkaya S. 2013. The prediction of live weight from body measurements on female Holstein calves by digital image analysis. *Journal of Agricultural Science*, 151:570-576.
- SAS Institute. 2007. *JMP*. SAS Institute Inc., Cary NC, USA.
- Stajanko D., Brus M., Ho M. 2008. Estimation of bull live weight through thermographically measured body dimensions. *Computers and Electronics in Agriculture*, 61:233-240.

Caracteres de crecimiento y rendimiento a la canal en conejos procedentes de un cruce a tres vías¹

Growth traits and dressing percentage in rabbits coming from a three-way crossbreeding scheme

Mínguez, C.*

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Politécnica Salesiana, Calle Vieja 12-30 y Elia Luit, Cuenca, Ecuador.

**Dirección de contacto: cminguez@ups.edu.ec*

Resumen

En este estudio se evaluaron algunos caracteres de crecimiento como peso al destete (PD, g.), peso al sacrificio (PS, g.) e índice de conversión durante el periodo de cebo (IC) junto con el rendimiento a la canal (RC, %) en conejos cuyas madres procedían de un cruce entre las cuatro líneas maternas de la Universidad Politécnica de Valencia (U.P.V.). De este modo, se formaron seis cruces simples (AxV, AxH, AxLP, VxH, VxLP y HxLP) y se utilizó la línea V como población control. El manejo fue: destete a los 28 días y sacrificio a los 63 días. Para PD los grupos genéticos que incluyeron a la línea A se mostraron más pesados. Para el resto de caracteres, el efecto del grupo genético no resultó significativo. Estos resultados se consideraron positivos debido a que cualquier grupo de hembra puede ser utilizado en las granjas comerciales con idénticos resultados productivos.

Palabras clave: caracteres de crecimiento, grupos genéticos, líneas maternas.

Abstract

This study evaluated the weaning weight (WW, g.), slaughter weight (LW, g.), conversion ratio (FCR) and dressing percentage (CDP, %) of rabbits whose does came from the cross between the four maternal lines of the Polytechnic University of Valencia (U.P.V.). Thus, six simple crosses (AxV, AxH, AxLP, VxH, VxLP and HxLP) were formed and the V line was used as control population. The management was: weaning at 28 days and slaughtering at 63 days. For PD the genetic groups that included the A line were showed heaviest. The genetic group effect was not significant for the other traits. This result is considered a positive result because any of the crossbred females can be used in commercial farms with similar productive results.

Keywords: growth traits, genetic groups, maternal lines.

¹Esta comunicación se presentó en el 39 Symposium de Cunicultura de 2014 y se incluye en este libro de actas porque no pudo aparecer en el de la edición anterior.

Introducción

Los caracteres de crecimiento son caracteres importantes en la producción cunícola. El peso al destete y peso al sacrificio tienen importancia debido a su efecto sobre la mortalidad en los gazapos y sobre los ingresos para los cunicultores respectivamente. La alimentación post-destete implica alrededor de un 40% del total del coste de producción (Cartuche et al., 2013), además pese a que hoy en día a la mayoría de cunicultores se les paga por peso vivo al sacrificio, existe una tendencia a tener en cuenta el rendimiento para el pago de posibles incentivos. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar caracteres de crecimiento en conejos procedentes de un cruce a tres vías siendo el cruce F1 la combinación de todas las líneas maternas de la U.P.V. (A, V, H y LP), generándose 6 grupos genéticos distintos y utilizando la línea V como grupo control.

Material y métodos

Se utilizaron un total 1360 gazapos nacidos del cruce a tres vías entre hembras procedentes de los cruzamientos simples de cuatro líneas maternas (A, V, H y LP) y el macho terminal de la línea R. No se hizo distinción entre un cruce y su recíproco.

Estas líneas fueron fundadas en la granja experimental de la U.P.V. Las líneas maternas son seleccionadas por número de destetados y actualmente se encuentran en las generaciones 43, 38, 22 y 8 respectivamente. La línea R, es seleccionada por ganancia media diaria post-destete y actualmente se encuentra en la generación 32. Las madres estuvieron agrupadas en seis cruces (AxV, AxH, AxLP, VxH, VxLP y HxLP), y un grupo de hembras de la línea V como población control. Los gazapos fueron engordados en dos granjas comerciales, situadas una de ellas en Rioseco de Tapia (León) y la otra en Altura (Castellón). El manejo llevado en estas dos granjas fue el mismo. El destete se produjo a los 28 días de edad. Los gazapos se identificaron individualmente mediante tatuaje y fueron alojados en jaulas colectivas de 8 animales, alimentándose con un pienso comercial de cebo *ad libitum*, hasta el día 63 en que fueron sacrificados. Se tomaron datos de peso individual y consumo por jaula de forma semanal. En el momento del sacrificio del animal se obtuvo el rendimiento como porcentaje que representa el Peso de la Canal Caliente respecto al Peso Vivo del animal. El número de animales sacrificados por cruce fue de 201 para AxLP, 205 para HxA, 183 para AxV, 190 para HxLP, 199 para VxLP, 192 para HxV y 190 para VxV.

La estimación de las diferencias entre los cruces y la línea V se realizó con el siguiente modelo:

$$Y_{ijklm} = S_i + GG_j + G_k + \beta NV_l + Co_m + e_{ijklm}$$

donde: Y_{ijklm} es un registro del carácter del animal, S_i es el efecto del sexo, GG_j es el efecto del grupo genético, G_k es el efecto de la granja, NV_l es la covariable número de nacidos vivos de la camada en la que nació el animal, β es el coeficiente de regresión correspondiente, Co_m es el efecto aleatorio de la camada en la que nació el animal y e_{ijklm} es el error.

Para la estimación de componentes de varianza se utilizó el método REML (REMLF90; Misztal et al., 2002) y, posteriormente, se llevaron a cabo los análisis mediante mínimos cuadrados generalizados (BLUPF90; Misztal et al., 2002).

Resultados y discusión

En el conjunto del experimento, las medias sin corregir obtenidas para cada una de las medidas son: 615 g. para PD, 2215 g. para PS, 2.78 para IC y 58% para el RC. Los valores obtenidos para Peso Vivo y Rendimiento se encuentran dentro del rango de comercialización de la carne de conejo (MARM, 2009).

La tabla 1 muestra los valores medios estimados de los gazapos para los caracteres estudiados.

Tabla 1. Valores medios de los caracteres estudiados para los gazapos hijos de las hembras cruzadas.

Contraste	PD (g.)	PS (g.)	IC	RC (%)
AV	622	2204	2.79	57.96
AH	617	2180	2.78	58.06
AL	635	2230	2.77	57.68
VH	597	2200	2.76	58.57
VL	602	2196	2.77	57.88
HL	606	2230	2.77	58.39
dms	21	54	0.07	0.64

PD = Peso Destete a los 28 días; **PS** = Peso Sacrificio a los 63 días; **IC** = Índice de Conversión entre los 28 y los 63 días; **RC** = Rendimiento a la Canal entre los 28 y los 63 días; **dms** = Diferencia mínima significativa entre dos valores de una columna para que los verdaderos valores de los cruces se consideren diferentes.

En el peso a los 28 días hay diferencias significativas en los cruces, favorables a AL y AV, pero desfavorables para VH y VL. En el peso a los 63 días no hubo diferencias significativas, siendo 50 g el rango de variación de los pesos medios de los cruces. No obstante es remarcable la recuperación de los cruces con menor peso al destete, especialmente para HL. En el índice de conversión destaca aún más la uniformidad de los valores obtenidos para los distintos cruces, no existiendo diferencias significativas entre ellos. En el rendimiento a la canal hubo diferencias significativas en los cruces, siendo el VH el mejor, seguido del HL, siendo significativas sus diferencias frente al cruce AL. En el rendimiento a la canal hubo diferencias significativas en los cruces, siendo el VH el mejor, seguido del HL, siendo significativas sus diferencias frente al cruce AL. Cabe destacar

que también se realizaron estos mismos análisis con un modelo similar pero sin tener en cuenta la covariable Nacidos Vivos, obteniéndose resultados similares.

Como conclusión podemos decir que en los caracteres de crecimiento estudiados al igual que el RC se observaron alguna diferencia significativa entre los cruces, pero en general ha predominado la uniformidad de resultados entre ellos.

Agradecimientos

A Manuel Sierra (Altura, Castellón), Manel Forné (Sant Carles de la Ràpita, Tarragona) y José Manuel Arias (Rioseco de Tapia, León) por cederme amablemente sus instalaciones y dar todo tipo de facilidades a la hora de realizar esta investigación.

Bibliografía

Cartuche L., Pascual M., Gómez E.A., Blasco A. 2013. Estimación de pesos económicos en un sistema de producción de conejos de carne. In: Proc. 38 Symposium de Cunicultura, Zamora, Spain, pp. 8-11.

MARM. 2009. Encuesta Nacional de Cunicultura. 2008. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/2008_Cunicultura_Memoria_tcm7-14332.pdf

Misztal I., Tsuruta S., Strabel T., Auvray B., Druet T., Lee D.H. 2002. BLUPF90 and related programs (BGF90). In: Proc 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, France. Comunicación nº 28-07.

REPRODUCCIÓN

- Estudio de la influencia de la edad sobre los parámetros seminales de conejos de la estirpe Valenciana (Línea R)

Domingues V., Gómez-Couso H., Arias López J.M., de Santa Rita Vaz E.

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

Febrel N., Rodríguez M., Velasco B., López-Tello J., García-García R.M., Arias-Álvarez M., Lorenzo P.L., Rebollar P.G.

- Las dietas suplementadas con ácidos grasos poliinsaturados n-3 mejoran el desarrollo feto-placentario de las conejas

Rodríguez M., López-Tello J., Formoso-Rafferty N., García-García R.M., Arias-Álvarez M., Lorenzo P.L., Rebollar P.G.

- ¿Existen diferencias tempranas entre las conejas que alcanzan el quinto ciclo reproductivo y las que no?

Penadés M., Arnau-Bonachera A., García-Quirós A., Martínez-Paredes E., Ródenas L., Selva L., Viana D., Cervera C., Pascual J.J., Corpa J.M.

- Influencia de los extractos fitogénicos sobre el rendimiento reproductivo y los parámetros fisiológicos de las conejas

Abd-El-Hady A.M., El-ghalid O.A.H., Ragab M.

- La posición fetal intrauterina afecta al desarrollo de las estructuras feto-placentarias de la coneja

López-Tello J., Rodríguez M., Formoso-Rafferty N., Bermejo R., Arias-Álvarez M., García-García M., Lorenzo P.L., Rebollar P.G.

Estudio de la influencia de la edad sobre los parámetros seminales de conejos de la estirpe Valenciana (Línea R)

Study of the influence of age on seminal parameters in Valencian rabbit race (Line R)

Domingues V.¹, Gómez-Couso H.², Arias López J.M.^{1,3}, de Santa Rita Vaz E.⁴

¹Centro de Inseminación Artificial Zapiños, Franco, 11 A, Montouto, 15318 Abegondo, A Coruña, España

²Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Farmacia, Campus Vida, 15782 Santiago de Compostela, A Coruña, España

³Centro de Selección e Inseminación Artificial El Adil Redondo, Calle La Beltrana, nº 25, 24270 Carrizo de la Ribera, León, España

⁴UTC Ciências da Vida e dos Alimentos, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Qt. da Sr.ª de Mércules, 6001-909 Castelo Branco, Portugal

*Dirección de contacto: vania@eladilredondo.com

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la influencia que la edad del macho tiene sobre los parámetros seminales de aspecto, volumen, motilidad y concentración espermática de conejos reproductores de aptitud cárnica de la estirpe Valenciana (Línea R). De esta forma, en el periodo de tiempo comprendido entre el 2 de enero de 2007 y el 31 de octubre de 2013, se analizaron un total de 188.128 eyaculados de 1.972 machos de conejos de la línea R de la estirpe Valenciana con una edad comprendida entre los 4 y los 38 meses. Una vez realizada la extracción, los eyaculados se valoraron macroscópicamente, determinando su aspecto y, en el caso de eyaculados de aspecto normal, su volumen. A continuación, los eyaculados se diluyeron en una proporción 1:5 y se observaron microscópicamente bajo contraste de fases a 200x, cuantificando la concentración y la motilidad espermática, así como la presencia de aglutinaciones, formas anormales, espermatozoides muertos, agua y suciedad en el eyaculado. Se comprobó que el grupo de animales de 11-17 meses de edad presentó los mayores valores de volumen medio de eyaculado, concentración espermática y porcentaje de eyaculados con motilidad superior al 80 %, además de un menor porcentaje de eyaculados con espermatozoides muertos. Por el contrario, los peores resultados en cuanto a aspecto, motilidad, suciedad y aptitud final de los eyaculados se obtuvieron en el grupo de animales de 4-10 meses de edad.

Palabras clave: parámetros seminales, edad, estirpe Valenciana.

Abstract

The aim of the present study was to investigate the influence of age on seminal parameters of appearance, volume, motility and seminal concentration in rabbit bucks sperm with meat aptitude of Valencian strain (Line R). In the period from January 2, 2007 and October 31, 2013, a total of 188,128 ejaculates of 1,972 male rabbits with age between 4 and 38 months were analysed. After the extraction, the ejaculates were evaluated macroscopically, determining its appearance and, in the case of ejaculates of normal appearance, the volume. Then ejaculates were diluted in 1:5 ratio and were observed under phase contrast microscopy at 200x, quantifying the spermatoc concentration, motility and related parameters (agglutinations, abnormal forms, dead spermatozooids, water presence and dirtiness in ejaculates). It was proved that the group of animals of 11-17 months of age presented the highest values of average ejaculate volume, spermatoc concentration, percentage of ejaculates with spermatoc motility >80 %, and low percentage of ejaculates with dead spermatozooids. By the contrast, the worst results in appearance, spermatoc motility, dirtiness and final aptitude of the ejaculates were observed in animals of 4-10 months old.

Keywords: seminal parameters, age, Valencian rabbit strain.

Introducción

La producción espermática de los conejos está influenciada por diversos factores, entre los que se debe destacar la raza, la edad, la alimentación y las condiciones ambientales (luz y temperatura, principalmente) (Lebas, 2000).

Uno de los primeros aspectos a tener en cuenta en los animales que se emplean como reproductores es que el volumen, la motilidad y la concentración espermática, el pH del semen y la libido del animal varían con la edad (Luzi et al., 1996; Alvarriño, 2000; González Urdiales y Domingues, 2008). De igual modo, la edad del macho influye en la capacidad fecundante de éste, debido principalmente a una reducción en la producción de espermatozoides como consecuencia de la caída en la secreción de testosterona que se produce a partir de los 36 meses de edad (Ewing et al., 1972). Asimismo, se ha observado que la tasa de concepción y el tamaño de camada aumentan también con la edad. Sin embargo, la cubrición con machos viejos da lugar a una disminución de la fertilidad frente a machos de 2 años de edad (Rebollar, 1993). Normalmente, la primera vez que un macho presenta comportamiento de monta, alrededor de los 4 meses, no eyacula y, en caso de que lo haga, el semen no es apto para utilizarlo como componente de la mezcla heterospérmica con la que se realizarán las inseminaciones. Por lo general, aparecen porcentajes elevados de espermatozoides inmaduros y con anomalías morfológicas y baja movilidad (Lavara et al., 2003). Los saltos efectivos en razas de formato medio pueden iniciarse en torno a los 5-5,5 meses, mientras que en las de formato grande se van hasta los 7 meses de edad (González Urdiales y Domingues, 2008), obteniendo, por regla general, a partir del semen de animales con edades comprendidas entre los 5 y los 24 meses, los valores más altos de fertilidad y de prolificidad (Miros y Mikhono, 1982; Laguna y Usach, 2000).

El objetivo del actual trabajo de investigación fue estudiar la influencia que la edad del macho tiene sobre los parámetros seminales de aspecto, volumen, motilidad y concentración espermática de los eyaculados de conejos reproductores de aptitud cárnica de la estirpe Valenciana (Línea R).

Material y métodos

El estudio se realizó en el Centro de Inseminación Artificial (IA) Zapiños, localizado en el municipio de Abegondo (A Coruña, España), destinado a la producción de dosis seminales de la estirpe Valenciana. Para ello, consta de machos terminales de la Línea R, machos terminales de color y machos de las líneas maternas Hiperprolífica (HH) y Longevo-Productiva (LP). El citado Centro de IA tiene informatizadas las fichas individuales de vida sanitaria y reproductiva de cada uno de los machos. Así, todas las extracciones realizadas a un macho se guardan en su ficha, pudiéndose comprobar fácilmente su evolución y rendimiento. De esta forma, en el periodo comprendido entre el 2 de enero de 2007 y el 31 de octubre de 2013, se analizaron un total de 188.128 eyaculados procedentes de 1.972 machos de la línea R de la estirpe Valenciana con una edad comprendida entre los 4 y los 38 meses.

Para la obtención del semen, se utilizó el método más empleado actualmente, que consiste en el uso de una vagina artificial, que aporta una temperatura y presión adecuadas para favorecer la eyaculación del macho. Para el revestimiento de la vagina se utiliza un preservativo de látex (sin sustancias espermicidas). El espacio que queda entre el preservativo y la vagina se llena con agua destilada a 55°C. En el fondo de la vagina se introduce un tubo de cristal o plástico, donde se deposita el eyaculado (Domingues, 2012).

Inicialmente, se llevó a cabo una excitación de los machos y, a continuación, se obtuvo el semen con ayuda de un mániquí. Inmediatamente después, se observó la ausencia o presencia de gel, procediéndose a su retirada. Con el eyaculado obtenido se realizó una primera valoración macroscópica, observando el aspecto y midiendo el volumen de los eyaculados que presentaron un aspecto normal. Los eyaculados se diluyeron a la proporción 1:5 con el diluyente correspondiente y, a continuación, se realizó una segunda valoración, microscópica y subjetiva. Así, se colocó una gota de semen diluido entre portaobjetos y cubreobjetos y se observó al microscopio bajo contraste de fases a 200x. Se cuantificó la concentración espermática como apta (baja, normal, alta y muy alta) y no apta (muy baja o nula); la motilidad espermática, como apta (>60%) y no apta (<60%); y la presencia de aglutinaciones, espermatozoides muertos, formas anormales, agua y suciedad (Domingues, 2012).

El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete informático SPSS Statistics v.20 (IBM, Armonk, NY, Estados Unidos). Inicialmente, se llevó a cabo el Test de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov con el fin de estudiar la distribución de los datos. A continuación y dependiendo de las variables a estudiar, se aplicaron el Test de Chi-cuadrado corregido con el método de Bonferroni (aspecto; presencia de aglutinaciones, espermatozoides muertos, formas anormales, agua y suciedad; y aptitud) y la prueba ANOVA de 1 vía de Kruskal-Wallis (volumen, concentración y motilidad espermática). En caso de obtener un nivel de significancia de $P < 0,05$ en la prueba ANOVA de 1 vía de Kruskal-Wallis, se llevó a cabo la prueba U de Mann-Whitney para estudiar las diferencias entre parejas de grupos. Se consideró que existían diferencias estadísticamente significativas a valores de $P < 0,05$.

Resultados y discusión

Los animales se clasificaron en cuatro grupos en función de su edad al momento de la extracción: 4-10 meses; 11-17 meses; 18-24 meses y 25-38 meses. De esta forma, 66.285 muestras (35,2%) se englobaron dentro del grupo de extracciones obtenidas a partir de animales de 4-10 meses; 57.947 eyaculados (30,8%), de animales con edades comprendidas entre 11-17 meses; 38.737 extracciones (20,6%), de animales de 18-24 meses; y, 25.159 eyaculados (13,4%), de conejos con edad mayor a 24 meses (Tabla 1).

En el grupo de machos más jóvenes (4-10 meses), se obtuvieron eyaculados de baja calidad, en cuanto a eyaculados amarillos, con gel, orina, pasta, motilidad espermática, mayor contaminación (suciedad) y menor aptitud final, dato este también observado por García et al. (2004); también, se verificó un menor volumen medio en este grupo de edad, aunque, posiblemente por ese motivo, se obtuvo un mayor número de eyaculados con concentración apta (baja, normal, alta o muy alta); además, se observó, aunque no significativamente, un mayor porcentaje de eyaculados con presencia de agua, que se puede deber a que estos animales aún se encuentran en una fase de aprendizaje y adaptación al procedimiento de recogida de semen con vagina, rompiéndola.

El grupo etario de 11-17 meses presentó eyaculados con un mayor volumen medio; un mayor porcentaje de eyaculados con concentración apta, con una mayor motilidad y un menor porcentaje de espermatozoides muertos, lo que concuerda con otros autores que comprobaron que la edad óptima se encuentra en torno a los 10-18 meses (Luzi et al., 1996; Roca et al., 2005).

Tabla 1. Influencia de la edad sobre diversos parámetros seminales de conejos de la línea R de la estirpe Valenciana.

		Edad del animal (meses)				Total
		4-10	11-17	18-24	25-38	
Aspecto	Amarillo	2522 (3,8%) ^a	1917 (3,3%) ^b	928 (2,4%) ^c	616 (2,4%) ^c	5983 (3,2%)
	Gel	315 (0,5%) ^a	189 (0,3%) ^b	122 (0,3%) ^b	37 (0,1%) ^c	663 (0,4%)
	Muy poco	1795 (2,7%) ^a	1010 (1,7%) ^b	774 (2,0%) ^c	593 (2,4%) ^d	4172 (2,2%)
	No eyaculó	524 (0,8%) ^a	338 (0,6%) ^b	220 (0,6%) ^b	174 (0,7%) ^{a,b}	1256 (0,7%)
	Normal	58662 (88,5%) ^a	53090 (91,6%) ^b	35988 (92,9%) ^c	23251 (92,4%) ^c	170991 (90,9%)
	No saltó	424 (0,6%) ^a	222 (0,4%) ^b	168 (0,4%) ^b	126 (0,5%) ^{a,b}	940 (0,5%)
	Orina	530 (0,8%) ^a	239 (0,4%) ^b	109 (0,3%) ^c	58 (0,2%) ^c	936 (0,5%)
	Pasta	1303 (2,0%) ^a	763 (1,3%) ^b	302 (0,8%) ^c	196 (0,8%) ^c	2564 (1,4%)
	Perdido	84 (0,1%) ^a	69 (0,1%) ^a	52 (0,1%) ^a	19 (0,1%) ^a	224 (0,1%)
	Precipitado	72 (0,1%) ^a	70 (0,1%) ^a	56 (0,1%) ^a	71 (0,3%) ^b	269 (0,1%)
	Sangre	54 (0,1%) ^a	40 (0,1%) ^a	18 (0,0%) ^a	18 (0,1%) ^a	130 (0,1%)
	Total	66285 (100%)	57947 (100%)	38737 (100%)	25159 (100%)	188128 (100%)
	Volumen	Recuento (n)	58662	53090	35988	23251
Media (ml)		0,9537 ^a	1,0325 ^b	1,0184 ^c	1,0062 ^d	0,9989
Error típico de la media		0,0013	0,0015	0,0018	0,0022	0,0008
Concentración espermática	Nula o muy baja	1290 (2,2%) ^a	1229 (2,4%) ^{a,b}	904 (2,6%) ^b	574 (2,5%) ^b	3997 (2,4%)
	Baja, normal, alta o muy alta	56093 (97,8%) ^a	50689 (97,6%) ^{a,b}	34202 (97,4%) ^b	22102 (97,5%) ^b	163086 (97,6%)
	Total	57383 (100%)	51918 (100%)	35106 (100%)	22676 (100%)	167083 (100%)
Motilidad espermática	<60%	1388 (2,3%)	1208 (2,3%)	915 (2,6%)	596 (2,6%)	4041 (2,4%)
	60-70%	9683 (16,9%)	8045 (15,5%)	5713 (16,3%)	3568 (15,7%)	27009 (16,2%)
	80-90%	46403 (80,8%) ^a	42637 (82,2%) ^{b,c}	28476 (81,1%) ^{a,c}	18526 (81,6%) ^{b,c}	136042 (81,4%)
	Total	57408 (100%)	51890 (100%)	35104 (100%)	22690 (100%)	167092 (100%)
Aptitud	No apto	10200 (15,4%) ^a	7267 (12,5%) ^b	4546 (11,7%) ^c	3064 (12,2%) ^{b,c}	25077 (13,3%)
	Apto	56085 (84,6%) ^a	50680 (87,5%) ^b	34191 (88,3%) ^c	22095 (87,8%) ^{b,c}	163051 (86,7%)
	Total	66285 (100%)	57947 (100%)	38737 (100%)	25159 (100%)	188128 (100%)

Los resultados se expresan como número de eyaculados y porcentaje dentro de cada columna. Cada letra de subíndice indica un subconjunto de categorías que no difieren significativamente entre sí en un nivel de significancia de 0,05.

Por otro lado, los machos pertenecientes a los grupos con mayor edad (18-24 y 25-38 meses) presentaron significativamente un mayor porcentaje de eyaculados de aspecto normal, peor concentración y motilidad espermática, lo que está de acuerdo con el *International Rabbit Reproduction Group* (IRRG, 2005), que indica que la motilidad espermática se ve afectada por la edad de los animales, disminuyendo cuando los animales superan los 2 años.

En el grupo de animales con edades comprendidas entre los 25-38 meses, se observó significativamente un mayor porcentaje de eyaculados con presencia de precipitados. Sin embargo, en general, presentaron buenas características en cuanto a aptitud, probablemente por la selección, adaptación y eliminación pertinente a lo largo del tiempo de aquellos machos que producen eyaculados de peor calidad. Otro aspecto que puede influir en los resultados es la fuerte selección genética por la cual pasan las líneas paternas de conejos machos destinados a IA (Lavara, 2009).

Hay que comentar que se detectó un mayor volumen medio en machos de 11-17 meses, disminuyendo luego a medida que aumentaba la edad, coincidiendo con lo observado por García et al. (2004), quienes comprobaron que los 15 meses es la edad a la cual se obtiene el volumen máximo por eyaculado, disminuyendo progresivamente a partir de esa edad. Por lo contrario, el valor más bajo de volumen medio se observó en el grupo de animales más jóvenes (4-10 meses), probablemente por su incompleto desarrollo sexual e inmadurez seminal.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Dña. Ana Fernández Prado, por la colaboración prestada.

Bibliografía

- Alvariño J.M.R. 2000. Reproductive performance of male rabbits. En: 7th World Rabbit Congress. Valencia, España, A:13-35.
- Domingues V. 2012. Preparação de doses de sémen de coelho. En: IV Jornadas da ASPOC. Viseu, Portugal, pp. 46-54.
- Ewing L.L., Johnson B.H., Desjardins C., Clegg R.F. 1972. Effect of age upon the spermatogenic and steroidogenic elements of rabbit testes. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 149:907.
- García M.L., Andrés I., Caselles P., Lavara R. 2004. Estudio de la edad de los machos de conejo en la inseminación artificial. *Boletín de Cunicultura*, 132:17-25.
- González Urdiales R., Domingues V. 2008. Factores que influyen en la producción seminal. *Cunicultura*, 195:19-24.
- IRRG (International Rabbit Reproduction Group). 2005. Guidelines for the handling of rabbit bucks and semen. *World Rabbit Science*, 13:71-91.
- Laguna M., Usach M. 2000. Manejo de machos en inseminación artificial. Producción de semen y calidad. *Cunicultura*, 147:232-238.
- Lavara R. 2009. Estimación de los parámetros genéticos de producción y calidad seminal en una línea paterna de conejos. Tesis de Máster. Universidad Politécnica de Valencia.
- Lavara R., Mocé E., Vicente J. 2003. Buenas prácticas en inseminación artificial I. *Boletín de Cunicultura*, 128:14-23.
- Lebas F. 2000. Biología. En: Rosell J. (Ed.) *Enfermedades del Conejo*. Madrid, pp. 55-126.
- Luzi F., Maertens L., Mijten P., Pizzi F. 1996. Effect of feeding level and dietary protein content on libido and semen characteristics bucks. En: 6th World Rabbit Congress. Toulouse, Francia, 2:87-92.
- Miros V., Mikhono V. 1982. Semen quality of male rabbits in relation to age and season. *Animals Breeding*, 51:51-77.
- Rebollar P. 1993. Fisiología de la reproducción del conejo macho. En: Alvariño J. (Ed.). *Control de la Reproducción en el Conejo*. Mundi-Prensa, Madrid, pp. 21-32.
- Roca J., Martínez S., Orengo J., Parrilla I., Vázquez J.M., Martínez E.A. 2005. Influence of constant long days on ejaculate parameters rabbits reared under natural environment conditions of Mediterranean area. *Livestock Production Science*, 94:169-177.

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

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

Febrel N.¹, Rodríguez M.¹, Velasco B.¹, López-Tello J.², García-García R.M.³, Arias-Álvarez M.², Lorenzo P.L.³, Rebollar P.G.^{1*}

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

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

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

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

Resumen

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

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

Abstract

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

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

Introducción

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

Material y métodos

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

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

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

El día del destete (32 días post-parto) las conejas se inseminaron para valorar los resultados de fertilidad [(nº de partos/nº de conejas inseminadas) \times 100)] y prolificidad (nacidos vivos, muertos y destetados), así como el peso de los gazapos a 2º parto y 2º destete (32 días post-parto). En la segunda lactación las camadas de todas las conejas se ajustaron al parto a 8-10 gazapos.

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

Resultados y discusión

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

P_p: significación del efecto del pienso en la composición de la leche; *: P<0,05; ***: P<0,001.

Agradecimientos

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

Bibliografía

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

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

Las dietas suplementadas con ácidos grasos poliinsaturados n-3 mejoran el desarrollo feto-placentario de las conejas

Diets supplemented with polyunsaturated fatty acids n-3 improve fetal-placental development of rabbit does

Rodríguez M.¹, López-Tello J.², Formoso-Rafferty N.², García-García R.M.³, Arias-Álvarez M.², Lorenzo P.L.³, Rebollar P.G.^{1*}

¹Dept. Producción Agraria, E.T.S.I. Agrónomos, UPM, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, España

²Dept. Producción Animal, Fac. de Veterinaria, UCM, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, España

³Dept. Fisiología (Fisiología Animal), Fac. de Veterinaria, UCM, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, España

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

Resumen

Un total de 74 conejas nulíparas de 8 semanas de edad se distribuyeron al azar en dos grupos desde la recría hasta el primer parto. Se alimentaron con dos piensos isofibrosos, isoenergéticos e isoproteicos formulados con dos fuentes de grasa diferentes: manteca (grupo Control, n=34) y un suplemento a base de aceite de salmón rico en ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) n-3 (grupo AGPI, n=34) con un nivel de inclusión del 6% (30 g/kg). Durante la recría recibieron 130 g/día y 10 días antes de la inseminación se alimentaron ad libitum. Las tres primeras semanas de gestación, se restringieron de nuevo y consumieron pienso ad libitum la última semana de la misma. De cada grupo, 5 animales fueron eutanasiados el día 28 de gestación para determinar el desarrollo feto-placentario, y en el resto, la gestación se llevó a término para determinar los parámetros productivos de fertilidad y prolificidad. El consumo de las conejas suplementadas fue menor que el de las controles durante su disposición ad libitum. Aunque no hubo diferencias en el recuento de cuerpos lúteos ni de fetos el día 28 de gestación, el grosor de la placenta fetal (laberinto) y los fetos de las conejas suplementadas fueron significativamente mayores a los del grupo control. Hecho que se explicaría por la correlación positiva observada entre ambos parámetros y que no se observó con la parte maternal (decidua) de la placenta. La suplementación del pienso con AGPI n-3 también mejoró el número de nacidos vivos y muertos. En conclusión, la inclusión de AGPI n-3 aunque disminuye el consumo, mejora el desarrollo feto-placentario y los parámetros productivos de las conejas.

Palabras clave: AGPI, feto, placenta, prolificidad, coneja.

Abstract

A total of 74 nulliparous 8 weeks old were randomly distributed in two groups until the first parturition. They were fed with isofibrous, isoenergetic and isoproteic diets, each one supplemented with a different source of fat: lard for control diet (Control group; n=37) and a salmon oil supplement rich in polyunsaturated fatty acids n-3 (AGPI group; n=37) with an inclusion level of 6% (30 g/kg). During the rearing rabbits received 130 g per day, and 10 days before insemination they were fed ad libitum. Throughout the first three weeks of gestation, they were feed-restricted again, and ad libitum feed during the last week. From each group, 5 animals were euthanized on day 28 of gestation to determine the fetal-placental development. For the rest of does, pregnancy was finished in order to determine productive parameters of fertility and prolificacy. During ad libitum feeding period, feed intake of supplemented rabbits was lower than in control ones. Even though there were no significant differences in the number of corpora lutea and fetuses on day 28 of gestation, the thickness of fetal placenta (labyrinth) and fetuses of supplemented rabbits was significantly larger than the control group. This could be explained by the observed positive correlation between both parameters, which had not been observed with maternal part (decidua) from the placenta. Furthermore, dietary supplementation with n-3 PUFA also improved the number of born alive and stillborn rabbits. In conclusion, although the inclusion of n-3 PUFA decreases the feed intake, it has been proved to enhance fetal-placental development and productive parameters in rabbit does.

Keywords: PUFA, foetus, placenta, prolificacy, rabbit doe.

Introducción

En trabajos previos hemos demostrado que el suministro de niveles de inclusión bajos (7,5 g/kg), pero de manera prolongada de un suplemento rico en ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) n-3 en el pienso de las conejas reproductoras, tiende a incrementar las concentraciones de progesterona los días 5-7 de gestación, aumenta el tamaño de sus recién nacidos y disminuye la mortalidad a nacimiento (Rebollar et al., 2014). También hemos visto que el consumo de pienso disminuye al incrementar bruscamente los niveles de inclusión de 7,5 a 15 g/kg durante la primera lactación, aunque la fertilidad a segundo parto mejora (Rodríguez et al., 2014). El objetivo de este trabajo fue estudiar cómo afecta un incremento aún mayor en el nivel de suplementación al desarrollo feto-placentario y a los parámetros productivos, así como su repercusión en el consumo de las conejas.

Material y métodos

Un total de 74 conejas con 8 semanas de edad (Neozelandés blanco x Californiano), alojadas en la granja experimental de la E.T.S.I. Agrónomos de Madrid (20-25°C, 16HL:8HO) se distribuyeron al azar en dos grupos desde la recría hasta el primer parto. Se les suministraron dos piensos con igual composición en ingredientes y valor nutritivo (2400 kcal ED/kg, 35 % FND y 16 % PB) pero con diferentes fuentes de grasa. En el pienso AGPI (n=37) se incluyó un 6 % de un suplemento con un 50 % de extracto etéreo, concentrado en AGPI n-3 [13 % DHA (C22:6 n-3), 3 % DAPA (C22:5 n-3), 7 % EPA (C20:5 n-3), 7 % ODTA (C18:4 n-3) y 3 % Linolénico (C18:3 n-3)] (Optomega 50, Optivite, International Ltd., España), a partir de aceite refinado de salmón, y en el pienso C (n=37) se utilizó un 3 % de grasa mezcla de origen animal (sebo y manteca). Las conejas consumieron 130 g/día de pienso durante la recría y dispusieron de pienso ad libitum los diez días previos a la inseminación artificial (IA). A lo largo de las tres primeras semanas de gestación se restringió de nuevo a 130 g/día, y dispusieron de pienso ad libitum durante la última semana de la misma. Se controló el consumo de las conejas en los periodos en los que dispusieron de alimento ad libitum.

Todas las conejas se inseminaron artificialmente el mismo día con una mezcla heterospérmica de semen fresco y para inducirles la ovulación se les aplicó una inyección intramuscular con 20 µg de gonadorelina (Inducel-GnRH, Lab. Ovejero, España). La IA se realizó a los 4,5 meses de edad con un peso medio de 4062±30,5 g.

El día 28 de gestación (final día 31) se sacrificaron 10 conejas (5 de cada grupo) según RD 53/2013, con el fin de determinar el desarrollo feto-placentario. Se realizó un recuento de cuerpos lúteos y se extrajeron los fetos y las placentas. Tras separar la placenta materna (decidua) de la fetal (laberinto), se pesaron por separado y se midió la longitud, el ancho y el grosor de ambas placentas. En relación a los fetos, se midió la longitud (LON), el diámetro biparietal (DBP), el diámetro torácico (DT) y el diámetro occipito-nasal (DON). Se pesaron los fetos enteros, y después las cabezas y los troncos por separado.

La gestación de las conejas restantes (32 de cada grupo) se llevó a término con el fin de determinar la fertilidad [(número de partos/número de inseminaciones) x100] y la prolificidad (nacidos vivos, muertos y totales).

Para analizar estadísticamente los resultados se utilizó el software SAS (SAS Institute Inc., 2001). Se determinó la correlación (proc corr) de todas las variables placentarias (peso, longitud, anchura y grosor) con respecto a las fetales (LON, DBP, DTC y DON). Después, se analizaron todas las variables continuas (consumo, prolificidad, pesos y medidas de placentas y fetos) mediante un análisis de varianza de una vía (proc glm), considerando el tipo de pienso consumido (C y AGPI) como efecto principal. Para la fertilidad se utilizó una Chi-cuadrado (χ^2 , proc catmod).

Resultados y discusión

Las conejas alimentadas con pienso suplementado tendieron a comer 14,19±5,75 g/día (media±eem) menos que el grupo control durante los 10 días previos a la IA (P<0,085). Esta diferencia se vio incrementada en la última semana de gestación, en la que las conejas del grupo AGPI consumieron 178,0±7,19 g/día de pienso, frente a 199,4±7,31 g/día en el grupo control (P<0,041).

En las conejas sacrificadas el día 28 de gestación, no se encontraron diferencias en la tasa de ovulación (13,4±1,15 y 13,0±1,15 cuerpos lúteos; P>0,05) ni en el número total de fetos extraídos (11,0±1,06 y 12,6±1,06) en las conejas AGPI y controles, respectivamente.

La correlación de las variables placentarias con las dimensiones y pesos de los fetos resultó positiva y significativa ($P < 0,005$) para el peso y la longitud en el caso de la placenta materna, y para el peso, la longitud, la anchura y el grosor en el caso de la placenta fetal.

En la Tabla 1 se observan los resultados del efecto del pienso sobre las medidas y pesos fetales.

Tabla 1. Medidas y pesos de los fetos de conejas (n=5) en día 28 de gestación, alimentadas con un pienso control o enriquecido con ácidos grasos n-3 (AGPI).

	Pienso Control	RMS AGPI	P>f	
Nº de fetos	63	55		
Dimensiones (mm)				
LON	89,42	96,83	1,029	***
DBP	17,60	18,02	0,165	†
DT	17,70	18,51	0,245	*
DON	27,85	27,59	0,286	n.s.
Peso (g)				
Feto entero	35,87	37,40	0,906	n.s.
Cabeza	9,08	9,68	0,181	*
Cuerpo	26,11	27,11	0,706	n.s.

LON: longitud. DBP: diámetro biparietal. DT: diámetro torácico. DON: diámetro occipito-nasal. RSM: cuadrado medio del error. n.s.: no significativo, †: $p < 0,1$; *: $p < 0,05$; ***: $p < 0,001$.

Los fetos de las conejas alimentadas con AGPI presentaron medidas significativamente mayores de LON ($P < 0,001$) y DTC ($P < 0,05$) y tendieron a un DBP también más grande ($P < 0,079$) que explicaría, a su vez, un mayor peso de la cabeza ($P < 0,05$) con respecto al grupo control. En estudios llevados a cabo previamente (Arias-Álvarez et al., 2014) con niveles más bajos de AGPI n-3 (7,5 g/kg) no se observaron diferencias tan significativas en el desarrollo feto-placentario. Por tanto, se puede decir que aumentando los niveles de inclusión de este suplemento en el pienso y el periodo en el que lo consumen, sí se observan efectos positivos en el desarrollo fetal a 28 días de gestación.

En la Tabla 2 se muestran los resultados placentarios. El grosor de la placenta fetal y materna fue significativamente mayor en el grupo suplementado. La zona del laberinto (placenta fetal) es la que presenta una mayor vascularización, favoreciendo de este modo el intercambio de nutrientes entre la madre y el feto (Argente et al., 2003). Como se ha mencionado previamente en las correlaciones de las variables, el grosor de la placenta fetal está altamente relacionado con las dimensiones fetales ($P < 0,005$), por lo que estos resultados placentarios explicarían el mayor desarrollo dimensional de los fetos (LON, DBP, DT) en el grupo AGPI. El grupo suplementado tiende a un mejor ratio peso feto:peso placenta fetal, una mayor eficiencia de la misma ($P < 0,1$) y, por lo tanto, se justifica lo descrito previamente. Nuestros resultados coinciden con los descritos en ratas por otros autores (Jones et al., 2013) quienes concluyeron que la suplementación con AGPI en gestación incrementa el crecimiento fetal y placentario. Estudios llevados a cabo por Rooke et al. (2001) observaron que la suplementación con aceite de pescado en cerdas gestantes en el último tercio de la gestación maximiza el contenido de DHA de la retina, hígado y cerebro, y este enriquecimiento se puede traducir en una mayor vitalidad, por lo que nuestros estudios continúan por esta vía de investigación.

Tabla 2. Pesos y medidas de las placentas en día 28 de gestación de conejas (n=5) alimentadas con un pienso control o enriquecido con ácidos grasos n-3 (AGPI).

	Pienso		RMS	P>f
	Control	AGPI		
Nº de fetos	63	55		
Peso placenta entera (g)	4,96	5,18	0,136	n.s.
Placenta fetal				
Peso (g)	3,43	3,43	0,105	n.s.
Largo (mm)	34,37	33,42	0,291	n.s.
Ancho (mm)	26,07	25,62	0,454	n.s.
Grosor (mm)	3,21	4,60	0,185	***
Placenta materna				
Peso (g)	1,37	1,56	0,043	*
Largo (mm)	36,41	36,32	0,624	n.s.
Ancho (mm)	15,17	14,93	0,317	n.s.
Grosor (mm)	2,712	3,61	0,104	***
Ratio peso feto:peso placenta fetal	10,62	11,16	0,216	†
Ratio peso feto:peso placenta materna	26,84	24,90	0,666	*

RSM: cuadrado medio del error. n.s.: no significativo, †: p<0.1; *: p< 0,05; ***: p<0,001.

En la Tabla 3 se muestran los resultados productivos de las conejas gestantes a término. No hubo diferencias en cuanto a la fertilidad que fue alta en todos los grupos ya que son nulíparas. Las conejas suplementadas tuvieron más nacidos vivos y menos muertos (P<0,05) que las controles confirmando resultados previos (Rebollar et al., 2014). Dado que a día 28 de gestación no encontramos diferencias en el número de fetos extraídos del tracto reproductor, las diferencias en la prolificidad observadas a parto podrían deberse a la mayor viabilidad de las crías de las madres alimentadas con AGPI, tal y como describieron Rooke et al. (2001), en cerdos.

Tabla 3. Parámetros productivos de fertilidad y prolificidad de conejas alimentadas con una dieta control o con una dieta enriquecida con ácidos grasos n-3 (AGPI).

	Pienso		RMS	P>f
	Control	AGPI		
n	32	32		
Fertilidad (%)	81,25	87,50	4,522	n.s.
Prolificidad				
Nacidos vivos	10,44	10,78	0,108	*
Nacidos muertos	0,48	0,15	0,106	*
Nacidos totales	10,50	11,31	0,428	n.s.

RSM: cuadrado medio del error. n.s.: no significativo, *: p< 0,05.

En conclusión, la inclusión en el pienso de un 6 % de un suplemento concentrado en AGPI n-3 a partir de aceite refinado de salmón no afectó a la tasa de ovulación ni al número de fetos de las conejas a 28 días de gestación. El menor consumo del grupo AGPI durante la recría y la gestación no sólo no tuvo repercusiones negativas sobre el desarrollo feto-placentario a 28 días de gestación, sino que se han obtenido dimensiones mayores de los fetos en este punto. Además, tras la suplementa-

ción también se han observado mejoras en la prolificidad en las conejas cuya gestación se llevó a término, ya que el grupo AGPI parió más gazapos vivos y menos muertos que el grupo control.

Agradecimientos

Financiado por el Proyecto AGL2011-23822 y la C.M. (S2013/ABI-2913).

Bibliografía

Argente M.J., Santacreu M.A., Climent A., Blasco A. 2003. Relationships between uterine and fetal traits in rabbits selected on uterine capacity. *Journal of Animal Science*, 81:1265-1273.

Arias-Álvarez M., Arrivas S., García-García R.M., Millán P., Rodríguez M., Formoso-Rafferty N., Lorenzo P.L., Rebollar P.G. 2014. Effect of n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA) on endocrine response and fetoplacental development in rabbit. En: *Epigenetics and Periconception Environment*. Vilamoura, Portugal, p. 16.

Jones M.L., Mark P.J., Mori T.A., Keelan J.A., Waddell B.J. 2013. Maternal Dietary Omega-3 Fatty Acid Supplementation Reduces Placental Oxidative Stress and Increases Fetal and Placental Growth in the Rat. *Biology of Reprod.*, 37:1-8.

Rebollar P.G., García-García R.M., Arias-Álvarez M., Millán P., Rey A.I., Rodríguez M., Formoso-Rafferty N., De la Riva S, Masdeu M., Lorenzo P.L, García-Rebollar P. 2014 Reproductive long-term effects, endocrine response and fatty acid profile of rabbit does fed diets supplemented with n-3 fatty acids. *Animal Reproduction Science*, 146:202-209.

Rodríguez M., Valiente V., Formoso-Rafferty N., Masdeu M., García-García R.M., Arias-Álvarez M., Lorenzo P.L., Rebollar P.G. 2014. Respuesta reproductiva de conejas alimentadas con dietas enriquecidas con aceite de salmón. En: *XXXIX Symposium de Cunicultura de ASESCU*. Tudela, España, pp. 99-102.

Rooke J. A., Sinclair A. G., Ewen M. 2001. Changes in piglet composition at birth in response to increasing maternal intake of long chain n-3 polyunsaturated fatty acids are nonlinear. *British Journal of Nutrition*, 86:461-470.

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

¿Existen diferencias tempranas entre las conejas que alcanzan el quinto ciclo reproductivo y las que no?

Are there early differences between rabbit females that reach to the fifth reproductive cycle and those that do not reach?

Penadés M.¹, Arnau-Bonachera A.^{2*}, García-Quirós A.¹, Martínez-Paredes E.², Ródenas L.², Selva L.¹, Viana D.¹, Cervera C.², Pascual J.J.², Corpa J.M.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, Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.

*Dirección de contacto: alarbo@upv.es

Resumen

Una elevada tasa de reemplazo de conejas jóvenes puede condicionar la rentabilidad de las granjas, y puede ser origen o indicador de un bajo estado sanitario global en la granja. El objetivo de este trabajo fue determinar si, para un conjunto amplio de variables sobre las que el manejo, la nutrición o la genética tienen efecto y que afectan a diferentes funciones vitales, existen diferencias entre las conejas que sobreviven hasta el quinto parto y las que no. Para ello se midieron durante el primer ciclo reproductivo 38 variables relacionadas con poblaciones linfocitarias, indicadores sanguíneos del metabolismo energético y recursos productivos en 88 conejas y se registró si estas conejas llegaron hasta el quinto ciclo reproductivo o no. Los resultados del presente trabajo muestran que al inicio de la vida reproductiva existen diferencias entre las conejas que sobreviven hasta el quinto ciclo reproductivo y las que no. Estas diferencias parecen ser más relevantes para variables relacionadas con metabolitos sanguíneos, aunque existen inter-correlaciones entre todas las variables estudiadas y sería necesario estudiar en profundidad estas relaciones. Las características de las hembras clasificadas como supervivientes, parecen ser necesarias, pero no suficientes para que una hembra sobreviva.

Palabras clave: Coneja, supervivencia, leucocitos, metabolitos, recursos.

Abstract

A high replacement rate of young rabbit females can influence in the economic profitability of farms, and could be the origin or sign of a low sanitary status in the farm. The aim of this study was to determine whether there are differences between females that survive to the fifth reproductive cycle and those that do not survive, for a broad set of variables. These variables affect to different vital functions and management, nutrition and genetics have also effects on them. To perform this study 38 variables related to lymphocyte populations, energy blood metabolites and productive resources were measured in 88 rabbits during the first reproductive cycle and it was recorded whether these rabbits reached the fifth reproductive cycle or not. The results show that there are differences at the beginning of reproductive life among females that survived until the fifth reproductive cycle and those that do not reach. These differences seem to be more relevant for variables related to blood metabolites, although there were inter-correlations between all the studied variables that would require further studies. Characteristics of survivor-classified females seem to be necessary but not sufficient to ensure survival of females.

Keywords: Rabbit female, survival, leukocytes, metabolites, resources.

Introducción

La tasa mensual de reposición de conejas en España se encuentra entre el 7 y el 12% y el riesgo de muerte o eliminación de las hembras es máximo durante los tres primeros ciclos reproductivos (Rosell y de la Fuente, 2009). Esto puede condicionar al estatus sanitario y a la viabilidad económica de las granjas. Muchas hembras serán reemplazadas antes de haber

amortizado el coste de prepararlas como reproductoras y la presencia de un mayor número de hembras en situación de eliminación puede afectar al estado sanitario general de la granja. Las causas de dicho reemplazo son muy diversas, no obstante, se ha observado que factores nutricionales, genéticos, ambientales y de manejo pueden afectar a la gestión de recursos nutritivos hacia las diferentes funciones vitales (Pascual et al., 2013) y por tanto, en el caso de una gestión inadecuada, podrían condicionar al riesgo de una hembra de ser reemplazada. En este sentido, parámetros que afecten a distintas funciones vitales (recuento de poblaciones de leucocitos a la función inmune; concentración de metabolitos sanguíneos al balance y estatus energético y a la función inmune; recursos como el peso, la condición corporal o la producción de leche a la reproducción y al balance energético) podrían ser diferentes entre hembras que son reemplazadas a edades tempranas y las que no. Por tanto, conocer qué factores están relacionados con la supervivencia en edades tempranas y su capacidad para discriminar o clasificar entre hembras que van y que no van a sobrevivir, podría ayudar a desarrollar estrategias que permitan reducir el riesgo de reemplazo en edades tempranas. Por tanto, el objetivo de este trabajo es determinar si, en un conjunto amplio de variables tempranas que afectan a diferentes funciones vitales, existen diferencias entre las conejas que sobreviven hasta el quinto parto y las que no.

Material y métodos

Un total de 88 conejas de tres tipos genéticos (H, LP y R) del Grupo de Mejora Genética del Instituto de Ciencia y Tecnología Animal de la Universidad Politécnica de Valencia, que al menos hubieran completado el primer ciclo productivo, fueron controladas desde la primera inseminación hasta el quinto ciclo reproductivo. En el momento del primer parto se les asignó aleatoriamente un pienso para promover la ganancia de reservas o la producción de leche. Ambos piensos fueron isoenergéticos (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. Las conejas se inseminaron por primera vez a las 19 semanas de edad y posteriormente 11 días después de cada parto. Cuando no quedaron gestantes, se re-inseminaron cada 21 días hasta un máximo de 3 palpaciones negativas consecutivas. Las camadas se estandarizaron a 8-9 en el primer parto y a 9-11 en los siguientes. El destete se realizó 30 días después del parto. No se eliminaron conejas por enfermedad.

Durante el primer ciclo reproductivo se realizaron medidas de 38 variables relacionadas con: 1) los recuentos de poblaciones leucocitarias (linfocitos totales, B, T CD5+, T CD4+, T CD8+, T CD25+, monocitos y granulocitos, de forma análoga a García-Quirós et al., 2014) en la primera inseminación artificial (IA) y en el primer destete; 2) la concentración de metabolitos en sangre (glucosa, leptina y ácidos grasos no esterificados (NEFA)) en la primera IA, y en el parto, 17 días postparto (17d) y destete de la primera lactación; y 3) los recursos productivos en la primera IA (espesor de la grasa perirrenal (PFT) y peso), y en el parto (PFT y peso), 17d (PFT, peso, producción de leche e ingestión) y destete (PFT, peso e ingestión) de la primera lactación. A partir del segundo ciclo, se controló el tatuaje y la fecha de las hembras muertas o eliminadas para determinar que sobrevivieron hasta el quinto ciclo reproductivo y cuáles no.

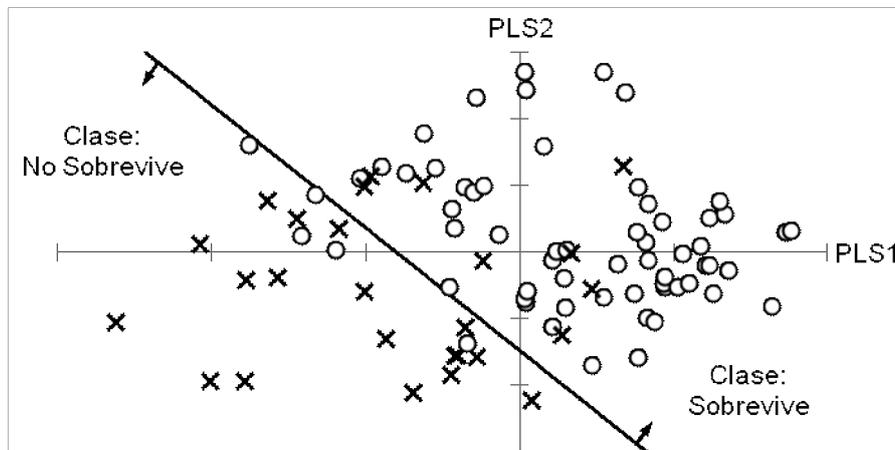
Los datos se analizaron por mínimos cuadrados parciales, un análisis multivariante aplicable a trabajos de clasificación, a través del procedimiento PLS (SAS, 2009), incluyendo la supervivencia hasta el quinto ciclo reproductivo (1, hembras que sobrevivieron; 0, hembras que no) como variable dependiente y las 38 variables medidas durante el primer ciclo reproductivo como variables independientes. Este procedimiento utiliza un número pequeño de nuevas variables que están más relacionadas con la variable dependiente (Factores PLS) a partir de la transformación de las variables originales, evitando así los problemas derivados del sobreajuste.

Resultados y discusión

A partir del análisis multivariante PLS, el poder de clasificación de todas las variables medidas durante el primer ciclo reproductivo fue sintetizado en 2 nuevas variables independientes entre sí (factores PLS1 y PLS2). Los resultados se muestran en la Figura 1.

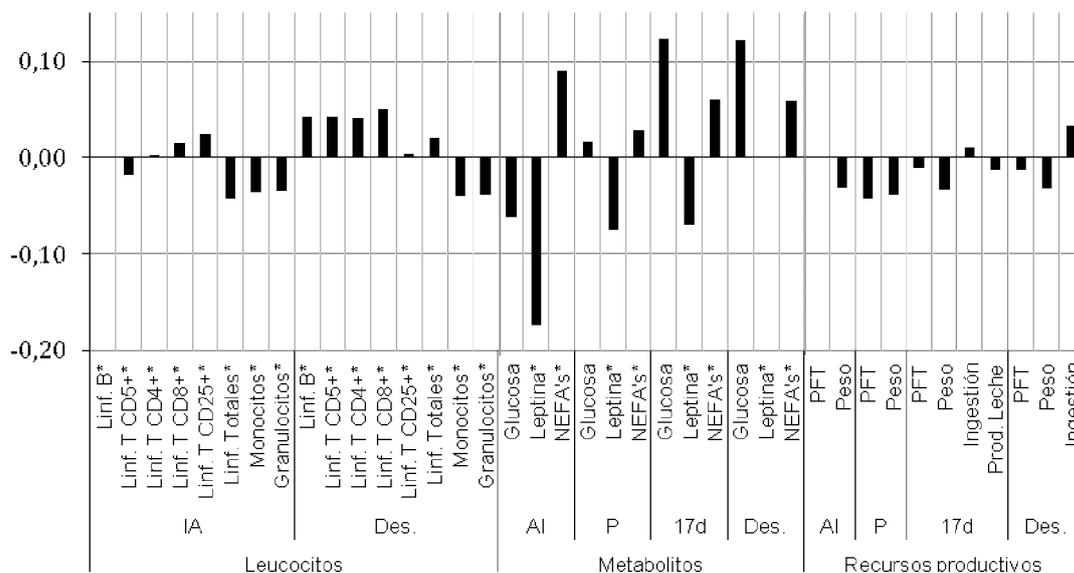
Se puede observar como el poder de clasificación de los factores PLS y por tanto de las variables iniciales, en general, fue elevado (76 conejas de 88 fueron clasificadas en el grupo adecuado, $\approx 86\%$). Sin embargo, este poder de clasificación fue desigual entre los dos grupos. Por un lado, en el grupo de las hembras que realmente sobrevivieron, el porcentaje de acierto fue muy elevado (58 conejas bien clasificadas de 62, $\approx 94\%$), mientras que en el grupo de las hembras que realmente no sobrevivieron el porcentaje de acierto fue más reducido (18 conejas bien clasificadas de 26, $\approx 69\%$). Estos resultados sugieren dos cosas. En primer lugar, la existencia de diferencias durante el primer ciclo reproductivo entre las hembras que llegan al quinto ciclo y las que no. En segundo lugar, que es más difícil clasificar a las hembras que no van a sobrevivir. Visto de otra forma, para que una coneja realmente sobreviviera hasta el quinto ciclo, la condición de ser clasificadas como conejas que sobreviven fue una condición necesaria para que realmente sobreviviera, pero no suficiente. La razón es que pueden existir una gran multitud de factores que no están relacionados con las variables estudiadas que afectan al riesgo de reemplazo (Rosell y de la Fuente, 2009).

Figura 1. Clasificación de la capacidad de supervivencia de cada coneja hasta el quinto ciclo reproductivo en función de los valores de los factores PLS obtenidos a partir de variables del primer ciclo. Conejas que realmente sobrevivieron (o), conejas que no sobrevivieron (-).



Por otra parte, los factores PLS son una herramienta estadística para realizar análisis discriminantes a partir de un gran número de variables, sin embargo, por sí solos carecen de interpretación. Para poder estudiar la naturaleza de las diferencias entre las hembras que sobreviven hasta el quinto ciclo y las que no, es necesario utilizar las variables originales. Para ello, es necesario invertir la transformación de los factores PLS y estudiar la magnitud de los coeficientes de cada variable original. En la Figura 2, se muestran los valores de los coeficientes de regresión para la clasificación de la capacidad de supervivencia de cada coneja hasta el quinto ciclo reproductivo a partir de datos tipificados para cada variable. De tal forma que para realizar la interpretación, cuanto mayor es el coeficiente en valor absoluto, mayor es la capacidad de clasificación y por tanto, las diferencias entre las hembras que sobreviven y las que no, son más relevantes para dichas variables.

Figura 2. Coeficientes de regresión para la clasificación de la capacidad de supervivencia de cada coneja hasta el quinto ciclo reproductivo a partir de datos tipificados para cada variable del primer ciclo reproductivo. * Variables con transformación logarítmica. Linf.: Linfocitos; PFT: Espesor de la grasa perirrenal. IA: Inseminación Artificial; Dest.: Destete; P: Parto.



Se puede observar que los coeficientes de las variables relacionadas con los metabolitos sanguíneos fueron, en general, mayores que los de las variables relacionadas con las poblaciones leucocitarias y estas a su vez, mayores que los de las relacionadas con los recursos productivos. Este hecho, podría indicar que desequilibrios al inicio de la vida reproductiva de las conejas en los metabolitos relacionados con el metabolismo energético podrían condicionar su capacidad de supervivencia,

y por tanto su éxito como reproductoras. No obstante, el hecho de poder sintetizar la información de las 38 variables en dos factores PLS indica que estas variables están muy inter-correlacionadas entre sí. A modo de ejemplo, en pollos se ha descrito que la cantidad de glucosa disponible puede condicionar el desarrollo de los linfocitos T (Humphrey y Rudrappa, 2008). En este sentido y según los resultados presentados en la Figura 2, una menor concentración de glucosa en sangre podría estar asociada a un menor recuento de linfocitos T (CD5⁺, CD4⁺ y CD8⁺), de tal forma que la susceptibilidad a enfermedades podría verse incrementada y consecuentemente también el riesgo de reemplazo. Este hecho es meramente especulativo, pero permite resaltar la necesidad de conocer de forma adecuada las relaciones entre las variables implicadas.

A modo de conclusión, los resultados del presente trabajo muestran que existen diferencias al inicio de la vida reproductiva entre muchas de las conejas que sobreviven hasta el quinto ciclo reproductivo y las que no. Estas diferencias parecen ser más relevantes para variables relacionadas con metabolitos, aunque existen inter-correlaciones entre todas las variables estudiadas y sería necesario estudiar más profundamente estas relaciones. Las características de las hembras clasificadas como supervivientes, parecen ser necesarias, pero no suficientes para que una hembra sobreviva.

Agradecimientos

Este estudio ha sido subvencionado a través del proyecto de investigación del Ministerio de Economía y Competitividad con referencia AGL2011-30170-C02-01.

Bibliografía

- García-Quirós A., Arnau-Bonachera A., Penadés M., Cervera C., Martínez-Paredes E., Ródenas L., Selva L., Viana D., Corpa J.M., Pascual J.J. 2014. A robust rabbit line increases leucocyte counts at weaning and reduces mortality by digestive disorder during fattening. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 161:123-131.
- Humphrey B.D., Rudrappa S.G. 2008. Increased glucose availability activates chicken thymocyte metabolism and survival. *J. Nutr.*, 138:1153-1157.
- Pascual J.J., Saviotto D., Cervera C., Baselga M. 2013. Resources allocation in reproductive rabbit does: a review of feeding and genetic strategies for suitable performance. *World Rabbit Sci.*, 21:123-144.
- Rosell J.M., de la Fuente L.F. 2009. Culling and mortality in breeding rabbits. *Prev. Vet. Med.*, 88:120-127.
- SAS. 2009. *User's Guide (release 9.2)*. Statistical Analysis System Institute Inc., Cary, NC.

Influencia de los extractos fitogénicos sobre el rendimiento reproductivo y los parámetros fisiológicos de las conejas

Influence of phytogetic extracts on reproductive performance and physiological parameters of doe rabbits

Abd-El-Hady A.M.¹, El-ghalid O.A.H.¹, Ragab M.^{2*}

¹ Poultry Prod. Depart., Faculty of Agriculture, Alexandria University, Egipto.

² Poultry Prod. Depart., Faculty of Agriculture, Kafr El-Sheikh University, Egipto.

*Dirección de contacto: mohamed.mohamed@irta.cat

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar los efectos de utilizar extractos fitogénicos como aditivos en el pienso de las conejas sobre el rendimiento reproductivo y algunos parámetros fisiológicos en una línea maternal de conejo (línea V). Se utilizó un total de 30 hembras a los 5 meses de edad, las hembras se dividieron al azar en tres grupos (10 hembras/grupo). El primer grupo se alimentó con una dieta base (sin aditivos; control) y los otros grupos fueron alimentados con la dieta anterior suplementada con 300 o 400 g/ton de extractos fitogénicos. Se controlaron los caracteres de camada durante los primeros tres partos. Los grupos alimentados con dietas suplementadas con extractos fitogénicos mostraron mejor fertilidad, tamaño de camada, peso de camada al nacimiento y al destete. La producción de leche aumentó significativamente y la tasa de mortalidad al destete disminuyó en comparación con el grupo control. Además, se incrementó significativamente la concentración de la proteína total y globulina sérica en el tercer día después del parto con el aumento de la dosis de extractos fitogénicos añadida. Los resultados mostraron que la glucosa, tiroxina (T4), prolactina y el factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-I) se incrementaron significativamente en las dietas suplementadas, mientras que el colesterol plasmático total y triglicéridos en el suero disminuyeron. Se concluyó que la dieta con 400 g/ton de extractos fitogénicos ayudó a mejorar los caracteres reproductivos sin efectos adversos sobre el estado fisiológico de las hembras.

Palabras clave: Conejo, reproducción, extractos fitogénicos, parámetros fisiológicos.

Abstract

The objective of this study was to assess the effect of phytogetic extracts as feed additives on the reproductive performance and some physiological parameters of a maternal rabbit line (V). A total of 30 females, at 5 months of age, were divided randomly into three equal groups (10 females each group). The first group (G0) was fed on a commercial diet (control), the other two groups were fed on the same diet but supplemented with 300 g/ton (G1) or 400 g/ton (G2) of phytogetic extracts. The experimental period was extended for three parturitions. G1 and G2 showed higher values of kindling rate, litter size and litter weight at birth and at weaning. Moreover, milk yield increased significantly and consequently the pre-weaning mortality decreased. In the serum, total proteins and globulin concentration at the third day after kindling was increased significantly with increasing the phytogetic extracts doses. Glucose, thyroxin (T4), prolactin and insulin like growth factors-I (IGF-I) concentrations were increased significantly in both G1 and G2 groups, while the total cholesterol, triglyceride were decreased. It may be concluded that the use of phytogetic extracts as feed additives in doe rabbit rations with 400 g/ton can improve reproductive traits without any adverse effect on the doe's physiological status.

Keywords: Rabbit, reproduction, phytogetic extracts, physiological parameters.

Introducción

Los fitogénicos son productos derivados de algunas plantas y se utilizan como aditivos alimentarios en el pienso de los animales para mejorar su rendimiento productivo y reproductivo. Actualmente, este tipo de aditivos ha tenido mucha aten-

ción, especialmente en pollos y cerdo lo que se puede observar en la cantidad de trabajos publicados sobre los efectos de fitogénicos desde el año 2000 en la producción animal. El rendimiento de los animales se realiza a través de la mejora de propiedades y la calidad del pienso y la promoción del rendimiento productivo y reproductivo. La clasificación anterior depende de la función, pero existen otras clasificaciones de los fitogénicos según el origen y el procesamiento que se usa para elaborarlos, como especias (hierbas con un olor o sabor intenso comúnmente añadidos a la alimentación humana), aceites esenciales (compuestos de lipofílicos volátiles derivados por expresión en frío o por vapor o destilación de alcohol) (Windisch et al., 2008; Steiner, 2009). Semillas de la alholva (*Trigonella foenum-graecum*) se han utilizado para aumentar la producción de leche desde los tiempos bíblicos. Esta hierba contiene fitoestrógenos que son extractos químicos similares a la hormona sexual femenina estrógeno. Una componente importante es la diosgenina, que mostró un efecto importante sobre el aumento del flujo de leche (Mothenature, 2005). Por otra parte, Albert-Puleo (1980) encontró que el anís tiene un efecto estrogénico, debido a dianetol y fotoanetoles lo que puede tener efecto para aumentar la secreción de la leche. En conejo, Rashwan (1998) declaró que la producción de leche y la ganancia media diaria de los gazapos desde el nacimiento al destete se mejoraron, mientras que la mortalidad pre-destete disminuyó como resultado de añadir 12 g/kg de fenogreco o anís al pienso de madres. Los extractos de plantas presentan metabolitos secundarios, tales como aceites esenciales, que tienen efectos antimicrobianos que los hacen posibles alternativas a los antibióticos para reducir la actividad microbiana en los animales, que mejoran la eficiencia alimentaria, aumentan la producción de leche y la productividad de los animales (Castillejos et al., 2008). Uno de los efectos importantes de utilizar estas hierbas como aditivos alimentarios son su capacidad de evitar los problemas digestivos, mejorar la utilización de los alimentos y mejorar el rendimiento de los animales (Krieg et al., 2009). El objetivo de este trabajo fue estudiar los efectos de utilizar extractos fitogénicos como aditivos alimentarios en el pienso de las conejas sobre el rendimiento reproductivo y algunos parámetros fisiológicos en una línea maternal de conejo (línea V) que se utiliza frecuentemente como madres en las granjas comerciales en Egipto.

Material y métodos

Este estudio fue realizado en la granja del Departamento de Producción Avícola, Facultad de Agricultura, Universidad de Alejandría, Egipto.

Extractos fitogénicos: son una nueva mezcla de hierbas y especias con extractos especiales y aceites esenciales. Los extractos fitogénicos contenían semillas y componentes activos: 1-mentol (3% de hierbabuena), anetol (0,6% de anís), carvona (0,05% de semillas de alcaravea), trigonelina (1% de alholva) y se utiliza el cloruro de sodio para completar 100%.

El experimento

Se utilizaron un total de 30 hembras de un línea maternal de conejos (línea V), la edad de las conejas al empezar el experimento fue 5 meses, con un peso medio de 3300 g. las hembras fueron divididas al azar en tres grupos (10 hembras/grupo). El primer grupo fue alimentado con un pienso comercial sin añadir extractos fitogénicos (G0), el segundo grupo con la dieta anterior añadiendo 300 g/ton de los extractos fitogénicos (G1) y el último grupo fue alimentado con la misma dieta como G0 pero añadiendo 400 g/ton de los extractos fitogénicos (G2). Las hembras fueron montadas 14 días post-parto, la palpación abdominal para testar la gestación se realizó 12 días post-monta. El destete tenía lugar a los 28 días de edad de los gazapos. Todas las conejas compartían el mismo manejo y ambiente, se criaron en la misma nave con un periodo de luz de 14-16 horas. La alimentación de las hembras fue ad libitum, la dieta comercial del grupo G0 tenía 18.23% proteína, 13.24% fibra, 2.62% de grasa y 2590 kcal ED/kg y las vitaminas y minerales necesarios fueron añadidos según la cantidad recomendada por el Consejo Nacional de Investigación (NRC, 1994).

Los caracteres estudiados fueron los caracteres reproductivos (el tamaño de camada (al nacimiento, a los 21 días y al destete)), la ganancia media diaria, el intervalo entre partos, la mortalidad a los 21 días y al destete, la producción de leche durante la primera, la segunda, la tercera y la cuarta semana de lactación (g/camada/hembra). La producción de leche se midió utilizando el método de doble pesada de la coneja, antes y después del amamantamiento de los gazapos (McNitt y Lukefahr, 1990). Se separaron los gazapos de sus madres durante los días de control, salvo en el momento en que se controlaba la producción de leche. La producción diaria de leche en cada semana se calculó como el promedio de la producción medida durante los días de control de esta semana. En el tercer día post-parto se tomaron muestras de sangre de cada hembra en cada parto para los análisis químicos. En el suero se midieron la proteína total, la albúmina, la globulina (de acuerdo con el método recomendado por Bogin y Keller (1987)) y la concentración de la glucosa en el plasma (por el método de Trinder (1969)). En plasma, se utilizó la técnica de radioinmunoensayo (RIA) para la evaluación de tiroxina (T4) y la prolactina (usando el método descrito por (Lapierre et al., 1990)) y el factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-I, acuerdo con (Gluckman y Breier, 1989)). También se midieron los parámetros lipídicos en el suero (colesterol total (Bogin y Keller, 1987) y triglicéridos (Fringes et al., 1972)).

Análisis estadístico: Los datos fueron analizados con ANOVA usando el procedimiento del modelo lineal generalizado (Proc GLM; SAS, 1996). La comparación entre las medias se hicieron mediante el nuevo método de rango múltiple de Duncan (Duncan, 1955).

Resultados y discusión

Caracteres productivos y reproductivos

El efecto de los extractos fitogénicos sobre el rendimiento productivo y reproductivo de las conejas y sus camadas se presentan en la Tabla 1. Los resultados muestran que este efecto no fue significativo respecto a la tasa de partos, el tamaño de camada al nacimiento, el peso de la camada al nacimiento y a los 21 días y la tasa de mortalidad. Se observa que la tasa de mortalidad de los gazapos durante el periodo de lactación disminuyó conforme aumentó la producción de leche (Tabla 1), esto podría ser debido al incremento de la concentración de inmunoglobulina en el suero. El peso de camada al destete y la ganancia de peso entre el nacimiento y 28 días se incrementaron significativamente ($P \leq 0.05$) por 4.7 y 9.6 % y 5.0 y 10.3 % para los grupos G1 y G2, respectivamente respecto al grupo G0. Este incremento del peso de camada a 4 semanas refleja el incremento de la producción de leche que indica que los extractos fitogénicos tenían un efecto promotor de crecimiento.

Tabla 1. Medias \pm error típico de los caracteres productivos y reproductivos de las conejas de línea V afectados por la dieta suplementada con extractos fitogénicos.

Carácter	G0	G1	G2
Tasa de parto (%)	80.90 \pm 1.59 ^a	85.30 \pm 1.32 ^a	84.50 \pm 1.50 ^a
Tamaño de camada			
Total	7.87 \pm 0.21 ^a	8.34 \pm 0.20 ^a	8.56 \pm 0.20 ^a
NV	6.89 \pm 0.20 ^a	7.37 \pm 0.20 ^a	7.72 \pm 0.25 ^a
A los 21 días	6.23 \pm 0.21 ^a	6.70 \pm 0.22 ^a	7.12 \pm 0.24 ^a
Al destete	5.91 \pm 0.22 ^a	6.39 \pm 0.20 ^a	6.80 \pm 0.24 ^a
El peso de la camada			
Al nacimiento	58.3 \pm 0.82 ^a	59.50 \pm 0.40 ^a	60.10 \pm 0.60 ^a
A las 3 semanas	371.0 \pm 3.47 ^a	374.2 \pm 4.9 ^a	378.9 \pm 3.6 ^a
A las 4 semanas	571.4 \pm 7.77 ^b	598.4 \pm 18.2 ^{ab}	626.0 \pm 14.2 ^a
GMD(0-28)	18.26 \pm 0.73 ^a	19.26 \pm 0.41 ^b	20.28 \pm 0.39 ^c
Producción de leche			
Hasta los 7 días	537.1 \pm 30.5 ^b	642.1 \pm 10.6 ^a	664.0 \pm 11.8 ^a
Hasta los 14 días	1313.5 \pm 17.9 ^b	1375.0 \pm 24.4 ^{ab}	1433.1 \pm 31.1 ^a
Hasta los 21 días	1952.5 \pm 84.3 ^a	2113.4 \pm 86.8 ^a	2268.8 \pm 77.2 ^a
Hasta los 28 días	3035.9 \pm 129.0 ^c	3418.97 \pm 83.1 ^b	3821.7 \pm 72.4 ^a
Tasa de mortalidad (%)			
A las 3 semanas	9.64 \pm 1.15 ^a	9.15 \pm 0.93 ^a	7.79 \pm 0.60 ^a
Al destete	14.35 \pm 1.07 ^a	13.36 \pm 0.90 ^a	11.95 \pm 0.93 ^a

G0: Grupo control; G1: Grupo de 300 g/tn de extractos fitogénicos; G2: Grupo de 400 g/tn de extractos fitogénicos; NV: Número de nacido vivos; GMD(0-28): Ganancia media diaria desde el nacimiento hasta el destete; ^{a, b} medias con letras distintas son diferente significativamente a $P \leq 0.05$.

Los resultados en la Tabla 1 muestran que las conejas del grupo G2 tuvieron la mayor producción de leche durante las diferentes semanas de lactación, seguidas por las conejas del grupo G1, mientras que el grupo G0 tuvo la menor producción de leche. La media general de la producción de leche durante la lactación aumentó significativamente por 12.6 y 25.9 % para

los grupos G1 y G2, respectivamente. Los resultados del presente estudio están en acuerdo con los de Nickavar et al., 2003 y Alfawaz (2004) que pretendían mejorar los caracteres reproductivos con suplementación de aceites de las semillas de calabaza y la semilla negra, la mejora en estos caracteres puede ser atribuible al incremento del contenido de ácidos grasos insaturados, principalmente ácido oleico y ácidos linoleicos. Se observaron una mejora significativa en la producción de leche de cabras alimentadas a dieta suplementada con semillas negras (Vihan y Panwar, 1987). Las cabras lactantes alimentadas con raciones suplementadas con aceite de ajo, canela o jengibre, tuvieron un incremento significativo ($P \leq 0,05$) en la producción de leche (Kholif et al., 2012). También, Pascual et al. (2003) observaron que durante la lactación, la producción de leche fue mayor en los grupos de conejas alimentadas con grasa animal y con aceite vegetal. Rashwan (1998) observó que la producción de leche en conejas aumentó como consecuencia de añadir 12 g de fenogreco o anís/kg de dieta. Rashwan y Marai. (2000) afirmaron que mejorar la dieta de las conejas utilizando aditivos alimentarios mejoró la producción de leche.

Parámetros fisiológicos y características bioquímicas de la sangre

La Tabla 2 muestra que las concentraciones de la proteína total, albúmina y globulina en el suero aumentaron significativamente por 19.3 y 23.4%; 23.7 y 34.6%, y 14.9 y 12.1%, para los dos grupos G1 y G2, respectivamente.

Tabla 2. Medias \pm error típico de los parámetros fisiológicos de la sangre de las conejas de la línea V afectados por la dieta suplementada con extractos fitogénicos.

Caracteres	G0	G1	G2
Proteína total (g/dl)	6.02 \pm 0.12c	7.18 \pm 0.15b	7.43 \pm 0.13a
Albúmina (g/dl)	3.12 \pm 0.05c	3.86 \pm 0.12b	4.20 \pm 0.11a
Globulina (g/dl)	2.89 \pm 0.08b	3.32 \pm 0.10a	3.24 \pm 0.16ab
Glucosa (mg/dl)	94.28 \pm 2.97b	103.10 \pm 2.47a	109.26 \pm 2.52a
Colesterol (mg/dl)	114.61 \pm 0.58a	109.14 \pm 1.78b	104.97 \pm 1.00c
Triglicéridos (mg/dl)	106.45 \pm 1.40a	100.56 \pm 1.44b	97.94 \pm 1.41b
T4 (ng/ml)	20.83 \pm 0.35c	22.94 \pm 0.40b	24.20 \pm 0.22a
Prolactina (ng/dl)	27.14 \pm 0.27c	28.98 \pm 0.26b	30.88 \pm 0.21a
IGFI (ng/ml)	682.29 \pm 3.80c	751.89 \pm 3.42b	821.41 \pm 13.63a

G0: Grupo control; G1: Grupo de 300 g/ton de extractos fitogénicos; G2: Grupo de 400 g/ton de extractos fitogénicos; IGFI: factor de crecimiento insulínico; ab medias con letras distintas son diferente significativamente a $P \leq 0.05$.

Ghazalah y Ali (2008) observaron altos niveles de proteína total, albúmina y globulina en la sangre de las gallinas alimentadas con 0.5% de hojas de romero. Resultados semejantes fueron obtenidos en el presente trabajo, donde el mayor contenido de proteínas totales y albúmina en el suero sanguíneo de los animales alimentados con aditivos fitogénicos también puede indicar un mayor aporte y transporte de nutrientes. Los resultados muestran que los niveles de glucosa en el plasma y T4 sérica se incrementaron significativamente en los grupos G1 y G2 por 9.4 y 15.9%, y 10.1 y 16.2%, respectivamente. Estos resultados son consistentes con los de Platel y Srinivasan (2000) y Williams y Losa (2001) que encontraron que los extractos de plantas influyen en la digestión y la secreción de enzimas digestivas que aumentan la absorción de los micronutrientes y en el aumento de la actividad de la glándula tiroidea y la hormona tiroxina. Las concentraciones del colesterol y los triglicéridos séricos de los conejos de los grupos G1 y G2 disminuyeron significativamente ($P \leq 0,001$) por 4,8 y 8,4%, y 5,5 y 8%, respectivamente, en comparación con el grupo control (Tabla 2). Los resultados del presente estudio están de acuerdo con los de Calislar et al. (2009) que encontraron que ni los triglicéridos ni los niveles del colesterol fueron afectados por la aplicación de aditivos fitogénicos que contiene el extracto de *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*. En general, los aceites esenciales se asocian más a menudo con las propiedades hipocolesterolémicas (Lee et al., 2004). Se ha sugerido que las aves alimentadas con concentraciones de aceite esencial tuvieron niveles bajos de colesterol en el suero y que el efecto hipocolesterolémico del aceite esencial es debido a los compuestos en el aceite esencial que tienen la capacidad de inhibir la 3-hidroxi-3-metilglutaril coenzima A hepática, una enzima reguladora clave en la síntesis de colesterol (Yu et al., 1994; Case et al., 1995). Las conejas de la línea V, mostraron una concentración alta de la prolactina en el plasma ($P \leq 0.0001$) superior en un 7.0 y 13.8% para los dos grupos G1 y G2, respectivamente en comparación con el grupo control. Estos resultados son consistentes con los de Abo El-Nor (1999) afirmando que la estimulación de la secreción de la hormona endógena podría

plantear la hipótesis a través de un mecanismo por el que el fenogreco ejerce su acción sobre la producción de leche en los búfalos, y el aumento de los niveles plasmáticos de prolactina. Por otra parte, la concentración de IGF-I sérica fue significativamente mayor ($P \leq 0.05$) según la dosis y aumentando, en respuesta a añadir extractos fitogénicos para alimentar a los conejos, un 10.2 y 20.4% para los grupos G1 y G2, en comparación con el grupo control, respectivamente. Los aceites esenciales de alcaravea ligeramente redujeron la concentración de amoníaco un 8% e incrementaron la IGF-I, y también aumentó la producción de leche en comparación con las vacas lactantes (Hristov et al., 2008).

En conclusión, se puede concluir a partir de los resultados actuales que, las adiciones dietéticas de extractos fitogénicos 400 g/tn mejoraron el rendimiento reproductivo y productivo de las conejas de la línea V.

Bibliografía

- Abo El-Nor, S.A.H., 1999. Influence of fenugreek seeds as a galactagogue on milk yield, milk composition and different blood biochemical of lactating buffaloes during midlactation. *Egypt J. Dairy Sci.*, 27:231-238.
- Albert-Puleo M. 1980. Fennel and anise estrogenic agents. *J. Ethnopharmacol.*, 2:337-344.
- Alfawaz M.A. 2004. Chemical composition and oil characteristics of pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed kernels. *Res. Bult.*, No. (129), Food Sci. & Agric. Res. Center, King Saud Univ., pp. 5-18.
- Bogin E., Keller P. 1987. Application of clinical biochemistry of medically relevant animal models and standardization and quality control in animal biochemistry. *J. Clin. Chem. Clin. Biochem.*, 25:873-878.
- Calislar S., Gemci I., Karnalak A. 2009. Effects of Oregano-Stim® on broiler chick performance and some blood parameters. *J. Anim. Vet. Adv.*, 8:2617-2620.
- Case G.L., He L., Mo H., Elson C.E. 1995. Induction of geranyl pyrophosphate pyrophosphatase activity by cholesterol-suppressive isoprenoids. *Lipids*, 30:357-359.
- Castillejos L., Calsamiglia S., Martín-Tereso J., Ter Wijlen H. 2008. In vitro evaluation of effects of ten essential oils at three doses on ruminal fermentation of high concentrate feedlot-type diets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 145(8):259-270.
- Duncan D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11:1-42.
- Fringes C.S., Fendly T.W., Rum R.T., Queen C.A. 1972. Improved determination of total serum lipids by the sulfo-phosphovanilin reaction. *Clin. Chem.*, 18:673-674.
- Ghazalah A.A., Ali A.M. 2008. Rosemary leaves as a dietary supplement for growth in broiler chickens. *Int. J. Poult. Sci.*, 7:234-239.
- Gluckman P.D., Breier B.H. 1989. The regulation of growth hormone receptors. Page 27 in R.B. Heap, C.G. Prosser, and G.E. Lamming eds. *Biotechnology in Growth Regulation*. Butterworths. Toronto. ON.
- Hristov A.N., Ropp J.K., Zaman S., Melgar A. 2008. Effects of essential oils on in vitro ruminal fermentation and ammonia release. *Animal Feed Science and Technology*, 144(6):55-64.
- Kholif S.M., Morsy T.A., Abdo M.M., Matloup O.H. Abu El-Ella, A.A. 2012. Effect of supplementing lactating goat rations with garlic, cinnamon or ginger oils on milk yield, milk composition and milk fatty acids profile. *J. Life Sci.*, 4(1):27-34.
- Krieg R., Vahjen W., Awad W., Sysel M., Kroeger S., Zoehner E., Hulan H.W., Aarndt G., Zentek J. 2009. Performance, digestive disorders and the intestinal microbiota in weaning rabbits are affected by a herbal feed additive. *World Rabbit Sci.*, 17:87-95.
- Lapierre H., Petitclerc D., Pelletier G., Delorme L., Dubreuil P., Morisset J., Gaudreau P., Couture Y., Brazeau P. 1990. Effect of human growth hormone-releasing factor and (or) thyrotropin-releasing factor on hormone concentrations and milk production in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.*, 70:175-189.
- Lee K.W., Everts H., Kappert H.J., Beynen A.C. 2004. Growth performance of broiler chickens fed a carboxymethyl cellulose cellulose containing diet with supplemental carvacrol and/or cinnamaldehyde. *Int. J. Poult. Sci.*, 3:619-622.

- McNitt J.I., Lukefahr S.D. 1990. Effects of breed, parity, day of lactation and number of kits on milk production of rabbits. *J. Anim. Sci.*, 68:1505-1512.
- Mothernature. 2005. <http://www.mothernature.com/Library/Bookshelf/Books/41/22.cfm>.
- NRC 1994. *Nutrient Requirements of Rabbits. 3ed Washington: National Academic Press, 30 pp.*
- Nickavar B., Mojab F., Javidnia K., Amoli, M.R. .2003. Chemical composition of the fixed and volatile oils of *Nigella sativa* L. from Iran. *Zeitschrift Fur Naturforschung C*, 58(9/10):629-631.
- Pascual J.J., Cervera C., Quevedo F., Fernandez J. 2003. Evolution of perirenal fat in primipara does fed with three high energy feeds. *World Rabbit Sci.*, 11:247 (Abstract).
- Platel K., Srinivasan K. 2000. Influence of dietary spices and their active principles on pancreatic digestive enzymes in albino rats. *Food/Nahrung*, 44:42-46.
- Rashwan A.A. 1998. Effects of dietary additions of anise, fenugreek and caraway on reproductive and productive performance of New Zealand White rabbit does. *Egyptian J. Rabbit Sci.*, 8(2):157-167.
- Rashwan A.A., Marai I.F.M. 2000. Mortality in young rabbits: A Review. *World Rabbit Sci.*, 8(3):111-124.
- SAS. 1996. SAS® User's guide: Statistics. SAS Institute Inc., Cary NC.
- Steiner T. 2009. *Phytogenics in animal nutrition. Natural concepts to optimize gut health and Performance.* Nottingham University Press. Nottingham, United Kingdom.
- Trinder P. 1969. Colorimetric method for the determination of blood glucose. *Ann. Clin. Biochem.*, 6:24.
- Vihan V.S., Panwar H.S. 1987. Protective effect of *Nigella sativa* seeds on CC14-induced hepatotoxicity. *Indian Vet. J.*, 64: 347-349.
- Williams P., Losa R. 2001. The use of essential oils and their compounds in poultry nutrition. *World Poult.*, 17:14-15.
- Windisch W.M., Schedle K., Plitzner C., Kroismayr A. 2008. Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. *J. Anim. Sci.*, 86:140-148.
- Yu S.G., Abuirmeileh N.M., Qureshi A.A., Elson C.E. 1994. Dietary α -ionone suppresses hepatic 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase activity. *J. Agric. Food Chem.*, 42:1493-1496.

La posición fetal intrauterina afecta al desarrollo de las estructuras feto-placentarias de la coneja

Intrauterine position affects the correct feto-placental development in the rabbit

López-Tello J.¹, Rodríguez M.², Formoso-Rafferty N.¹, Bermejo R.¹, Arias-Álvarez M.¹, García-García M.³, Lorenzo P.L.³, Rebollar P.G.^{2*}

¹Dept. Producción Animal, Facultad Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, Av. Puerta de Hierro, S/N, 28040 Madrid, España

²Dept. Producción Agraria, Escuela Técnica Superior Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Av. Puerta de Hierro, S/N, 28040 Madrid, España

³Dept. Fisiología (Fisiología Animal), Facultad Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, Av. Puerta de Hierro, S/N, 28040 Madrid, España

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

Resumen

Un total de 129 fetos de conejas multíparas fueron estudiados según su posición intrauterina. Los más próximos al ovario presentaron mejores valores morfométricos que los más alejados a esta posición, asociándose asimismo un mayor peso placentario a un mayor peso fetal. Estas diferencias fueron mantenidas en la valoración de órganos fetales, como el cerebro, hígado y aparato digestivo, mostrándose un mayor desarrollo en los fetos adyacentes al ovario. A su vez se observó una correlación positiva entre el peso placentario y el peso de estos órganos. Las diferencias de peso dentro de la misma camada podrían estar asociadas a un mayor desarrollo placentario y por consiguiente mayor disponibilidad de nutrientes.

Palabras clave: feto, placenta, conejo.

Abstract

To study within-litter variation, 129 foetuses and their placentas were characterized regarding their position in uterus. Conceptus adjacent to the ovary had greater placental weight and therefore better morphometric parameters respect its siblings. Regarding fetal organs, brain, liver and digestive tract were significantly heavier in those developed next to the ovary. A positive correlation was obtained between placental and organ weights. These findings may be related to a higher placental development and therefore, a higher nutrient availability.

Keywords: fetus, placenta, rabbit.

Introducción

La selección genética ha mejorado considerablemente el número de crías por hembra gestante pero se observan grandes desigualdades en los pesos de los gazapos de la misma camada, que repercuten en su viabilidad, en la correcta homeostasis de la hembra y finalmente, en las tasas de reposición y beneficios de la explotación (Castellini et al., 2010). El conocimiento de los mecanismos por los cuales se producen las diferencias de peso en individuos de una misma camada y el poder actuar sobre ello podría favorecer la viabilidad de las camadas y, como consecuencia, el rendimiento económico de la explotación.

Material y métodos

El estudio se realizó con 129 fetos de 11 conejas multíparas New Zealand x California. A día 28 de gestación, las hembras fueron sacrificadas de acuerdo con la normativa del Real Decreto 53/2013. De cada cuerno uterino se extrajeron las unidades fetoplacentarias, de acuerdo a su posición. El feto más cercano al ovario fue clasificado como PROXIMAL, el más alejado del ovario se denominó DISTAL y todos los posicionados entre ambas zonas fueron clasificados con el término INTERMEDIO. Antes de la separación del feto de sus anejos fetales se midió la longitud del cordón umbilical. Después, se separó la decidua (placenta materna) de la zona del laberinto fetal (placenta fetal) y se pesaron por separado. Cada feto se

caracterizó fenotípicamente: se pesó y se midió la longitud (LON), el diámetro biparietal (DBP) y el torácico (DT). Se pesó la cabeza y el cuerpo del individuo por separado, el hígado, el aparato digestivo (tracto gastrointestinal) y el cerebro. Se realizó un ANOVA con el procedimiento GLM considerando la posición fetal como fuente de variación y el tamaño de camada como covariable. Se obtuvieron coeficientes de correlación entre el peso placentario y los órganos con el procedimiento CORR (SAS, versión 9.1).

Resultados y discusión

En lo que se refiere al peso de las placentas (Tabla 1) se observaron diferencias significativas entre posiciones intrauterinas. Las proximales (más cercanas al ovario) presentaron un mayor peso total ($P<0,05$) respecto a las otras zonas (intermedia y distal). Este aumento en el peso placentario es debido a un mayor peso del laberinto fetal ($P<0,05$). La placenta es un órgano temporal interpuesto entre la madre y el feto que transfiere los nutrientes necesarios y actúa como fuente de hormonas. La placenta de la coneja es de tipo hemocorial y discoidal (Perry, 1981), presentando la zona del laberinto, superficie vascular en la cual se produce el intercambio sanguíneo madre-feto (Pijnenborg et al., 1981). Un mayor desarrollo de esta zona podría estar asociado a un mayor número de vasos sanguíneos y por consiguiente a un mayor intercambio de nutrientes y oxígeno, lo que repercute en el crecimiento fetal (Argente et al., 2003). Mocé et al. (2004) observaron que en la coneja, el número de vasos sanguíneos en el sitio de implantación afecta al tamaño de la placenta fetal (laberinto) y por consiguiente al peso del feto, sin embargo no está asociado a cambios en la placenta maternal (decidua). Aquellos fetos que recibían más de 4 vasos sanguíneos eran superiores en tamaño a los que solo recibían 3 o menos. Nuestro estudio confirma que los fetos que se encuentran en posición proximal y con mayor desarrollo de la placenta fetal presentan mejores resultados fetométricos que los de las zonas uterinas más distales (Tabla 2), lo que concuerda con lo ya expuesto por Duncan (1969), que cree que es debido a un mayor flujo placentario, posiblemente por variaciones de flujo sanguíneo materno a nivel de la arteria uterina y a nivel del cordón umbilical (Reynolds et al., 1985). Los fetos desarrollados en la zona proximal, aparte de recibir el flujo de la arteria uterina, se beneficiarían del flujo de la arteria ovárica, próxima a la zona de implantación de este feto. A su vez, el flujo sanguíneo uterino tiene capacidad de adaptación, incrementándose o disminuyendo dependiendo del tamaño de la camada de la hembra politoca (Père and Etienne, 2000). Sin embargo, no en todas las especies se observa el mismo patrón de crecimiento. En cobayas, los fetos en la zona intermedia presentan menor tamaño que aquellos desarrollados en los extremos del útero (Ibsen, 1928). En ratones o cerdos, tanto la posición proximal como la distal reciben mayor aporte sanguíneo que la zona intermedia y, por consiguiente, los fetos en esas posiciones presentan un mayor peso a nacimiento (Bulman-Fleming and Wahlsten, 1991; Wise and Christenson, 1992).

Tabla 1. Estudio placentario según la posición intrauterina en día 28 de gestación (media±eem).

	Proximal	Intermedia	Distal	P > f
Peso (g)				
Placenta total	6,84±0,282a	5,78±0,138b	5,07±0,282c	**
Laberinto	5,06±0,245a	4,00±0,110b	3,78±0,245b	**
Decidua	1,29±0,093	1,29±0,045	1,11±0,010	n.s.
Longitud cordón (cm)	2,65±0,130	2,51±0,055	2,33±0,150	†

Medias en la misma fila con letras distintas son significativamente diferentes. n.s.: no significativo. †: $p<0,1$; **: $p<0,01$.

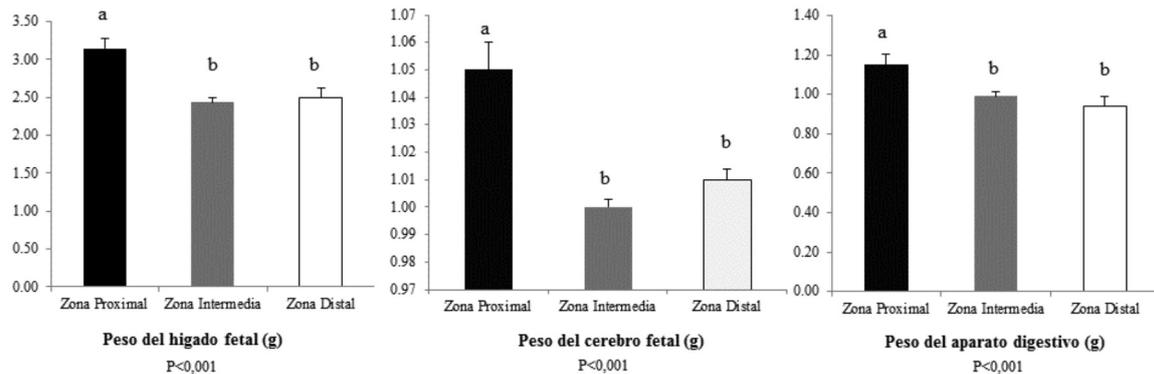
Tabla 2. Evaluación fetométrica en día 28 de gestación (media±eem).

	Proximal	Intermedia	Distal	P
DBP (cm)	1,81±0,035a	1,73±0,020b	1,65±0,034b	**
LON (cm)	10,68±0,020	10,25±0,010	10,13±0,020	†
DT (cm)	1,77±0,046a	1,64±0,022b	1,59±0,045b	**
Peso Fetal (g)	38,93±1,491a	33,25±0,727b	3,25±1,455b	**
Peso Cabeza (g)	9,82±0,327a	8,541±0,159b	8,26±0,319b	**
Peso Cuerpo (g)	29,11±1,181a	24,71±0,576b	24,26±1,153b	**

DBP: Diámetro Biparietal; LON: Longitud Fetal; DT: Diámetro Torácico. Medias en la misma fila con letras distintas son significativamente diferentes. n.s.: no significativo. †: $p<0,1$; **: $p<0,01$.

Aquellos fetos que se desarrollaron en la zona del cuerno más cercana al ovario presentaron un mayor desarrollo cerebral, hepático y digestivo (Figura 2).

Figura 2. Pesos de los órganos fetales a día 28 de gestación.



Letras distintas son significativamente diferentes. $P < 0,001$.

El cerebro, el hígado y el sistema digestivo, son los órganos que pueden estar más afectados positiva o negativamente dependiendo del flujo sanguíneo que reciban los fetos y que van a tener una repercusión en el desarrollo posterior del animal. Estas variaciones que experimenta el feto pueden ser generadas por la madre o por la placenta, como pueden ser situaciones en las que hay un exceso o déficit de nutrientes en la madre, diferente irrigación uterina según su posición o bien un daño o alteración placentaria (Redmer et al., 2004; Wallace et al., 2005). A través de los coeficientes de correlación analizados, podemos observar el papel que juega la placenta en el peso de estos órganos, observándose una correlación positiva, entre el peso placentario y el peso del cerebro ($r = 0,30$; $P = 0,01$), del hígado ($r = 0,71$; $P < 0,0001$) y del aparato digestivo ($r = 0,62$; $P < 0,0001$). En situaciones donde hay escasez de nutrientes se provoca una disminución del tamaño fetal, dando lugar a lo que se conoce como Crecimiento Intrauterino Retardado (CIR). Aquellos fetos con un menor aporte de nutrientes y de oxígeno, probablemente de las regiones más distales del útero, deberán de redirigir sus nutrientes a favor de órganos prioritarios para su vida neonatal, como el cerebro (Lukas et al., 1987), en detrimento de otros como el hígado o el digestivo (Haugen et al., 2004). Sin embargo, en el presente trabajo el peso de todos los órganos incluido el del cerebro, estaban reducidos en los fetos de posiciones intermedias y distales. Los gazapos recién nacidos ni oyen ni ven y la coneja nada más parir deja el nido, accediendo de nuevo a dar de mamar a sus gazapos una vez al día, durante sólo 3-4 minutos (Jilge and Hudson, 2001). Aunque los fetos distales nacerán antes y tendrán más probabilidades de recibir un primer amamantamiento que los proximales, estos últimos, con un mayor desarrollo cerebral, presentarían una capacidad motora superior a la de sus hermanos, de manera que podrían acceder a las mejores mamas, lo que podría generar que estas diferencias de peso a parto se mantuvieran durante toda la lactación (Bautista et al., 2008). En referencia al hígado, un adecuado crecimiento del mismo prepara la transición de alimentación placentaria a una alimentación láctea de un solo amamantamiento diario vía intestinal (Trahair and Sangild, 1997). A su vez, está asociada a un mayor depósito de glucógeno hepático y a una mayor actividad de las enzimas gluconeogénicas, permitiendo una mayor biosíntesis de glucosa necesaria para la termorregulación a edades tempranas. Por ello, aquellas crías con mayor capacidad motora y mayor peso del hígado pueden acceder a mejores posiciones dentro del nido, beneficiándose del calor de sus congéneres, lo que les permite un ahorro energético al no tener que utilizar sus recursos en la termorregulación y favoreciendo la conversión de leche en masa corporal (Bautista et al., 2008). Por el contrario, los más pequeños están más predispuestos a hipotermia (Wolf et al., 2008) y por tanto a una mayor mortalidad en lactación.

A nivel productivo, se ha observado que la homogeneización de las camadas, basada en anidamientos según los pesos, es de gran eficacia, especialmente cuando se realizan antes de las 6 horas post-parto (Heim et al., 2012). Sin embargo, esto incrementa la manipulación de las mismas, el gasto en mano de obra y la posible transferencia de enfermedades de tipo contagioso en la granja. Vistas las diferencias generadas por la elevada prolificidad de las conejas reproductoras, las consecuencias que las mismas provocan en el tamaño y supervivencia de los fetos, y sabiendo el papel que juega la placenta en estos aspectos, el siguiente paso es estudiar si podríamos actuar de algún modo en el desarrollo de la misma para que no

existan diferencias significativas debidas al lugar de implantación (proximal o distal), con el fin de conseguir más homogeneidad en las camadas.

Agradecimientos

Financiado por el Proyecto AGL2011-23822 y la C.M. (S2013/ABI-2913).

Bibliografía

- Argente M.J., Santacreu M.A., Climent A., Blasco A. 2003. Relationships between uterine and fetal traits in rabbits selected on uterine capacity. *Journal of Animal Science*, 81:1265-1273.
- Bautista A., García-Torres E., Martínez-Gómez M., Hudson R. 2008. Do newborn domestic rabbits *Oryctolagus cuniculus* compete for thermally advantageous positions in the litter huddle? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 62:331-339.
- Bulman-Fleming B., Wahlsten D. 1991. The effects of intrauterine position on the degree of corpus callosum deficiency in two substrains of BALB/c mice. *Developmental Psychobiology*, 24:395-412.
- Castellini C., Dal Bosco A., Arias-Alvarez M., Lorenzo P.L., Cardinali R., Rebollar P.G. 2010. The main factors affecting the reproductive performance of rabbit does: a review. *Animal Reproduction Science*, 122:174-182.
- Duncan S.L. 1969. The partition of uterine blood flow in the pregnant rabbit. *The Journal of Physiology*, 204:421-433.
- Haugen G., Hanson M., Kiserud T., Crozier S., Inskip H., Godfrey K.M. 2005. Fetal liver-sparing cardiovascular adaptations linked to mother's slimness and diet. *Circulation Research*, 96:12-14.
- Heim G., Mellagi A.P.G., Bierhals T., de Souza L.P., de Fries H.C.C., Piuco P., Seidel E., Wentz I., Bortolozzo F.P. 2012. Effects of cross-fostering within 24h after birth on pre-weaning behaviour, growth performance and survival rate of biological and adopted piglets. *Livestock Science*, 150:121-127.
- Ibsen H.L. 1928. Prenatal growth in guinea pigs with special references to environmental factors affecting weight at birth. *Journal of Experimental Zoology*, 12:108-114.
- Jilge B and Hudson R. 2001. Diversity and development of circadian rhythms in the European rabbit. *Chronobiology International*, 18:1-26.
- Lukas J.C., Rosenkrantz T.S., Raye J.R., Porte P.J., Philipps A.F. 1987. Intrauterine growth retardation after long-term maternal salicylate administration in the rabbit. *American Journal of Obstetric and Gynecology*, 156:245-249.
- Mocé M.L., Santacreu M.A., Climent A., Blasco A. 2004. The effect of divergent selection for uterine capacity on fetal and placental development at term in rabbits: maternal and embryonic genetic effects. *Journal Animal Science*, 82:1046-1052.
- Père M.C., Etienne M. 2000. Uterine blood flow in sows: effects of pregnancy stage and litter size. *Reproduction Nutrition Development*, 40:369-382.
- Perry J.S. 1981. The mammalian fetal membranes. *Journal of Reproduction and Fertility*, 62:321-335.
- Pijnenborg R., Bland J.M., Robertson W.B., Dixon G., Brosens I. 1981. The pattern of interstitial trophoblastic invasion of the myometrium in early human pregnancy. *Placenta*, 2:303-316.
- Redmer D.A., Wallace J. M., Reynolds L. P. 2004. Effect of nutrient intake during pregnancy on fetal and placental growth and vascular development. *Domestic Animals Endocrinology*, 27:199-217.
- Reynolds L.P., Ford S.P., Ferrell C.L. 1985. Blood flow and steroid and nutrient uptake of the gravid uterus and fetus of sows. *Journal Animal Science*, 61:968-974.
- Trahair J.F., Sangild P.T. 1997. Systemic and luminal influences on the perinatal development of the gut. *Equine Veterinary Journal*, 24:40-50.

Wallace J. M., Milne J. S., Aitken R.P. 2005. The effect of overnourishing singleton bearing adult ewes on nutrient partitioning to the gravid uterus. *British Journal of Nutrition*, 94:533-539.

Wise T.H., Christenson R.K. 1992. Relationship of fetal position within the uterus to fetal weight, placental weight, testosterone, estrogens, and thymosin α_4 concentrations at 70 and 104 days of gestation in swine. *Journal Animal Science*, 70:2787-2793.

Wolf J., Záková E., Groeneveld E. 2008. Within-litter variation of birth weight in hyperprolific Czech Large White sows and its relation to litter size traits, stillborn piglets and losses until weaning. *Livestock Science*, 115:195-205.

ETOLOGÍA

- **Comportamiento materno de la coneja con acceso restringido al nido**
Cervera C., Crespo S.I., Martínez-Paredes E.

- **Valoración del uso de la plataforma de la jaula por conejas y gaza-
pos durante la lactación**
Sahuquillo J., Martínez-Paredes E., Villagrà A., Cervera C.

Comportamiento materno de la coneja con acceso restringido al nido

Maternal behavior of rabbit doe having a nest restricted access

Cervera C.*, Crespo S.I., Martínez-Paredes E.

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

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

Resumen

La restricción de acceso al nido durante las tres primeras semanas de lactación ha sido controlada con el objetivo de observar su influencia en la producción de leche y el comportamiento respecto al nido de 48 conejas multíparas en lactación controlada. Los datos productivos de la madre, así como el crecimiento y viabilidad de las camadas no se vieron afectados por el cierre del nido, aunque la frecuencia de acercamientos a éste de la madre fue menor ($P < 0,001$) cuando el nido permaneció cerrado todo el día, especialmente durante la primera semana de lactación y después del amamantamiento de la camada.

Palabras clave: Acceso nido, producción leche, ingestión pienso, grasa perirrenal, conejas lactantes.

Abstract

The effects of nest access restriction on milk production and nest behaviour of 48 multiparous rabbit does was measured during the first three weeks of controlled lactation. The growth and viability of litters and the productivity of rabbit does were not affected by mother access to nest, but the frequency of approximation to the nest by the rabbit does showed a reduction when the nest was permanently closed ($P < 0,001$), specially during the first week of lactation and after nursing.

Keywords: Nest access, milk yield, feed intake, perirenal fat thickness, lactating rabbit does.

Introducción

El contacto materno de la coneja con sus gazapos, tanto silvestre como doméstica, es bastante limitado durante la lactancia, ya que los gazapos permanecen dentro del nido sin que su madre los cuide, excepto inmediatamente después del parto y unos pocos minutos diarios durante el amamantamiento (Hudson et al., 1996).

Las visitas al nido de la hembra alcanzan su máximo el día del parto y el siguiente, reduciéndose conforme aumenta la edad de los gazapos (Fernández-Carmona et al., 2005). Es raro encontrar a las conejas en el interior del nidal cuando no amamantan, lo que sucede habitualmente una vez al día, antes del inicio del periodo de luz (González-Mariscal et al., 2013), si bien se han descrito algunos casos de amamantamiento en las primeras horas del periodo de luz (Matics et al., 2012), durante el periodo de oscuridad o incluso varios amamantamientos diarios (Hoy et al., 2000).

Habitualmente la entrada del nido se mantiene abierta permanentemente, lo que puede inducir a la coneja a aumentar las visitas o los contactos con el nido en respuesta a estímulos acústicos u olfativos (Baumann et al., 2005a). De hecho, algunos autores señalan que entre un 20 y un 40% de las conejas visitan dos o tres veces al día el nido, sin que ello suponga amamantamiento.

El cierre del nido, o su retirada de la jaula de la madre, se realiza en las granjas para controlar la lactación durante las dos o tres primeras semanas de vida con el objeto de reducir la mortalidad de los gazapos, o durante 24 o 48 horas como estímulo para restaurar el estro de la madre. Esta práctica, más parecida al comportamiento habitual de la coneja silvestre, puede modificar el comportamiento de la madre (Baumann et al., 2005b), aunque los efectos de esta restricción sobre los animales son contradictorios; en algunos casos se ha encontrado una reducción del estrés y de la mortalidad de los gazapos (Verga et al., 2007), pero en otros la mortalidad no se vio afectada (Szendrő et al., 1999), o no ha podido ser verificada su relación directa (Baumann et al., 2005b).

A partir de los 16 días de edad los gazapos comienzan a salir del nido y las relaciones con la madre y entre ellos, se amplían y se desarrollan tanto dentro como fuera del nido, por lo que éste permanece abierto hasta el destete definitivo.

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto sobre la producción y sobre el comportamiento de inspección de la camada por la madre cuando se impide el acceso al nido fuera del momento del amamantamiento.

Material y métodos

Se utilizaron 48 conejas multíparas divididas en tres series (16 conejas/serie), cuyas camadas fueron estandarizadas a 10 gazapos después del parto. El día del parto se asignaba a las conejas a uno de los siguientes manejos: el primero (12 conejas) tuvo el nido siempre abierto (grupo A) durante la mañana (9-15h), de lunes a viernes durante las tres primeras semanas de lactación; el segundo tipo de manejo (36 conejas) fue igual al anteriormente descrito, con la excepción de que el nido permanecía cerrado todo el día de lunes a viernes, a excepción del momento del amamantamiento a las 9h, durante una de las tres semanas de control (12 conejas/semana). Cuando las conejas del segundo tipo de manejo tuvieron los nidos abiertos se identificaron como grupo CA y la semana que lo tuvieron cerrado como grupo CC.

Se midieron semanalmente los pesos y consumos de pienso de las madres, peso de las camadas, así como el grosor de los depósitos perirrenales de las conejas (Pascual et al., 1998). La producción de leche se calculó por diferencia de peso antes y después del amamantamiento. En cuanto a los datos de comportamiento, los lunes y los viernes de cada semana se midieron a las 9h, después del amamantamiento, y a las 14h por observación directa, durante media hora en cada caso, el número de accesos (o de acercamientos) de la madre al nido y el tiempo que permanecía dentro o en la entrada de éste.

Los datos se analizaron estadísticamente mediante un análisis de la varianza (SAS, 2001), que incluyó como factores la semana de lactación, el nido abierto o cerrado y la serie para los datos de producción de madre y camadas; el día, el nido y la serie para la producción de leche; y el día, la hora, el nido y la serie para los datos de acceso al nido. Se incluyeron las interacciones entre los factores para todos los análisis.

Resultados y discusión

Tabla 1. Efecto del cierre del nido sobre la producción y el comportamiento materno de la coneja durante las tres primeras semanas de lactación.

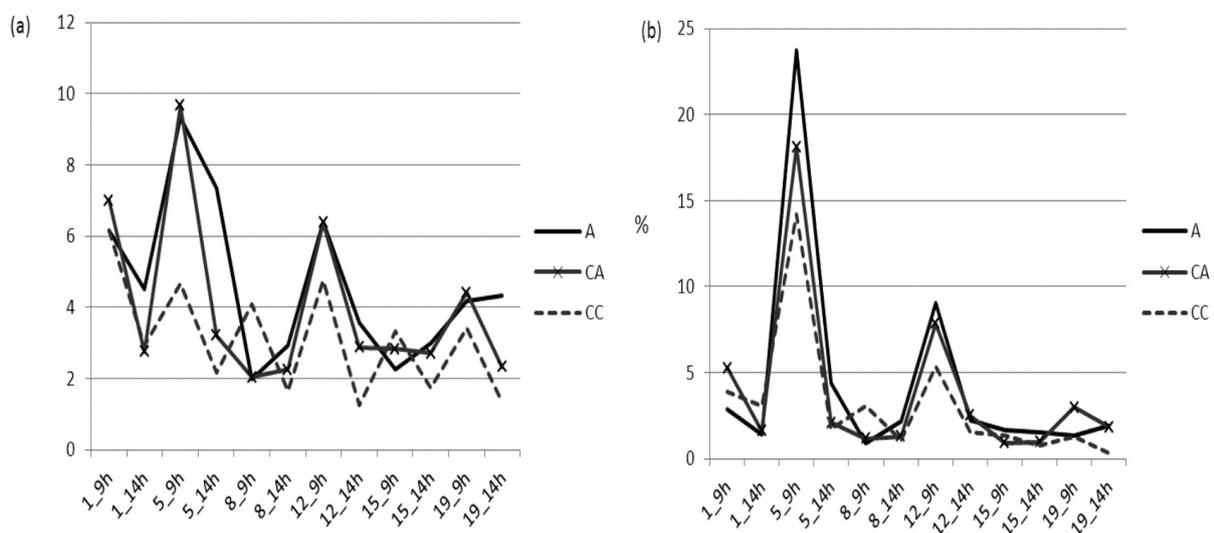
	A	CA	CC	SE	P
Coneja					
Variación peso (g/d)	9,6	14,2	16,4	5,75	0,2939
Ingestión (g MS/d)	429	425	422	15,3	0,8285
Depósitos grasos (mm)	7,2	7,2	7,1	0,20	0,6265
Variación depósitos (mm/s)	0,15	0,17	0,09	0,14	0,9008
Producción leche (g/d)	215	215	218	3,76	0,7686
Camada					
Peso camada (g)	3274	3186	3355	109,6	0,9105
Peso gazapo (g)	343	353	350	10,1	0,7766
Crecimiento (g/d)	19,4	20,0	19,9	0,77	0,5637
Tamaño 28d	9,5	9,2	9,2	0,30	0,3866
Acceso a nido					
Frecuencia	4,7 ^b	4,0 ^b	3,1 ^a	0,29	0,0009
Tiempo (seg)	80	70	56	9,7	0,2318

A: Nido abierto. CA: Nido abierto dos de las tres semanas de lactación. CC: Nido cerrado. SE: error estándar. P: significación estadística. Medias de la misma variable con letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

En la Tabla 1 se muestran los datos de producción de las conejas, el crecimiento de las camadas y el comportamiento de la madre según la apertura o cierre de los nidos. Solo la frecuencia de acercamiento o de acceso al nido de la madre fue significativamente menor ($P < 0,001$) cuando los nidos permanecían cerrados todo el tiempo en cualquiera de las tres semanas estudiadas. Dicho efecto fue mayor durante la primera semana, y, especialmente el día 5 post-parto (Figura 1), que es cuando se registró una mayor actividad de la coneja hacia el nido en todos los grupos. Por otro lado, el tiempo total que la coneja exhibía este comportamiento no mostró diferencias significativas entre los tres grupos en ninguno de los días que se realizó el control. Estos resultados coinciden con los encontrados por Baumann et al. (2005b).

La frecuencia y el tiempo de acceso al nido de la madre varió significativamente en los seis días de medida ($P < 0,001$) y con el momento del día ($P < 0,001$), tal como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Frecuencia (a) y tiempo (b, %) destinado por las conejas a visitar y/o inspeccionar el nido cuando se mantiene cerrado (CC) o abierto durante las tres primeras semanas de lactación (A) o en dos de las tres semanas (CA), medido desde el día 1 hasta el 19 postparto, después de la lactación (9h) y en las primeras horas de la tarde (14h).



La frecuencia de acercamiento al nido de la madre y, en especial el tiempo, fue mayor durante la primera semana de lactación y durante la mañana después del amamantamiento, aunque mostró una variabilidad muy alta (CV: 100 y 212 %, respectivamente), tanto entre conejas, como entre los distintos momentos y semanas de observación.

En ningún momento se observaron visitas con amamantamiento, y las entradas de la madre dentro del nido durante unos segundos fueron escasas, siendo los comportamientos más frecuentes: i) el acercamiento de la cabeza a la entrada del nido de apenas unos segundos de duración, especialmente frecuente el día post-parto, por la mañana y con el nido cerrado, ii) la introducción de la cabeza dentro del nido abierto durante un tiempo en torno al minuto, y iii) permanencia de la madre mordiendo los alrededores de la entrada del nido con una duración variable entre 1 y más de 5 minutos. Este último comportamiento, que algunos autores relacionan como posible indicador de estrés, se observó tanto con los nidos cerrados como abiertos.

Estas variaciones en el comportamiento de la madre en relación al nido no parecen haber influido ni en el crecimiento, ni en la viabilidad de las camadas, dado que la interferencia con los gazapos ha sido mínima, razón que aducen Coureaud et al. (2000) entre otros autores como causa de una mayor mortalidad de las camadas con libre acceso de la madre al nido.

Bibliografía

Baumann P., Oester H., Stauffacher M. 2005a. The influence of pup odour on the nest related behavior of rabbit does (*Oryctolagus cuniculus*). *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 93:123-133.

Baumann P., Oester H., Stauffacher M. 2005b. Effect of temporary nest box removal on maternal behaviour and pup survival in caged rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 91:167-178.

Coureaud G., Schaal B., Coudert P., Hudson R., Rideaud P., Orgeur P. 2000. Mimicking natural nursing conditions promotes early pup survival in domestic rabbits. *Etology*, 106:207-225.

Fernández-Carmona J., Solar A., Pascual J.J., Blas E., Cervera C. 2005. The behaviour of farm rabbit does around parturition and during lactation. *World Rabbit Sci.*, 13:253-277.

González-Mariscal G., Toribio A., Gallegos J.A., Serrano-Meneses M.A. 2013. The characteristics of suckling stimulation determine the daily duration of mother-young contact and milk output in rabbits. *Dev. Psychobiol.*, 55:809-817.

Hoy S., Seitz K., Selzer D., Schüddemage M. 2000. Nursing behaviour of domesticated and wild rabbit does under different keeping conditions. En: 7th World Rabbit Congress Valencia, España, pp. 537-543.

Hudson R., Schaal B., Bilko Á., Altbäcker V. 1996. Just three minutes a day: the behaviour of young rabbits viewed in the context of limited maternal care. En: 6th World Rabbit Congress, vol 2. Toulouse, Francia, pp. 395-403.

Matics Z., Gerencsér Z., Mikó A., Radnai I., Odermatt M., Nagy I., Szendrő Z. 2012. Effect of different lighting schedules (16L:8D or 12L:6D) on nursing behaviour of rabbit does. En: 10th World Rabbit Congress. Sharm El-Sheikh, Egipto, pp. 1063-1067.

Pascual J.J., Blanco J., Piquer O., Quevedo F., Cervera C. 2004. Ultrasound measurements of perirenal fat thickness to estimate the body condition of reproducing rabbits does in different physiological status. *World Rabbit Sci.*, 12:7-21.

SAS Institute. 2001. SAS/STAT® User's Guide (Release 8.2). SAS Inst. Inc., Cary NC, USA.

Szendrő Zs., Radnai I., Theau-Clément M., Jovánczai Zs., Biró-Németh E., Milisits G., Poigner J. 1999. Some factors influencing the effectiveness of post partum artificial insemination. En: 11th Hungarian Conference on Rabbit Production. Kaposvár, Hungría, pp. 113-118.

Verga M., Luzi F., Carenzi C. 2007. Effects of husbandry and management systems on physiology and behaviour of farmed and laboratory rabbits. *Horm. Behav.*, 52:122-129.

Valoración del uso de la plataforma de la jaula por conejas y gazapos durante la lactación

Assessment of the use of the cage platform in rabbit does and kids during lactation

Sahuquillo J.¹, Martínez-Paredes E.¹, Villagrà A.^{2*}, Cervera C.¹

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

² Centro de Tecnología Animal, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias CITA-IVIA, Polígono La Esperanza 100, 12400 Segorbe, Castellón, España

*Dirección de contacto: villagra_ara@gva.es

Resumen

En la actualidad la presencia y la funcionalidad de plataformas elevadas en las jaulas de conejas reproductoras está siendo debatida profundamente en el seno de la Unión Europea. En este trabajo se valora el uso de estas plataformas por parte de las conejas y de los gazapos, tanto en tiempo como en frecuencia. Los resultados muestran que las conejas las utilizan principalmente para escapar de los gazapos y que, una vez estos pueden acceder a ella, la utilizan más que la propia madre.

Palabras clave: bienestar, comportamiento, coneja, plataforma.

Abstract

The presence and functionality of elevated platform in rabbit does cages is being deeply discussed in the European Union nowadays. This work assesses the use of this platform by the rabbit doe and the litter, both in time and in frequency. Results show that mothers use it mainly to run away from the litter and also that once the little rabbits can reach the platform, they use it even more than the doe.

Keywords: welfare, behaviour, rabbit doe, elevated platform.

Introducción

En el diseño de jaulas para conejas, Stauffacher (1992) sugiere la necesidad de proveer a las hembras de un área de descanso o de huida de modo que se puedan mantener alejadas de los gazapos, y la opción más viable parece ser la instalación de un área elevada o plataforma porque es la única que permite aumentar el espacio disponible sin incrementar la superficie del suelo necesaria por jaula (Finzi et al., 1996).

Los estudios realizados sobre este tipo de jaulas consideran tres ventajas respecto las jaulas tradicionales: permite a las conejas alejarse de la camada (Mirabito et al., 2004), al ser jaulas más altas, permite a los animales llevar a cabo comportamientos hasta ahora restringidos (Mirabito et al., 2007) como erguirse completamente sobre las patas traseras y saltar, y puede considerarse como un elemento de enriquecimiento ambiental que hace más estimulante el entorno para el animal ya que permite hacer ejercicio (Olivas et al., 2010).

Hay diversos trabajos que han comparado la cría de conejos con las jaulas tradicionales frente a las jaulas con plataforma, con el objetivo de evaluar si estas jaulas tienen efectos beneficiosos sobre el bienestar de los conejos, y la repercusión que podría tener a nivel productivo este tipo de sistemas. Así, Olivas et al. (2010) analizan el comportamiento y la sanidad concluyendo que las jaulas con plataforma cumplen una función de enriquecimiento ambiental, pero aparecen problemas de alopecia facial y de pododermatitis, aunque los rendimientos productivos no se ven afectados. Por su parte, Negretti et al. (2010) concluye que los conejos no necesitan jaulas mayores para conseguir un mejor bienestar, mostrando que el 99 % del tiempo los conejos están en la parte inferior de la jaula.

Por otro lado, Alfonso et al. (2011, 2014) observan que las conejas lactantes utilizan un 23 % del tiempo la plataforma y un 78 % del tiempo permanecían tumbadas, y se suben a ella para huir de los gazapos, pero su uso provocaba problemas de higiene. También Mirabito et al. (1999) observaron variaciones en el uso de la plataforma de un 35 a un 20 % del tiempo en función del momento de lactación de la coneja.

No obstante, es necesario tener en cuenta que las plataformas deben ser evaluadas en detalle valorando otros factores como la suciedad de la jaula, la alopecia de los animales, la pododermatitis o incluso cuestiones relacionadas con el manejo (Lagardera et al., 2014).

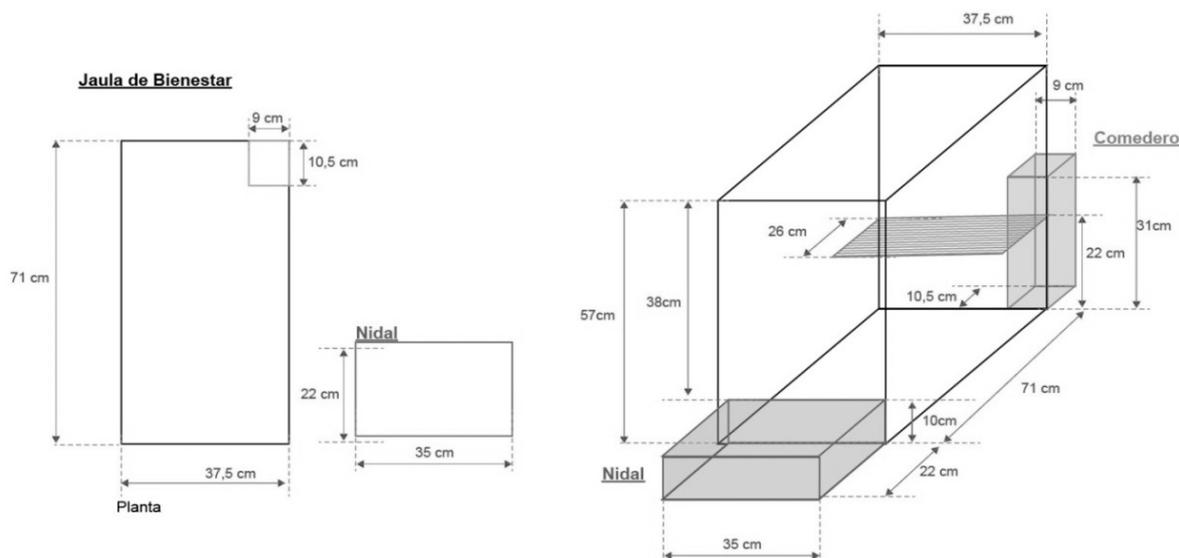
El objetivo del presente trabajo es evaluar qué uso hacen las hembras y los gazapos de la plataforma elevada de las jaulas, cuándo la utilizan y si el uso es compartido por ambos.

Material y métodos

Las jaulas evaluadas, son de malla electrosoldada y tienen unas dimensiones de 37,5 x 71 cm de base y 57 cm de altura. Estas jaulas están provistas de una plataforma corrediza situada a 22 cm desde el suelo de la jaula, que permite un segundo plano en la mitad de la jaula con unas dimensiones de 37,5 x 28 cm, disponen de un bebedero de tipo chupete situado a una altura de 20,5 cm, un comedero de acero galvanizado en su interior situado a 11 cm de altura, y un nidal en la parte delantera de la jaula que tiene unas dimensiones de 35x22 cm de base y está hundido en la jaula a 10 cm de profundidad. Todas las jaulas disponen también de reposapatas en la parte inferior.

Las dimensiones totales de la jaula son de 3638 cm² (2663 cm² en el piso inferior y 975 cm² en la plataforma) y de 770 cm² el nido, tal y como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Esquema de la jaula utilizada en el experimento.



El uso de la plataforma se midió mediante grabaciones de 24 horas, realizadas en domingo, día de la semana que no se interacciona con los animales, utilizando un equipo de grabación de video digital DVR NX- 5009, para su posterior visionado y obteniendo imágenes como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Imagen durante el visionado de las grabaciones.



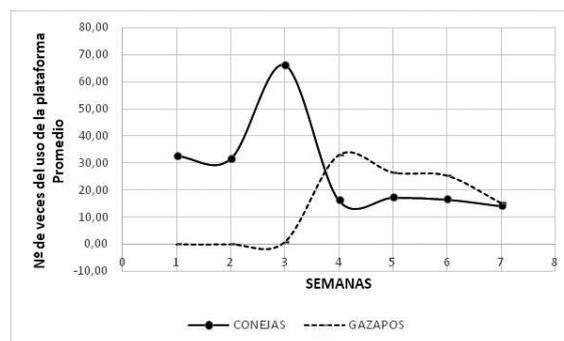
Se visionaron las grabaciones de 7 conejas reproductoras de la línea Longeva Productiva (LP) de la Universitat Politècnica de València con sus gazapos los días 6, 13, 20, 27, 34, 41 y 48 después del parto, y se registró a qué hora subían a la plataforma y a qué hora bajaban de ella tanto la coneja como uno solo o más gazapos, calculando la frecuencia y el tiempo de permanencia (tanto de la hembra como de los gazapos) en la plataforma a lo largo de las 24 horas observadas.

En cuanto al análisis estadístico se realizó un Análisis de Varianza mediante el programa Statgraphics Plus 5.1.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos muestran diferencias significativas ($P < 0,001$) en las distintas semanas de lactación. En las Figuras 3 y 4 se observa que las conejas usan la plataforma durante las dos primeras semanas, cuando los gazapos aún permanecen dentro del nidal, permaneciendo en ella en torno al 15% del día. En cambio, la frecuencia de uso se duplica en la tercera semana, así como el tiempo de permanencia en ella (35%) cuando los gazapos ya salen del nidal pero todavía no pueden subir a ella, posiblemente porque la utiliza como elemento de huida, tal como indica Mirabito (2003).

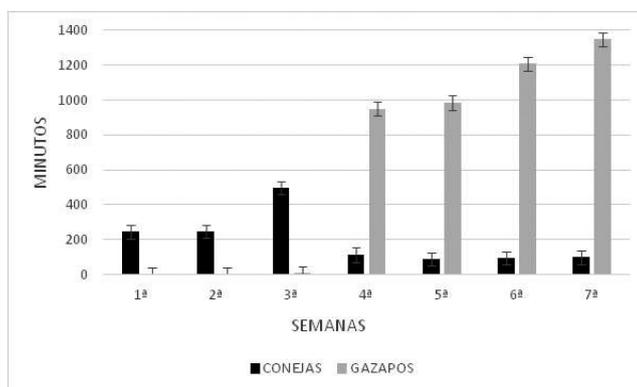
Figura 3. Promedio del número de veces del uso de la plataforma de las conejas y de los gazapos a lo largo de la lactación.



A partir de la cuarta semana, los gazapos ya suben a la plataforma y permanecen en ella en torno al 66% del tiempo, por lo que las hembras disminuyen su uso considerablemente, 7% del día, y se mantiene así durante el resto de la lactación, mientras que la permanencia sobre la plataforma por parte de los gazapos se va incrementando hasta alcanzar valores del 94% del día, lo que puede ser debido al crecimiento y la mayor densidad de animales en la jaula, que hace preciso ocupar todo el espacio disponible.

Los valores de uso de la plataforma por la coneja son inferiores a los proporcionados por Finzi et al. (1996), con un 53% del tiempo, pero más próximos a los porcentajes de Mirabito (2007), con un 28%, y de Alfonso et al. (2014) con valores de 23%.

Figura 4. Tiempo de uso de la plataforma (durante 24 horas) de las conejas y de los gazapos a lo largo de la lactación



En conclusión, se puede afirmar que la plataforma sirve de huida para la coneja de sus gazapos, en el momento en que empiezan a salir del nido, más que de elemento enriquecedor, y para aumentar el espacio disponible. Asimismo, el uso de la plataforma es mayor por parte de los gazapos que de las madres.

Bibliografía

- Alfonso C., Martín E., de Blas C., García-Rebollar P., García-Ruiz A.I. 2011. Efecto del tipo de jaula sobre el comportamiento de conejas reproductoras en distintos estados fisiológicos. En: XXXVI Symposium de Cunicultura de ASESCU. Peñíscola, España, pp. 50-53.
- Alfonso C., Martín E., De Blas C., Ibáñez M.A., García-Rebollar P., García-Ruiz A.I. 2014. Effect of cage type on the behaviour pattern of rabbit does at different physiological stages. *World Rabbit Science*, 22:59-69.
- Finzi A., Margarit R., Calabrese A. 1996. A two-floor cage for rabbit. 6th World Rabbit Congress. Toulouse, France, pp: 423-424.
- Lagardera G., Solaz S., Martínez-Paredes E., Cervera C. 2014. Comparación de algunos aspectos del manejo y de la sanidad de conejas lactantes según el diseño de la jaula de maternidad. En: XXXIX Symposium de Cunicultura de ASESCU. Tudela, España, pp 42-45.
- Mirabito L., Buthon L., Cialdi G., Galliot P., Souchet C. 1999. Effect du logement des lapins en cages rëhausseés avec plateforme: Premiers resultat. 8èmes Journées de la Recherche Cunicole. Paris, France, pp. 67-70.
- Mirabito L. 2003. Logement et bien-etre du lapin: les nouveaux enjeux. *Proceedings 10 Journées de la Recherche Cunicole*. Paris, France, pp. 163-172.
- Mirabito L., Galliot P., Souchet C. 2004. Effet de la Surface disponible et de l'aménagement de cages sur les performances zootechniques et le comportement des lapins et des jeunes. *Journées Nationale ITAVI, Elevage du lapin de chair*, pp. 40-52.
- Mirabito L. 2007. Logement et bien-être du lapin: plus de questions que de réponses? *INRA Productions Animales*, 20:59-64.
- Negretti P., Bianconi G., Finzi A. 2010. Postura y comportamiento del conejo para determinar la altura de la jaula en relación con el bienestar animal. XXXV Symposium de cunicultura de ASESCU. Segovia, España, pp. 54-58.
- Olivas I., Gómez E., Lainez M., Villagrà A. 2010. Jaulas con plataforma. ¿Mejorando el bienestar animal? *Un estudio piloto*. *Boletín de Cunicultura*, 162:27-40.
- Stauffacher M. 1992. Group housing and enrichment cages for breeding, fattening and laboratory rabbits. *Animal Welfare*, 1:105-125.

PATOLOGÍA

- Importancia de Rotavirus tipo A en conejo de cebo: estudio comparativo entre animales con procesos entéricos y animales sanos

Domingo P., Fernández A., Sanz C., Pueyo R., Borobia M., Muñoz A., Benito A., Chacón G.

- Caracterización molecular de los aislados de Pasteurella multocida asociados a las principales manifestaciones clínicas de la pasteurelosis en granjas de conejos en la Península Ibérica

García-Alvarez A., Fernández A., Sanz C., Borobia M., Chaves F., Cid D.

- Evaluación de autovacunas frente a Staphylococcus aureus basadas en exopolisacáridos en granjas cunícolas

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

- ¿Qué armas inmunológicas presentan los conejos frente a las infecciones por Staphylococcus aureus?

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

- Cómo se adapta Staphylococcus aureus a los conejos?

Penadés M., Comos M., Selva L., Muñoz-Silvestre A., García-Quirós A., Corpa J.M.

- Efecto de aditivos naturales sobre los rendimientos productivos y conteo fecal de ooquistes de conejos infectados con coccidios

Saiz A., Martín E., Alfonso C., García-Ruiz A.I., Comenge J., del Cacho E., Marco M.

- Diagnóstico de patologías digestivas en conejos de cebo: resultados preliminares

Pérez C., Pérez A., Coscelli G., Azevedo, A.M., Panadero R., Prieto A., Díaz J.M., Gullón J., Prieto C., García N., Sánchez del Cueto M., García C., Quiroga M.I., Fernández G., Díez-Baños P.

Importancia de Rotavirus tipo A en conejo de cebo: estudio comparativo entre animales con procesos entéricos y animales sanos

Importance of Rotavirus Type A in enteric process in fattening rabbit: comparative study between animals with enteric processes and healthy animals

Domingo P., Fernández A., Sanz C., Pueyo R., Borobia M., Muñoz A., Benito A., Chacón G*.

Exopol S.L. Pol. Río Gállego D-8. 50840 San Mateo de Gállego. Zaragoza. España.

*Dirección de contacto: gchacon@exopol.com

Resumen

Las enfermedades entéricas causan graves pérdidas económicas en cunicultura debido a la mortalidad, disminución del crecimiento y empeoramiento del índice de conversión. El objetivo de este estudio fue valorar la importancia de rotavirus tipo A dentro del diagnóstico diferencial de diarreas en conejos de cebo y su posible relación con otros agentes. Para ello, se analizaron 90 casos de conejos de cebo (entre 35 y 55 días de vida) con sintomatología digestiva y 40 casos sin aparente sintomatología digestiva. Se realizó el cultivo microbiológico de las muestras; se detectó rotavirus tipo A y gen eae de *Escherichia coli* mediante PCR a tiempo real (qPCR). *Eimeria spp.* fue detectada mediante análisis coprológico y se valoró la presencia de *Clostridium spiroforme* y *perfringens* mediante tinción de Gram a partir de improntas de digestivo. El 57,8% de los casos de animales enfermos fueron positivos a rotavirus frente al 25% de los animales sanos ($p < 0,01$). La presencia de un sólo agente estudiado no superó el 2,2% de los casos enfermos, evidenciando el carácter multifactorial de los procesos entéricos. La presencia de rotavirus tipo A en animales enfermos conllevó un aumento significativo de la proporción de otros agentes etiológicos (*Eimeria spp.* y *Escherichia coli* enteropatógeno). En conclusión, rotavirus tipo A es un agente implicado en los procesos entéricos de los conejos de cebo siendo necesario incluir su análisis en el diagnóstico diferencial.

Palabras clave: rotavirus, gen eae, *Clostridium spp.*, coccidios, enteritis, conejo.

Abstract

Enteric diseases produce serious economic losses in cuniculture due to mortality, decreased growth and worsening conversion rate. The aim of this study was to assess the importance of rotavirus in the differential diagnosis of diarrhoea in fattening rabbits and the relation with other etiological agents. Therefore, digestive tract samples of 90 cases with gastrointestinal symptoms and 40 cases without gastrointestinal symptoms in fattening rabbits between 35 and 55 days of age were analyzed. Samples were microbiologically cultured and PCR real time assay (qPCR) was used for the detection of rotavirus and *Escherichia coli* eae gene. *Eimeria spp.* was detected by coprology study and the presence of *Clostridium spiroforme* and *Clostridium perfringens* was assessed by Gram strain. Rotavirus was detected in 57.8% of cases of sick animals, nevertheless just 25% of healthy animals were positive ($p < 0.01$). The presence of a single agent did not exceed 2.2%, demonstrating the multifactorial nature of enteric processes. The presence of rotavirus in sick animals increases the presence of other agents: coccidia and enteropathogenic *E. coli*, $p < 0.05$. To conclude, rotavirus type A is involved in enteric processes in fattening rabbits being necessary to include it in the differential diagnosis.

Keywords: rotavirus, eae gene, *Clostridium spp.*, coccidia, enteritis, rabbit.

Introducción

Las enfermedades entéricas causan graves pérdidas económicas en cunicultura debido a la mortalidad, disminución del crecimiento y empeoramiento del índice de conversión (Schoeb et al., 1986). Rotavirus, *Escherichia coli* (*E. coli*) y coccidios

(*Eimeria spp.*) son endémicos en las explotaciones, produciendo procesos multifactoriales, en los que influyen muchos factores: parasitarios, infecciosos, relacionados con el animal y con el ambiente (Rosell, 2000; Cerioli et al., 2004).

La principal causa entérica que da lugar a mayor morbilidad y mortalidad en conejos destetados es *E. coli*. Su virulencia parece estar asociada con el gen *eae*, es decir con cepas de *E. coli* enteropatógenos (*EPEC*), las cuales pueden diferenciarse por sus patrones de fermentación de azúcares (Blanco et al., 1996).

Otra causa bacteriana que puede llevar a una elevada mortalidad en cebo es la enterotoxemia producida por *Clostridium spp.*, debido a una disbiosis de la microflora normal del ciego. Las especies de *Clostridium* más importantes en cunicultura son *C. perfringens* y *C. spiroforme* (Markey et al., 2013).

Los principales endoparásitos que afectan al tracto digestivo en conejos de cebo son *Eimeria spp.* y *Passalurus ambiguus* (Rosell, 2000). *Passalurus ambiguus* es un helminto no patógeno que rara vez ocasiona infección (Hendrix, 1999). Los coccidios de género *Eimeria* son los parásitos más comunes del conejo y presentan gran patogenicidad, principalmente *Eimeria magna* y *Eimeria irresidua* (Licois y Coudert, 1982; Hendrix, 1999).

Hasta el momento hay pocos estudios sobre la implicación de virus entéricos en procesos digestivos en conejos, siendo de gran importancia en otras especies domésticas como porcino o bovino. El agente viral más descrito en cunicultura es el rotavirus tipo A, perteneciente a la familia *Reoviridae* (Kapikian et al., 2001). La infección por rotavirus tipo A es más frecuente en conejos en crecimiento (35 a 50 días de edad) y está caracterizada por una alta tasa de morbilidad, con signos clínicos no específicos (diarrea, anorexia y depresión) (Lavazza et al., 2008). Sin embargo, a pesar de que su presencia es endémica en las explotaciones cunícolas, hay pocas referencias sobre su patogenicidad en conejos, por lo que nos planteamos que pudiera estar infradiagnosticado.

De este modo, el objetivo que se pretendió alcanzar con este estudio fue valorar la importancia de rotavirus tipo A dentro del diagnóstico diferencial de diarreas en conejos de cebo.

Material y métodos

Para llevar a cabo el estudio se procesaron 90 casos de conejos de cebo con sintomatología digestiva y 40 casos de conejos de cebo sin aparente sintomatología digestiva entre 35 y 55 días de vida. Diferenciamos animales enfermos con cuadros de diarrea frente a animales sanos sin presencia de la misma. Cada caso comprendía de 2 a 5 muestras del tracto digestivo de animales de la misma explotación.

Se detectó rotavirus tipo A mediante PCR a tiempo real (qPCR). Se realizó un análisis coprológico por el método de flotación en sulfato de Zinc para la detección de *Eimeria spp.* y tinción de Gram de improntas de intestino delgado y ciego para valorar la presencia de *C. spiroforme* y *C. perfringens*. Se realizó el cultivo microbiológico de las muestras en medios específicos y se detectó la presencia del factor de virulencia de *E. coli*, gen *eae*, mediante qPCR. El número de cepas de *E. coli* implicadas en cada caso se valoró a través de la comparación de los patrones de fermentación de azúcares (Fernández et al., 2011).

Para el estudio de los resultados se valoró la presencia de coccidios cuando aparecían en concentraciones superiores a 5.000 ooquistes por gramo, valor a partir de cual se considera causante de disminución del rendimiento y riesgo de complicaciones infecciosas (Coudert et al., 2000).

El programa SPSS fue la herramienta elegida para realizar el estudio estadístico. Los datos se analizaron con la prueba de 2 de Pearson utilizando tablas de contingencia, de este modo pudimos registrar y analizar la relación que existe entre dos o más variables.

Resultados y discusión

Como puede observarse en la Tabla 1, se detectó rotavirus en el 57,8% de los casos de animales enfermos, siendo superior a los resultados encontrados por Cerioli et al. en 2004. *E. coli* se aisló en el 82,2% de los casos de animales enfermos, sin embargo sólo en el 22,2% de los casos se aisló una cepa mayoritaria de *EPEC* indicativo de un proceso de colibacilosis.

En cuanto a los animales sanos, únicamente el 25% de los casos fueron positivos a rotavirus. En el 57,5% se aisló *E. coli* siendo todos negativos al gen *eae*. Estos resultados sugieren que, aunque el aislamiento de *E. coli* en muestras de digestivos no implica necesariamente un proceso de colibacilosis, la detección del gen *eae* aporta gran valor para evaluar la patogenicidad de las cepas de *E. coli* aisladas y su implicación en el proceso digestivo (Blanco et al., 1996).

Tabla 1. Número de casos positivos a los agentes etiológicos analizados.

	Enfermos n=90		Sanos n=40	
	Casos	%	Casos	%
Rotavirus tipo A	52	57,8 ^A	10	25 ^B
E. coli	74	82,2 ^A	23	57,5 ^B
EPEC¹	20	22,2	0	0
Gen eae	28	31,1	0	0
C. spiroforme	37	41,1	0	0
Coccidios²	21	23,3 ^A	3	7,5 ^B

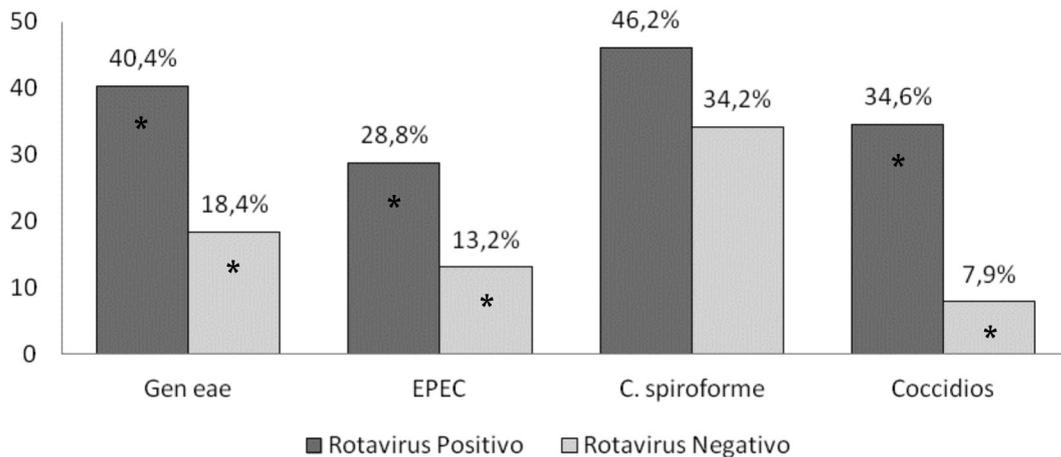
¹ Cepa mayoritaria EPEC. ² >5.000 ooquistes por gramo 3p<0,01 entre A y B.

La diferencia en la presencia de rotavirus, coccidios y aislamiento de *E. coli* entre animales enfermos y sanos resultó ser estadísticamente significativa (p<0,01). No se aisló presencia de *C. spiroforme* en ninguno de los casos de animales sanos.

La presencia de un sólo agente no supera el 2,2% de los casos de animales enfermos, evidenciando el carácter multifactorial de los procesos entéricos.

En los animales enfermos la presencia de rotavirus tipo A supuso un incremento en la presencia del resto de agentes estudiados, siendo significativo (p<0,05) en caso de coccidios, gen *eae* y cepas mayoritarias *EPEC* (Figura 1). En cambio, en los animales sanos no se encontró asociación de rotavirus positivo con otros agentes analizados. Esto, demuestra la importancia de rotavirus en los procesos digestivos de conejos de cebo dentro del cuadro multifactorial.

Figura 1. Asociación entre rotavirus y otros agentes enteropatógenos.



Para próximos estudios, sería interesante realizar el estudio histopatológico de las lesiones para valorar la importancia de rotavirus como agente primario de las diarreas.

En conclusión, la presencia de rotavirus tipo A es significativamente mayor en animales con procesos digestivos que en animal sanos, además conlleva a un aumento de la proporción de otros agentes causantes de procesos digestivos. Es importante incluir el análisis de rotavirus tipo A dentro del diagnóstico diferencial de procesos digestivos en animales de cebo.

Agradecimientos

A Jesús Comenge de NANTA por ejercer un papel fundamental en la recopilación de animales sanos. También agradeceremos de manera especial al Dr. Ignacio de Blas, profesor titular de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza, por el asesoramiento en el estudio estadístico.

Bibliografía

- Blanco J.E., Blanco M., Blanco J., Mora A., Balaguer L., Mourin M., Juárez A., Wim H.J. 1996. O serogroups, biotypes and eae genes in *Escherichia coli* strains isolated from diarrheic and healthy rabbits. *Journal of Clinical Microbiology*, 34(12):3101-3107.
- Ceroli M., Cordioli P., Palotta C., Lavazza A. 2004. Survey on enteric viruses identified in diarrhoeic rabbits. *Workshop Pathology and Nutrition*, 26. Spain.
- Coudert P., Licois D., Drouet-Viard F., Provôt F. 2000. Coccidiosis. En: *Enfermedades del conejo. Tomo II*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona, México, pp. 219-234.
- Fernández A., Chacon G., Baselga R. 2011. Utilización del sistema Pheneplate para la caracterización de cepas de *Escherichia coli* y el diseño de autovacunas en conejos. En: *XXVI Symposium de Cunicultura de ASESCU. Peñíscola, España*, pp. 151-155.
- Hendrix C.M. 1999. *Diagnóstico parasitológico veterinario. Segunda edición*. Harcourt Brace, Madrid, España.
- Kapikian A.Z., Hoshino Y., Chanoc R.M. 2001. *Virology. 4th ed.*, Lippincott-Raven, Philadelphia, USA.
- Lavazza A., Ceroli M., Martella V., Tittarelli C., Grilli G., Brivio R., Buonavoglia C. 2008. Rotavirus in diarrheic rabbits: Prevalence and characterization of strains in Italian farms. En: *9th World Rabbit Congress. Verona, Italia*, pp. 993-998.
- Licois D., Coudert P. 1982. Coccidioses et diarrhées du lapin à l'engraissement. *Bull. GTV*, 5:109-122.
- Markey B., Leonard F., Archambault M., Cullinane A., Maguire D. 2013. *Clinical Veterinary Microbiology, second edition*. Ed. Elsevier.
- Rosell J.M. 2000. *Enfermedades del conejo, 2 volúmenes*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Schoeb T.R., Casebolt D.B., Walker V.E., Potgieter L.N.D., Thouless M.E., Di Giacomo R.F. 1986 Rotavirus-associated diarrhea in a commercial rabbitry. *Laboratory Animal Science*, 36(2):149-152.

Caracterización molecular de los aislados de *Pasteurella multocida* asociados a las principales manifestaciones clínicas de la pasteurellosis en granjas de conejos en la Península Ibérica

Molecular characterization of Pasteurella multocida isolates associated with the main clinical presentations of pasteurellosis in rabbit farms in the Iberian Peninsula

García-Alvarez A.¹, Fernández A.², Sanz C.², Borobia M.², Chaves F.³, Cid D.³ *

¹Departamento de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense Madrid, Avenida Puerta de Hierro s/n, 28040 Madrid, España.

²Exopol, Pol. Río Gállego D8, 50840 San Mateo de Gállego, Zaragoza, España.

³Red Española de Investigación en Patología Infecciosa. Departamento de Microbiología Clínica, Hospital Universitario 12 de Octubre, Avenida de Córdoba s/n, 28041 Madrid, España.

*Dirección de contacto: lcid@ucm.es

Resumen

Aunque la pasteurellosis es la principal enfermedad bacteriana de las granjas comerciales de conejos, los aislados de *P. multocida* de conejos han sido poco estudiados. El objetivo de este estudio fue caracterizar molecularmente una colección de aislados de *P. multocida* procedentes de casos clínicos de la enfermedad en granjas de conejos de la Península Ibérica. Un total de 101 aislados de *P. multocida* seleccionados aleatoriamente, se analizaron por PCR para determinar el tipo capsular y la presencia de cuatro genes asociados a la virulencia, *toxA*, *tbpA*, *hgbB* y *pfhA*. De los 101 aislados estudiados, 48 (47,5%) fueron tipo capsular A, 28 (27,7 %) tipo D, y 25 (24,8 %) tipo F. En total, 63 de los 101 aislados (62,38 %) fueron positivos para el gen *hgbB*, 43 (42,57 %) *pfhA*, y un aislado *tbpA*. Todos menos uno de los aislados del serotipo D (27/28) tuvieron el mismo perfil de virulencia (*toxA*-, *tbpA*-, *hgbB*+ y *pfhA*-). Esta subpoblación se asoció a la presentación clínica de neumonía (OR 5,68, IC95% 1,69-25,59). Estos resultados son de aplicación en el desarrollo de vacunas para la prevención de la pasteurellosis en las granjas de conejos, especialmente la enfermedad respiratoria.

Palabras clave: *Pasteurella multocida*, pasteurellosis, neumonía, conejo, genes de virulencia.

Abstract

Although pasteurellosis is the predominant bacterial disease on rabbit commercial farms, *P. multocida* isolates from rabbits have been poorly characterized. The aim of this study was to molecularly characterize a collection of *P. multocida* isolates obtained from cases of disease in rabbit commercial farms located across the Iberian Peninsula. One hundred and one *P. multocida* isolates were randomly selected and characterized by PCR capsular typing and PCR detection of four virulence genes, *toxA*, *tbpA*, *hgbB* and *pfhA*. Of the 101 isolates studied, 48 (47.5 %) were capsular type A, 28 (27.7 %) type D, and 25 (24.8 %) type F. In total, 63 of the 101 isolates (62.38 %) were positive for *hgbB* gene, 43 (42.57 %) for *pfhA* gene, and only one isolate was positive for *tbpA*. All except one of the capsular type D isolates (27/28) belonged to the same virulence profile (*toxA*-, *tbpA*-, *hgbB*+ and *pfhA*-). This subpopulation was significantly associated with respiratory clinical presentation of the disease (OR 5.68, IC95% 1.69-25.59) and widely distributed across the Iberian Peninsula. In conclusion, pasteurellosis in rabbits can be caused by a heterogeneous group of *P. multocida* isolates. However, a subpopulation of *P. multocida* capsular type D seems to be strongly associated with respiratory clinical manifestation of the disease in rabbits. These findings are important in the development of vaccines for pasteurellosis prevention in rabbit farms, especially respiratory disease.

Keywords: *Pasteurella multocida*; pasteurellosis; pneumonia; rabbit; virulence genes.

Introducción

A pesar de que la pasteurelisis es una de las enfermedades bacterianas más importante en las granjas de conejos, el conocimiento de la epidemiología molecular de las cepas de *P. multocida* que causan la enfermedad en conejos es escaso (Tayeb et al., 2004; Stahel et al., 2009). El objetivo de este estudio fue determinar las características moleculares de los aislados de *P. multocida* que causan la pasteurelisis en las granjas de conejos en la Península Ibérica.

Material y métodos

Un total de 101 aislados de *P. multocida* se seleccionaron aleatoriamente de la colección de un laboratorio de diagnóstico veterinario (Exopol, Pol. Río Gállego D8, 50840). Los aislados se obtuvieron entre 2010-2012 de casos clínicos de pasteurelisis en granjas de conejos localizadas a lo largo de la Península Ibérica. La caracterización molecular se realizó mediante la determinación por PCR del tipo capsular (A, B, D, E y F) y de cuatro genes asociados a la virulencia (*tbpA*, *toxA*, *hgbB* and *pfhA*) (Townsend et al., 2001; Atashpaz et al., 2009).

Resultados y discusión

De los 101 aislados de *P. multocida* de conejos, 67 (66,3 %) procedían de casos de neumonía, 11 (10,9 %) de abscesos cutáneos, 10 (9,9 %) de piometra, 8 (7,9 %) de septicemia, y 5 (4,9 %) de mastitis. Estos resultados reflejan las formas más frecuentes de presentación clínica de la pasteurelisis en las granjas de conejos. El serotipo A fue el más frecuente (47,5 %), seguido del serotipo D (27,7 %) y el F (24,8 %) (tabla1). Los serotipos A y D son los que históricamente se asocian a los aislados de *P. multocida* procedentes de conejos. Las cepas del serotipo F son las responsables del cólera aviar y se consideraban adaptadas a este hospedador. Por tanto, es muy notable el alto porcentaje de cepas del serotipo F detectadas en este estudio. En la República Checa se describió el aislamiento *P. multocida* del serotipo F de procesos patológicos de conejos (Jaglic et al., 2004). Los resultados de nuestro estudio confirman la importancia de las cepas del serotipo F en la etiología de procesos patológicos para conejos. Los genes de virulencia más frecuentes fueron el *hgbB* (63,0 %) y el *pfhA* (43,0 %) (tabla1). En ninguno de los aislados se detectó el gen de la necrotoxina de *P. multocida* (*toxA*) y tan solo un aislado dio resultado positivo para el gen *tbpA* (tabla1).

Tabla1. Frecuencia de tipo capsular y factores de virulencia en los aislados de *P. multocida* de conejos.

	<i>P. multocida</i>		Intervalo de Confianza 95%	
	n	%		
Cápsula				
A	48	47,5	37,5	57,7
D	28	27,7	19,3	37,5
F	25	24,8	16,7	34,3
Genes virulencia				
<i>hgbB</i>	63	63,0	52,2	71,8
<i>pfhA</i>	43	43,0	33,0	53,0
<i>toxA</i>	0	0,0	0,0	0,0
<i>tbpA</i>	1	1,0	0,0	5,0

Los aislados se distribuyeron en distintos patrones según su tipo capsular y la combinación de los cuatro genes de virulencia estudiados (tabla 2). Los cuatro genes estudiados se consideran importantes marcadores epidemiológicos de *P. multocida* en múltiples hospedadores. La mayoría (27/28) de los aislados del serotipo D mostraron el mismo perfil de virulencia (*hgbB+*). Este grupo de aislados, del serotipo D *hgbB+*, se asociaron a los casos clínicos de neumonía (5,69; IC95% 1,69-25,59). En el análisis de la procedencia de granja y geográfica de los aislados se comprobó que esta distribución no está relacionada con el origen geográfico o temporal de los aislados.

Tabla 2. Relación entre las características moleculares de los aislados de *P. multocida* de conejos y el su origen clínico.

Cápsula y genes virulencia	Aislados de <i>P. multocida</i> procedentes de					Relación con neumonía
	Total n=101	Neumonía n=67	Septicemia n=8	Piometra n=10	Abscesos/mastitis n=16	OR ¹ (IC95%)
A hgbB+pfhA	11	4	1	2	3	0,25 (0,06-0,92)
hgbB	19	10	1	4	5	0,49 (0,18-1,35)
pfhA	10	8	0	0	0	2,15 (0,47-15,63)
tbpA	1	0	1	0	1	
negativo	7	3	0	3	3	0,36 (0,06-1,82)
D hgbB	27	24	3	0	0	5,69 (1,69-25,59)
negativo	1	1	0	0	0	
F hgbB+pfhA	3	2	0	0	1	
hgbB	3	1	0	1	1	
pfhA	19	14	2	0	3	1,53 (0,50-5,15)

¹Para el cálculo de la Odds Ratio se utilizó el total de aislados procedentes de otros procesos como categoría de referencia.

P. multocida causa broncopneumonía en prácticamente todas las especies domésticas, incluyendo el ganado bovino, ovino, caprino, porcino y aves. En los últimos años se han descrito subpoblaciones o clones de *P. multocida* asociados a los procesos respiratorios en bovino y porcino (Hotchkiss et al., 2011; Pors et al., 2011). En este estudio, detectamos una subpoblación de *P. multocida* asociada específicamente a los procesos neumónicos en los conejos. Estos resultados son de aplicación en el diagnóstico y en el diseño de vacunas para la prevención de pasteurelisis neumónica en las granjas de conejos.

Agradecimientos

Agradecimiento a los veterinarios clínicos por el envío de las muestras.

Bibliografía

- Atashpaz S., Shayegh J., Hejazi MS. 2009. Rapid virulence typing of *Pasteurella multocida* by multiplex PCR. *Res. Vet. Sci.*, 87:355-357.
- Hotchkiss E.J., Hodgson J.C., Lainsou F.A., Zadoks R.N. 2011. Multilocus sequence typing of a global collection of *Pasteurella multocida* isolates from cattle and other host species demonstrates niche association. *BMC Microbiol.*, 11:115.
- Jaglic Z., Kucerova Z., Nedbalcova K., Hlozek P., Bartos M. 2004. Identification of *Pasteurella multocida* Serogroup F isolates in rabbits. *J. Vet. Med. B.*, 51:467-469.
- Pors S.E., Hansen M.S., Christensen H., Jensen H.E., Petersen A., Bisgaard M. 2011. Genetic diversity and associated pathology of *Pasteurella multocida* isolated from porcine pneumonia. *Vet. Microbiol.*, 150:354-361.
- Stahel A.B., Hoop R.K., Kuhnert P., Korczak B.M. 2009. Phenotypic and genetic characterization of *Pasteurella multocida* and related isolates from rabbits in Switzerland. *J. Vet. Diagn. Invest.*, 21:793-802.
- El Tayeb A.B., Morishita T.Y., Angrick E.J. 2004. Evaluation of *Pasteurella multocida* isolated from rabbits by capsular typing, somatic serotyping, and restriction endonuclease analysis. *J. Vet. Diagn. Invest.*, 16:121-125.
- Townsend K.M., Boyce J.D., Chung J.Y., Frost A.J., Adler B. 2001. Genetic organization of *Pasteurella multocida* cap Loci and development of a multiplex capsular PCR typing system. *J. Clin. Microbiol.*, 39:924-929.

Evaluación de autovacunas frente a *Staphylococcus aureus* basadas en exopolisacáridos en granjas cunícolas

Evaluation of Staphylococcus aureus exopolysaccharides based autogenous vaccines in commercial rabbit farms

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

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

*Dirección de contacto: afernandez@exopol.com

Resumen

La estafilococia es una de las principales enfermedades bacterianas en granjas cunícolas, en las que provoca elevada mortalidad en gazapos lactantes y procesos piogénicos en maternidad y cebo. En este estudio se testaron diversas autovacunas en tres granjas. En cada explotación se testaron dos autovacunas distintas elaboradas con la misma cepa, una denominada mejorada, que había demostrado previamente efectividad en un modelo de infección experimental, y otra que era una variante de esta. Todas las hembras reproductoras incluidas en un ciclo de inseminación artificial se dividieron en 2 o 3 grupos, siendo uno de ellos el grupo control, inoculado solo con el adyuvante. A todas las hembras se les aplicaron dos dosis antes del parto, excepto a las núlparas de la granja 3, a las que se les inocularon 3 dosis. Se recopilaron datos productivos desde la inseminación hasta el destete de los gazapos. En todas las explotaciones se observó un descenso significativo de la mortalidad en lactación en el grupo vacunado con la autovacuina mejorada. En la granja 3 además, el porcentaje de hembras eliminadas en los grupos vacunados fue menor que en el grupo control ($p=0.0075$). Estos resultados confirman la eficacia de las autovacunas basadas en la inclusión de exopolisacáridos en liposomas, en granjas cunícolas afectadas de estafilococia de modo natural.

Palabras clave: *Staphylococcus aureus*, conejo, autovacuina.

Abstract

Staphylococcosis is one of the most significant bacterial diseases in rabbit farms that cause high mortality in young rabbits and pyogenic processes in does and growing rabbits. In this study different autogenous vaccines were tested on three affected farms. In each farm, two different autogenous vaccines made with the same strain were tested: an improved vaccine which had previously shown effectiveness in an experimental infection model and another vaccine which was a variant of the first one. All breeding does included in an artificial insemination cycle were vaccinated or left as controls, whose members were inoculated with the adjuvant only. Two doses were administered before delivery with the exception of nulliparous does in farm 3, which were inoculated with three doses. Productive data from insemination until weaning was collected. A significant decrease in mortality in lactating period in the vaccinated group with the improved autogenous vaccine was observed in all farms. In farm 3, less reproductive females were eliminated in vaccinated groups than in the control group ($p=0.0075$). These results confirm the effectiveness of *Staphylococcus aureus* exopolysaccharides based autogenous vaccines in naturally affected commercial rabbit farms.

Keywords: *Staphylococcus aureus*, rabbit, autogenous vaccine.

Introducción

Staphylococcus aureus es una de las causas más frecuentes de graves infecciones bacterianas tanto en humanos como en animales, que en los últimos años ha adquirido suma importancia por la aparición de cepas resistentes a los antibióticos. El desarrollo de vacunas eficaces ha sido objeto de numerosas investigaciones. A pesar de ello no se ha registrado ninguna vacuna en humanos por la falta de probada eficacia en ensayos clínicos (Fowler y Proctor, 2014). Aunque en veterinaria

se han comercializado algunas vacunas, en conejos tampoco existe ninguna vacuna registrada, a pesar de ser uno de los principales problemas patológicos en explotaciones cunícolas, en las que se observan dos cuadros patológicos característicos: la estafilococia de gazapos lactantes que provoca elevada mortalidad, y procesos piogénicos en maternidad y cebo. *S. aureus* produce una inflamación supurativa en prácticamente todos los órganos, destacando los abscesos subcutáneos, pododermatitis, mastitis, metritis, neumonías e infecciones generalizadas (Rosell et al., 2000; Hermans et al., 2003; Segura et al., 2007).

A partir del trabajo publicado por Amorena et al. en 1994, que demostraba la protección inducida por los exopolisacáridos de *S. aureus* incluidos en liposomas, la elaboración de autovacunas veterinarias frente a *S. aureus* con liposomas es una de las principales actividades de Exopol. Las últimas investigaciones llevadas a cabo en nuestro laboratorio se realizaron en un modelo animal experimental, basado en la inoculación intradérmica en conejos sanos vacunados con dos autovacunas, en el que el desafío se realizó tanto con la misma cepa con la que se elaboraron las dos autovacunas, como frente a otra cepa genéticamente distinta según el método de caracterización genética descrito por Viana (2009). Las autovacunas eran distintas en su composición antigénica considerando una de ellas como mejorada respecto a la otra. En dicho ensayo ninguna de las vacunas utilizadas fue capaz de evitar la aparición de lesiones tras la inoculación de las cepas, realizada con una dosis de infección muy alta (108) y por tanto no comparable con un modelo natural de infección. A pesar de ello, sí que se observaron diferencias significativas entre el grupo de la autovacuina mejorada y el grupo control tras los 14 días que duró la infección experimental, en algunos aspectos, como la curación de las lesiones inducidas por la infección experimental, la ausencia de infecciones generalizadas y la desaparición de la bacteria inoculada en el punto de inoculación, en el grupo vacunado. Estos datos resultaron significativos para la infección por ambas cepas (Fernández et al., 2013). Quedaba pendiente comprobar la efectividad de estas autovacunas en granjas, donde la infección ocurre de modo natural.

El objetivo de este trabajo ha sido valorar la efectividad de distintas autovacunas aplicadas en granjas cunícolas industriales, mediante la medición de parámetros productivos comparando grupos de animales vacunados y no vacunados.

Material y métodos

Se seleccionaron 3 explotaciones cunícolas que presentaban problemas clínicos de estafilococia con afectación de nidos y mamitis en hembras. En dos de ellas el manejo era a 2 bandas y en la tercera a banda única, con inseminación artificial (IA) a 11 días postparto en todas ellas.

En cada una de las explotaciones se recopilaban los datos productivos de las últimas bandas y se tomaron muestras de gazapos afectados de estafilococia (hisopos de abscesos subcutáneos y pulmones) y de hembras con mamitis. En las muestras se realizó el cultivo microbiológico mediante siembra en agar sangre Columbia y agar MacConkey e incubación a 37°C durante 24-48 horas, para confirmar la implicación de *S. aureus*, descartar la presencia de otros patógenos, y obtener las cepas para la elaboración de autovacunas. Para cada explotación se seleccionó una única cepa, con la que se elaboraron dos autovacunas distintas siguiendo la metodología de Amorena et al. (1994). Una de ellas era la autovacuina mejorada (AV_m) (Fernández et al., 2013) y la otra una variante de la primera, distinta para cada granja (AV₁, AV₂ y AV₃), de tal forma que se elaboraron 6 autovacunas en total.

Las conejas de cada una de las bandas de cada explotación se dividieron aleatoriamente en 2 o 3 grupos del mismo tamaño, teniendo en cuenta que el mismo número de animales de reposición debía incluirse en cada uno de los grupos establecidos. A cada grupo se le aplicó una autovacuina, mientras que el grupo control fue inoculado únicamente con adyuvante. El protocolo de aplicación de los distintos tratamientos fue el mismo para todas las hembras excepto para la reposición de la granja 3. Se aplicaron dos dosis (0.5ml/dosis) subcutáneamente con un intervalo de 3 semanas, de tal forma que la primera dosis se aplicó una semana antes de la IA y la segunda a mitad de gestación. Las núlparas de la granja 3 se inocularon con 3 dosis: la primera a los 2 meses de vida, la segunda a los 3 meses y la tercera a mitad de su primera gestación. Ver diseño experimental en Tabla 1. Cada explotación continuó aplicando tratamientos y pautas de manejo habituales.

Tras la vacunación, se recogieron datos productivos de cada uno de los grupos por separado desde la IA hasta final de lactación. Todos los datos recogidos antes y después de vacunar se introdujeron en el sistema de gestión técnica bdcuni (www.ivia.es/bdcuni) para obtener los índices de producción. El análisis de los resultados se llevó a cabo utilizando el programa WinEpi (www.winepi.net). El grado de significación se estableció para un valor de $p < 0.05$. El estudio fue doble ciego, de modo que tanto el responsable de los animales como el técnico que aplicaba los tratamientos y recopilaba los datos, desconocían a qué grupo correspondían los animales vacunados o controles.

Tabla 1. Diseño experimental para las 3 granjas seleccionadas.

Granja	Tamaño	Manejo en bandas	Grupos	Tratamiento	Nulíparas	Total IA		
1	460 jaulas	2	Banda A	Grupo 1	AV _m	2 dosis	16	122
				Grupo 2	Control	2 dosis	13	107
			Banda B	Grupo 3	AV ₁	2 dosis	16	121
				Grupo 4	Control	2 dosis	15	120
2	540 jaulas	2	Banda A	Grupo1	AV _m	2 dosis	27	143
				Grupo 2	Control	2 dosis	24	131
			Banda B	Grupo 3	AV ₂	2 dosis	21	157
				Grupo 4	Control	2 dosis	23	149
3	700 jaulas	1	Banda única	Grupo1	AV _m	3+2*	53	273
				Grupo 2	AV ₃	3+2*	54	262
				Grupo 3	Control	3+2*	53	217

*3 dosis aplicadas a nulíparas y dos dosis al resto de hembras. AV_m: Autovacuna mejorada. AV₁ a AV₃: autovacunas variantes de la anterior.

Resultados y discusión

En las Tablas 2, 3 y 4 se reflejan los resultados obtenidos en los distintos grupos para diversos índices productivos en las explotaciones 1, 2 y 3 respectivamente. El porcentaje de hembras eliminadas se calculó teniendo en cuenta el total de hembras que causaron baja por mortalidad o eliminación.

El dato más significativo, común para las tres explotaciones, fue el descenso de mortalidad en lactación en los grupos vacunados con AV_m. Según el cálculo del Odds Ratio, la vacunación de las hembras con estas autovacunas es un factor protector para sus gazapos. En la explotación 1, los gazapos nacidos de madres del grupo AV_m presentaron entre 2.33 y 4.25 veces menos probabilidades de morir durante el periodo de lactación que los del grupo control. En la explotación 2 entre 1.11 y 2 veces menos, y en la explotación 3 entre 1.94 y 2.87 veces menos probabilidades de morir. De las otras autovacunas testadas en este estudio, la única que no indujo un descenso significativo de la mortalidad en lactación fue la AV₂ en la granja 2, que además fue la granja donde peores resultados se obtuvieron con AV_m si la comparamos con las otras dos explotaciones. No obstante, el resultado obtenido con AV₁ y AV₃ fue peor que el obtenido en el grupo vacunado con AV_m en ambas explotaciones.

Tabla 2. Resultados obtenidos en la Explotación 1. Manejo a 2 bandas.

Índices	Banda A				Banda B			
	AV _m	Control	p-valor	OR (IC95%)	AV ₁	Control	p-valor	OR (IC95%)
Partos/IA (%)	81.97	89.72	>0.05	-	80.00	81.82	>0.05	-
Nacidos vivos/parto	9.64	10.21	>0.05	-	9.44	8.69	>0.05	-
% mort en lactación	6.64	18.27	<0.0001	0.32 (0.24-0.43)	12.03	17.67	0.0008	0.64 (0.49-0.83)
% hembras eliminadas	21.31	19.63	>0.05	-	23.33	17.35	>0.05	-

AV_m: Autovacuna mejorada. AV₁: autovacuna variante de la anterior. OR: Odds Ratio.

Tabla 3. Resultados obtenidos en la Explotación 2. Manejo a 2 bandas.

Índices	Banda A				Banda B		
	AV _m	Control	p-valor	OR (IC 95%)	AV ₂	Control	p-valor
Partos/IA (%)	85.31	88.55	>0.05	-	82.17	85.91	>0.05
Nacidos vivos/parto	9.34	8.69	>0.05	-	9.29	9.45	>0.05
% mort en lactación	7.73	11.11	<0.0001	0.67 (0.50-0.90)	18.43	21.32	>0.05
% hembras eliminadas	10.49	12.98	>0.05	-	13.38	12.75	>0.05

AV_m: Autovacuna mejorada. AV₂: autovacuna variante de la anterior. OR: Odds Ratio.

Tabla 4. Resultados obtenidos en la Explotación 3. Manejo a banda única.

Índices	AV _m	AV ₃	Control	p-valor	OR ¹ (IC95%)
Partos/IA (%)	70.70	69.85	75.12	>0.05	-
Nacidos vivos/parto	9.59	9.97	9.89	>0.05	-
% mort en lactación	9.89A	16.27B	20.60C	<0.0001	0.42 (0.25-0.51)
% hembras eliminadas	4.40A	5.34A	11.06B	0.0075	0.37 (0.18-0.76)

AV_m: Autovacuna mejorada. AV₃: autovacuna variante de la anterior. OR: Odds Ratio; ^{A,B}Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas; ¹El Odds Ratio se calculó para AV_m respecto al grupo control.

En las explotaciones 1 y 2, en las que a todas las hembras inseminadas se les aplicaron dos dosis de autovacuna o adyuvante, no se observaron diferencias significativas en el porcentaje de hembras eliminadas. Sin embargo, en la explotación 3, en la que las hembras nulíparas habían sido vacunadas con dos dosis antes de la IA y una tercera dosis a mitad de gestación, todo el conjunto de hembras de la banda presentaron entre 1.32 y 5.54 veces menos probabilidades de ser eliminadas durante el periodo estudiado, desde la IA hasta el destete (65-70 días). El hecho de no observar ningún efecto en el porcentaje de hembras eliminadas en las granjas 1 y 2 puede explicarse porque durante aproximadamente la mitad del periodo de estudio, desde la IA hasta poco antes del momento del parto, las hembras aun no han alcanzado una inmunidad protectora que se alcanzaría pasados 12-14 días tras la aplicación de la segunda dosis. Hubiera sido muy interesante observar si se presentaban diferencias entre grupos para este parámetro en las siguientes bandas de las granjas 1 y 2, puesto que las hembras en el momento de la siguiente IA ya habrían alcanzado el máximo de inmunidad. La imposibilidad de mantener los animales identificados y por tanto de recoger datos independientes para cada grupo en dichas granjas no permitió obtener esos datos.

Los parámetros de fertilidad, como el índice de partos por IA y el número de gazapos vivos por parto, no presentaron diferencias significativas entre grupos, por lo que podemos afirmar que la vacunación no perjudica la fertilidad. Todos los datos productivos medios recogidos de bandas anteriores a la vacunación estuvieron en consonancia con los datos de los grupos controles en todos los casos, no observando diferencias significativas.

Estos resultados confirman la eficacia de las autovacunas basadas en la inclusión de exopolisacáridos en liposomas, previamente testadas de forma experimental en un modelo animal (Fernández et al., 2013). Otros autores han descrito la utilización de vacunas o autovacunas basadas en bacterinas o toxoides, para las que se han obtenido resultados limitados frente a infecciones reproducidas experimentalmente (Meulemans et al., 2011). Hasta nuestro conocimiento es la primera vez que se demuestra la mejora de índices productivos tras la vacunación frente a *S. aureus* en granjas cunícolas comerciales afectadas de estafilococia de modo natural.

Agradecimientos

Agradecemos a todos los cunicultores y veterinarios implicados en este estudio su confianza y su amable colaboración sin la cual este trabajo no hubiera sido posible.

Bibliografía

Amorena B., Baselga R., Albizu I. 1994. Use of liposome-immunopotentiated exopolysaccharide as a component of an ovine mastitis staphylococcal vaccine. *Vaccine*, 12(3):243-9.

Fernández A., Borobia M., Chacón G., Sanz C., Albizu M., Baselga J.M., Pueyo R., Baselga R. 2013. Evaluación experimental de una nueva autovacuna frente a *Staphylococcus aureus* en conejos. En: XXXVIII Symposium de Cunicultura de ASESCU. Zamora, España, pp.62-66.

Fowler V.G. Jr, Proctor R.A. 2014. Where does a *Staphylococcus aureus* vaccine stand? *Clin. Microbiol. Infect.*, 20:66-75.

Hermans K., Devriese L.A., Haesebrouck F. 2003. Rabbit staphylococcosis: difficult solutions for serious problems. *Vet. Microbiol.*, 91:57-64.

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.

Rosell J.M., De la Fuente L.F., García F., Gracia E., Baselga R. 2000. Enfermedades de la reproducción: conejas. En: Rosell J.M. (ed). *Enfermedades del conejo. Vol II. Mundi-Prensa, Madrid, pp. 71-122.*

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

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.

¿Qué armas inmunológicas presentan los conejos frente a las infecciones por *Staphylococcus aureus*?

What immunological weapons have rabbits against staphylococcal infections?

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

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: asuncion.munoz@uch.ceu.es*

Resumen

Staphylococcus aureus es una bacteria cuyas características le permiten infectar humanos y animales. En cunicultura esta bacteria afecta a conejos de todas las edades, produciendo diferentes tipos de lesiones. En este trabajo se plantea estudiar la respuesta inmune desarrollada en los animales tras la inducción experimental de una infección en piel con la cepa de "alta virulencia" ST121. Entre los resultados más relevantes cabe destacar que el 100% de los animales inoculados desarrollaron lesiones. Éstos mostraron, a las 24-48 horas postinfección, un pico en los niveles de citoquinas, coincidiendo con el desarrollo de las lesiones y con la migración de células inmunitarias al lugar de infección.

Palabras clave: *Staphylococcus aureus*, sistema inmune, leucocitos, citoquinas.

Abstract

Staphylococcus aureus is a bacterium whose characteristics allow it to infect humans and animals: This bacterium produces different types of lesions in rabbits of all ages. An experimental infection was designed in order to characterize the immune response after the intradermal inoculation of a "high virulence" strain (ST121). One hundred per cent of the inoculated animals developed lesions. A peak at 24-48 hours post infection in cytokine levels was detected, coinciding with the development of lesions and migration of immune cells to the infection site.

Keywords: *Staphylococcus aureus*, immune system, leukocytes, cytokines.

Introducción

Staphylococcus aureus es una bacteria Gram-positiva cuya capacidad de adaptación, ubicuidad y virulencia le permiten infectar tanto a humanos como a animales. En el ámbito de la cunicultura, esta bacteria puede afectar a conejos de todas las edades, causando enfermedades tales como dermatitis supurativa, mastitis, abscesos multisistémicos o pododermatitis (Corpa et al., 2009). Entre todos estos procesos cabría destacar las mastitis, pues son una de las principales causas de eliminación de conejas reproductoras en las granjas (Segura et al., 2007; Rosell y De la Fuente, 2009). Diversos trabajos han demostrado que el genotipo de *S. aureus* más extendido en las explotaciones cunícolas pertenece al clon ST121 (Vancraeynest et al., 2006; Viana et al., 2011) que, por otra parte, se encuentra relacionado con dermatitis en humanos (Rasigade et al., 2010).

Un correcto funcionamiento del sistema inmunológico del hospedador es fundamental para protegerlo frente a microorganismos patógenos. En las infecciones estafilocócicas la respuesta inmunitaria está regulada y coordinada por la liberación de distintos factores mediadores de la inflamación. Entre éstos cabe destacar las citoquinas, que son proteínas que inician la respuesta inflamatoria, y definen la magnitud y la naturaleza de la respuesta inmune. A grandes rasgos, producen la activación, diferenciación, proliferación y migración al lugar de la infección de numerosas células inmunitarias como macrófagos, neutrófilos o linfocitos. No obstante, esta respuesta no se encuentra bien descrita en conejos infectados por *S. aureus* (Kobayashi et al., 2015; Malachowa et al., 2015). Por ello, el objetivo de este trabajo fue estudiar la evolución de las respuestas inmunes local (células tisulares) y periférica (leucocitos sanguíneos) y su interacción (producción de citoquinas) del conejo tras una infección por *S. aureus*.

Material y métodos

Cepas y animales empleados

Para llevar a cabo las infecciones experimentales se empleó una cepa de *S. aureus* perteneciente al clon ST121 (MLST) y se utilizaron 30 conejos (*Oryctolagus cuniculus*) de dos meses de edad.

Infección experimental en piel

El modelo de infección experimental se basó en protocolos de infecciones descritas con anterioridad (Kennedy et al., 2010; Li et al., 2010). La carga bacteriana empleada fue de 300 unidades formadoras de colonias en 100 μ L de PBS. En cada conejo se llevaron a cabo dos puntos de inoculación (en la región lumbar, a ambos lados del raquis) intradérmicamente con una aguja hipodérmica (25G). La zona de inoculación fue previamente rasurada.

Examen macroscópico y toma de muestras

Durante 14 días post-inoculación (p.i.) se realizó un seguimiento de la evolución de las lesiones en la piel, anotando sus medidas y la presencia de dermonecrosis, así como del estado general de los animales, registrándose su temperatura rectal y peso. Cinco animales fueron sacrificados a las 0 h, 24 h, 48 h, 72 h, 7 días y 14 días p.i., respectivamente. De cada animal se tomó una muestra de sangre, para caracterizar citoquinas sanguíneas (ELISA) y caracterizar la respuesta inmune celular periférica (citometría de flujo), al igual que muestras de tejidos lesionados, para llevar a cabo estudios histopatológicos y caracterizar citoquinas locales (ELISA). Además, se tomaron muestras de las lesiones, sangre y riñón para llevar a cabo recuentos bacterianos.

Estudio histopatológico

Las muestras de tejido se fijaron en formol tamponado al 10%, y se procesaron de manera rutinaria, tiñéndose mediante las técnicas de Hematoxilina-eosina y Gram.

Análisis por citometría de flujo

La respuesta inmunitaria celular periférica se caracterizó mediante citometría de flujo. El análisis se realizó sobre 1 mL de sangre periférica extraída de la arteria auricular central de cada conejo. La sangre fue recogida en tubos con EDTA y se procesó según el protocolo descrito por Guerrero et al. (2011). Las poblaciones celulares que se analizaron fueron los linfocitos T (y las subpoblaciones de linfocitos T CD4+ y CD8+), monocitos y granulocitos.

Citoquinas

Se valoraron los niveles de varias citoquinas: interleuquina 1-beta (IL-1 β), interleuquina 4 (IL-4) e interferón gamma (IFN- γ), así como de la enzima mieloperoxidasa (MPO), empleándose para ello kits ELISA comerciales (CUSABIO). Los tiempos de muestreo fueron los indicados con anterioridad (0 h, 24 h, 48 h, 72 h, 7 días y 14 días), utilizándose las muestras de plasma y lesión (piel).

Resultados y discusión

Todos los animales inoculados con la cepa ST121 desarrollaron lesiones localizadas en la piel, en el punto de inoculación. En cuanto a su estado general, los conejos no manifestaron fiebre, ni pérdida de peso, ni se aislaron bacterias de sangre y riñón, descartándose infección sistémica. Se aislaron bacterias de todas las muestras de piel, observándose un incremento progresivo en el número de las mismas, acorde con la evolución de las lesiones. Esto indicaría que las bacterias son capaces de colonizar y persistir en el tejido, a pesar de la respuesta inmunitaria.

Las lesiones de la piel se caracterizaron por presentar pápulas eritematosas, que variaban de 0,5 a 1,5 cm. de diámetro a las 24 h. p.i. Histológicamente, estas pápulas se correspondieron con un incremento del número de heterófilos e hiperemia. A las 48 h. p.i., estas pápulas se incrementaron de tamaño, llegando a 2,5 cm. de diámetro. Los heterófilos, histológicamente, estaban más agrupados, formando abscesos. A partir de las 72 h. p.i. macroscópicamente se apreciaban nódulos que iban aumentando de tamaño, hasta llegar a los 3 cm. de diámetro. Histológicamente, el grado de maduración de los abscesos iba aumentando, incrementándose la cápsula fibrosa y el tejido de granulación. La dermonecrosis apareció a partir de las 72 h. p.i. (2 de 5 animales), manifestándose en todos los animales a partir del 7º día p.i.

Los datos obtenidos mediante citometría de flujo revelaron un descenso de los niveles generales de linfocitos T a partir del 2º día p.i. hasta el 7º día p.i., aumentando sus valores en el día 14 p.i., pero sin llegar a los valores control (día 0). A este descenso contribuyó, en mayor parte, la subpoblación de linfocitos T CD8+. Por otra parte, con respecto a los granulocitos, sus niveles experimentaron un aumento a partir del 2º día p.i., manteniéndose elevados hasta el final del periodo estudiado. Estos resultados guardaron relación con la evolución macroscópica de las lesiones.

En cuanto al análisis de las citoquinas, los valores obtenidos en plasma y en tejido fueron diferentes. La cinética de la IL-1 β en piel manifestó un pico a las 24 h.p.i. (32 pg/mL). El pico ascendente de la IL-4 y MPO se produjo a las 48 h. (8 pg/mL y 10 pg/mL, respectivamente). Los valores de IFN-g muestran un incremento a las 24 h.p.i. (300 pg/mL) y a las 72 h.p.i. (150 pg/mL). El IFN-g y la IL-4 reflejan la participación activa de los linfocitos T CD4+ (sus linajes Th1 y Th2, respectivamente), así como la IL-1 β , que promueve la llegada de heterófilos al sitio de la infección, determina la actuación de los macrófagos en la respuesta inmunitaria (Lanzavecchia y Sallusto, 2001).

En este trabajo se ha estudiado la evolución del sistema inmunitario del conejo frente a un modelo de infección bacteriana en piel. Tras los resultados obtenidos, se puede concluir que *S. aureus* es capaz de colonizar la zona de inoculación, produciendo en este punto una lesión a partir de las 24 h. p.i., dando lugar a una respuesta inmunitaria. A las 24-48 h. p.i. se observan picos en los niveles de citoquinas, coincidiendo con el desarrollo de las lesiones y la migración de células inmunitarias al sitio de infección en respuesta a la liberación de citoquinas.

Agradecimientos

El presente estudio ha sido financiado mediante el proyecto de investigación AGL2011-30170-CO2-02 (Ministerio de Ciencia e Innovación). Igualmente las becarias M. Penadés, A. Muñoz-Silvestre y A. García han disfrutado de becas FPU del Ministerio de Educación (AP2010-3907) y la Universidad CEU Cardenal Herrera, respectivamente.

Bibliografía

- Corpa J.M., Hermans K., Haesebrouck F. 2009. Main pathologies associated with *Staphylococcus aureus* in rabbits: a review. *World Rabbit Science*, 17:1-11.
- 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 management rhythms. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 140:75-81.
- Kennedy A.D., Wardenburg J.B., Gardner D.J., Long D., Whitney A.R., Braughton K.R., Schneewind O., DeLeo F.R. 2010. Targeting of alpha-hemolysin by active or passive immunization severity of USA300 skin infection in a mouse model. *The Journal of Infectious Diseases*, 202:1050-1058.
- Kobayashi S.D., Malachowa N., DeLeo F.R. 2015. Infectious disease theme issue: Pathogenesis of *Staphylococcus aureus* abscesses. *The American Journal of Pathology*, doi: 10.1016/j.ajpath.2014.11.030.
- Lanzavecchia A., Sallusto F. 2001. Regulation of T cell immunity by dendritic cells. *Cell*, 106:263-266.
- Li M., Cheung G.Y., Hu J., Wang D., Joo H.S., DeLeo F.R., Otto M. 2010. Comparative analysis of virulence and toxin expression of global community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains. *The Journal of Infectious Diseases*, 202:1866-1876.
- Malachowa N., Kobayashi S.D., Sturdevant D.E., Scott D.P., DeLeo F.R. 2015. Insights into the *Staphylococcus aureus*-Host interface: Global changes in host and pathogen gene expression in a rabbit skin infection model. *Plos One*, 10:e0117713.
- Rasigade J.P., Laurent F., Lina G., Meugnier H., Bes M., Vandenesch F., Etienne J., Tristan A. 2010. Global distribution and evolution of Pantón-Valentine leukocidin-positive methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus*, 1981-2007. *The Journal of Infectious Diseases*, 201:1589-1597.
- Rosell J.M., De La Fuente L.F. 2009. Culling and mortality in breeding rabbits. *Preventive Veterinary Medicine*, 88:120-12.
- 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. *Veterinary Record*, 160:869-872.

Vancraeynest D., Haesebrouck F., Deplano A., Denis O., Godard C., Wildemauwe C., Hermans K. 2006. International dissemination of a high virulence rabbit *Staphylococcus aureus* clone. *Journal of Veterinary Medicine. B, Infectious Diseases and Veterinary Public Health*, 53:418-422.

Viana D., Selva L., Callanan J.J., Guerrero I., Ferrian S., Corpa J.M. 2011. Strains of *Staphylococcus aureus* and pathology associated with chronic suppurative mastitis in rabbits. *The Veterinary Journal*, 190:403-407.

¿Cómo se adapta *Staphylococcus aureus* a los conejos?

How does Staphylococcus aureus adapt to rabbits?

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

¹ 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.

² Institute of Infection, Immunity and Inflammation, College of Medical, Veterinary and Life Sciences, University of Glasgow, 120 University Place, Glasgow, UK.

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

Resumen

Staphylococcus aureus es una bacteria oportunista responsable de importantes pérdidas económicas en las granjas cunícolas. Sin embargo, esta bacteria no siempre ha supuesto una amenaza para el conejo, sino que ha desarrollado su capacidad patógena hacia este hospedador durante las últimas décadas. Con el fin de investigar las bases moleculares que permitieron el salto de hospedador, este estudio traza la trayectoria evolutiva del clon más común de *S. aureus* que afecta al conejo. Ha logrado demostrar que el salto de hospedador desde el humano al conejo ocurrió hace más de 40 años, debido a la mutación en un único nucleótido que fue suficiente e imprescindible para convertir una cepa de *S. aureus* específica de humanos en una capaz de infectar a la especie cunícola. Además, se han identificado mutaciones relacionadas en el mismo gen en otras cepas bacterianas de conejo de distinto linaje, que respaldan la existencia de un proceso de convergencia evolutiva. Esta es la primera descripción donde se demuestra que una mutación única sea suficiente para alterar el tropismo del hospedador de un microorganismo durante su evolución, por lo que enfatiza la capacidad de algunos agentes patógenos para ampliar fácilmente sus poblaciones hospedadoras en nuevas especies animales.

Palabras clave: *Staphylococcus aureus*, evolución genética, adaptación.

Abstract

Staphylococcus aureus is an opportunistic bacterium responsible for high rates of culling and significant economic losses in rabbit farms. Although, this bacterium has not always been a threat to this species, it has developed its pathogenicity to the rabbit during the last decades. In order to investigate the molecular basis of a bacterium-host relationship, this study traces the evolutionary trajectory of the most common rabbit clone of *S. aureus* affecting rabbits. It has been possible to demonstrate that the host jump from human to rabbit occurred over 40 years ago, due to a single nucleotide mutation, which was sufficient and essential for converting a human-specific strain of *S. aureus* into one able to infect rabbits. In addition, we have identified related mutations located in the same gene in other rabbit bacterial lineages, supporting the existence of a process of convergent evolution. This is the first description of a single mutation that is sufficient to alter the host tropism of a microorganism during its evolution, which emphasizes the capacity of some pathogens to widely expand their host populations in new animal species.

Keywords: *Staphylococcus aureus*, genetic evolution, adaptation.

Introducción

A lo largo de los años, son muchos los microorganismos -asociados a plantas y a animales- que han desarrollado la capacidad para cambiar de hospedador, desencadenando una propagación epidémica en nuevas especies. La elevada capacidad de adaptación de estos patógenos para colonizar con éxito nuevas especies hospedadoras es un problema importante en el ámbito de la Veterinaria y de la Salud Pública, aunque el entendimiento de las bases genéticas de este mecanismo es todavía muy limitado. En el caso de las bacterias, se asume que en este proceso subyacen mecanismos genéticos de adaptación muy complejos y en diferentes vías que permiten su expansión en distintos organismos hospedadores. En concreto, *S. aureus* es una de las bacterias que ha logrado adaptarse a multitud de especies del reino animal, desarrollando clones endémicos especializados en cada hospedador y capaces de producir enfermedad. Distintos estudios han demostrado la asociación de elementos

genéticos móviles (EGMs) con cepas de *S. aureus* que infectan especies concretas, sugiriendo que los EGMs juegan un papel importante en la especificidad del hospedador (Lowder et al., 2009; Guinane et al., 2010). Los EGM son secuencias cortas de ADN que pueden moverse de manera autosuficiente a diferentes partes del genoma de una célula. Sin embargo, se desconocen las bases moleculares de la adaptación de *S. aureus* a los nuevos hospedadores y los elementos genéticos que la permiten.

Material y métodos

Modelo de infección experimental en piel de conejo:

El clon ST121 de *S. aureus* es capaz de infectar a varios hospedadores, entre ellos humanos y conejos. Ello puede ser debido a dos posibles mecanismos: la existencia de subtipos específicos de la cepa ST121 para cada especie, o una capacidad innata de esta cepa para infectar a humanos y conejos. Por ello, se realizaron infecciones experimentales intradérmicas con cepas ST121 aisladas de conejo (n=3) y de humanos (n=3) en conejos de 2 meses de edad. Cada cepa fue testada en grupos de 20 animales, y cada animal fue inoculado por duplicado con 300 unidades formadoras de colonias (ufc) de la cepa correspondiente de *S. aureus* en 100 µL de PBS (inyectando una cepa salvaje y otra mutante en el lomo de cada animal). El protocolo experimental fue aprobado por el comité ético de la Universidad CEU Cardenal Herrera.

El salto de hospedador de humano a conejo de *S. aureus*:

Con el fin de estudiar la historia evolutiva de cómo y cuándo se produjo la adaptación del clon ST121 de *S. aureus* que le permitió saltar del humano al conejo como hospedador, se compararon las secuencias del genoma completo de 23 cepas ST121 diferentes, aisladas durante los últimos 50 años en 8 países ubicados en 3 continentes diferentes. Para ello, se aplicó el método coalescente Bayesiano en el programa Bayesian Evolutionary Analysis Sampling Trees (BEAST), para reconstruir la filogenia de las cepas ST121 de humano y conejo y estimar el ritmo de evolución del clon ST121.

Identificación de mutaciones en el genoma del clon ST121 de *S. aureus* de conejo:

Para estudiar la estrategia de adaptación al conejo del clon ST121 de *S. aureus*, en primer lugar se realizó un análisis comparativo de los genomas accesorios de las cepas ST121, centrado en la comparación de la presencia o no de EGMs, muy involucrados en la adaptación de esta bacteria a rumiantes y aves. Posteriormente, se llevó a cabo el análisis del genoma de cepas ST121 de conejo, para identificar pseudogenes y mutaciones no sinónimas comunes en todas ellas.

Reversión de las mutaciones asociadas con proteínas de diferente tamaño, codificadas en las cepas más representativas del clon ST121 de conejo:

Este procedimiento se realizó con el fin de estudiar la importancia real en el mecanismo de adaptación a nuevos hospedadores de las mutaciones halladas previamente. Para ello, se llevaron a cabo manipulaciones de ADN siguiendo procedimientos estandarizados para obtener cepas mutantes en los genes aparentemente implicados en el mecanismo de adaptación al conejo. Posteriormente, cada una de las mutaciones fue introducida en una cepa ST121 humana utilizando plásmido pMAD para realizar el intercambio alélico. La infectividad de las cepas mutantes obtenidas fue estudiada a través de inoculaciones experimentales in vivo en piel de conejo, siguiendo el modelo de infección descrito anteriormente. De esta manera, al revertir los genes implicados en la adaptación al conejo, las cepas de conejo disminuirían su virulencia en los modelos de infección, mientras que las cepas humanas aumentarían su virulencia.

Estudio de la mutación adaptativa del locus del *dltB* en las cepas ST121 de conejo como mecanismo ampliamente distribuido de adaptación al hospedador:

Para estudiar si una única mutación en el *dltB* podía ser un cambio esencial en el tropismo por un hospedador en otras cepas de *S. aureus* de conejo o incluso de otras especies bacterianas, se realizó un análisis filogenético de cepas de *S. aureus* aisladas de conejo (mediante secuencias MLST alineadas y concatenadas), y se secuenció y comparó la región del gen *dltB* de 484 cepas distintas de *S. aureus* (39 aisladas de conejos y 445 de otras especies) pertenecientes a 7 linajes distintos.

Resultados y discusión

El complejo clonal CC121 posee un tropismo multi-hospedador:

Las inoculaciones experimentales en piel realizadas con bajas cantidades de distintas cepas ST121 desvelaron que las provenientes de conejo fueron capaces de infectar a los animales, produciendo abscesos cutáneos similares a los observados en

infecciones naturales por *S. aureus*. Por el contrario, ninguna de las cepas de ST121 de origen humano causó infección clínica en los animales inoculados. Por tanto, las cepas aisladas de conejo y las aisladas de humanos, a pesar de pertenecer al mismo clon, no son iguales, confirmándose la existencia de subtipos específicos de la cepa ST121 para cada especie.

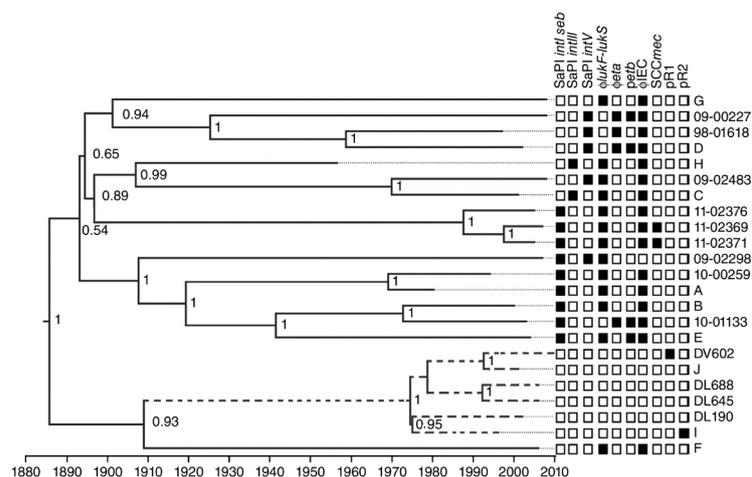
El salto de *S. aureus* de humano a conejo ocurrió hace más de 40 años:

El árbol filogenético realizado mostró un elevado nivel de diversidad de las cepas humanas, en comparación con las cepas de conejo, todas ellas ubicadas en una única rama del árbol filogenético (Figura 1), a pesar de que fueron aisladas con 20 años de diferencia entre ellas en 4 países diferentes. Además, el cálculo de la velocidad de evolución molecular de las secuencias analizadas permitió estimar que la fecha del ancestro común más reciente de la rama de las cepas de conejo es el año 1976. Con todo ello, la explicación más probable de la existencia de las cepas adaptadas al conejo es un salto de hospedador único del humano al conejo que ocurrió hace más de 39 años y que desencadenó el desarrollo de un clon nuevo asociado a epidemias y grandes pérdidas económicas en granjas cunícolas.

La diversificación del clon ST121 de *S. aureus* de conejo reside en el núcleo del genoma:

El análisis comparativo de los genomas accesorios de las cepas del clon ST121 humanas y de conejo permitió descubrir que la mayoría de cepas humanas contenían EGMs, mientras que ninguna de las cepas de conejo presentó EGMs específicos para esta especie (Figura 1), sugiriendo la dispensabilidad de estos elementos para la infección de *S. aureus* en conejo y, por ende, que la capacidad del clon ST121 para infectar conejos debía residir en el núcleo del genoma de las cepas que afectan a esta especie. En ese sentido, se identificaron 9 pseudogenes y 254 mutaciones no sinónimas en distintos loci del genoma. Además, un polimorfismo de un nucleótido (SNP) del gen *dltB* que codifica para el ácido lipoteicoico D-alanina y la proteína de esterificación del ácido teicoico conllevó la conversión del codón de parada en un residuo de tirosina, aumentando en un aminoácido la longitud de la proteína codificada. Asimismo, se determinaron dos SNPs no sinónimos más en la secuencia de codificación del *dltB*.

Figura 1. Historia evolutiva del complejo clonal ST121. Reconstrucción filogenética bayesiana del linaje CC121 basado en el alineamiento del genoma con ramas discontinuas para los conejos y continuas para las humanas. En la imagen se representa la presencia o ausencia de EGMs típicos de *Staphylococcus aureus* en cepas ST121. Los recuadros en negro indican presencia de EGMs, y los vacíos indican la ausencia de ellos.



Una única mutación no sinónima permite la adaptación de *S. aureus* al conejo:

La reversión de los tres SNPs diferentes identificados en el gen *dltB* en cepas de conejo conllevó la pérdida total de infectividad de la bacteria en esta especie, incluso con la utilización de altas dosis (105 ufc), obteniendo resultados de ausencia total de infección como los observados tras la inoculación de cepas humanas originales.

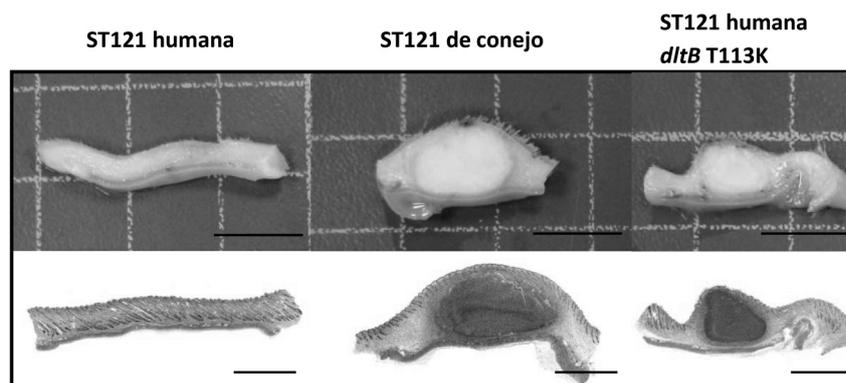
La comprobación, mediante infecciones in vivo, de cuál de los 3 SNPs mutados en el *dltB* de cepas de conejo tenía un impacto prevalente en su pérdida de capacidad infectiva, permitió demostrar que el SNP ubicado en el extremo más 5' (que codifica para Thr113Lys) era el responsable de conferir o no capacidad infectiva a la bacteria (Figura 2), aunque los otros dos estaban implicados en elevar su poder patógeno y favorecer la permanencia de la infección.

Evolución convergente de *S. aureus* en el locus *dltB*:

La comparación de las secuencias del *dltB* de cepas de *S. aureus* de 7 linajes distintos mostró que este gen está altamente conservado entre la gran mayoría de las cepas procedentes de humanos, rumiantes o aves, ya que sólo 8 de las 445 analizadas (1,8 %) contenían una o más mutaciones en esta región. Sin embargo, el 100 % de las 39 cepas estudiadas de conejo presentaron uno o más SNPs mutados en el *dltB*, lo que sugiere la existencia de una convergencia evolutiva.

En conclusión, los resultados expuestos asocian una mutación única, desarrollada en condiciones naturales, con el salto de la bacteria *S. aureus* entre dos hospedadores. Este hecho representa un cambio en el paradigma del entendimiento de las adaptaciones mínimas requeridas por una bacteria para superar barreras inmunológicas de otras especies y establecer nuevas poblaciones de hospedadores (véase información más detallada al respecto en Viana et al., 2015). Por ello, este descubrimiento tiene importantes repercusiones en el ámbito de la Veterinaria y de la Salud Pública. En lo que respecta al conejo, se ha identificado una proteína clave para la adaptación de *S. aureus* a esta especie, por lo que estudios futuros relacionados con la interacción de esta proteína con el hospedador pueden resultar claves para entender mejor la patogenia de la enfermedad.

Figura 2. Modelo de inoculación intradérmica. Se muestran las imágenes macroscópicas (arriba) y microscópicas (abajo) de la piel infectada con *Staphylococcus aureus*. Tan solo las cepas de conejo (centro) y la cepa humana con el gen *dltB* mutado (derecha), es decir, como la cepa de conejo, son capaces de provocar lesiones supurativas en la piel. Barra = 0,5 cm.



Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de C. Cervera y E. Blas en los experimentos in vivo, así como a Edinburgh Genomics (Roslin Institute) por sus servicios de secuenciación. El presente estudio recibió las siguientes ayudas: BIO2011-30503-CO2-01, Eranet-pathogenomics PIM2010EPA-00606 y Consolider-Ingenio CSD2009-00006 del Ministerio de Ciencia e Innovación, subvenciones estratégicas de la University of Glasgow (BB/I013873/1), y del Biotechnology and Biological Sciences Research Council (UK), concesión de financiación AGL2011-30170-CO2-02 (Ministerio de Ciencia e Innovación) y GV2013-077 (Conselleria d'Educació, Cultura i Esport, Generalitat Valenciana).

Bibliografía

- Guinane C.M., Ben Zakour N.L., Tormo-Mas M.A., Weinert L.A., Lowder B.V., Cartwright R.A., Smyth D.S., Smyth C.J., Lindsay J.A., Gould K.A., Witney A., Hinds J., Bollback J.P., Rambaut A., Penadés J.R., Fitzgerald J.R. 2010. Evolutionary genomics of *Staphylococcus aureus* reveals insights into the origin and molecular basis of ruminant host adaptation. *Genome Biol. Evol.* 2:454-466.
- Lowder B.V., Guinane C.M., Ben Zakour N.L., Weinert L.A., Conway-Morris A., Cartwright R.A., Simpson A.J., Rambaut A., Nübel U., Fitzgerald J.R. 2009. Recent human-to-poultry host jump, adaptation, and pandemic spread of *Staphylococcus aureus*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 106:19545-19550.
- Viana C., Comos M., Mc Adam P.R., Ward M.J., Selva L., Guinane C.M., González-Muñoz B.M., Tristan A., Foster S.J., Fitzgerald J.R., Penadés J.R. 2015. A single natural nucleotide mutation alters bacterial pathogen host tropism. *Nature Genetics*, doi: 10.1038/ng.3219.

Efecto de aditivos naturales sobre los rendimientos productivos y conteo fecal de ooquistes de conejos infectados con coccidios

Effect of natural additives on performance and faecal oocysts counts of coccidia infected animals

Saiz A.^{1*}, Martín E.¹, Alfonso C.¹, García-Ruiz A.I.¹, Comenge J.², del Cacho E.⁴, Marco M.³

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

² Fábrica de Casetas, NANTA, Casetas, 50620 Zaragoza.

³ NANTA S.A. Ronda de Poniente 9, Tres Cantos, 28760 Madrid.

⁴ Departamento de Patología Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, 50013 Zaragoza.

*Dirección de contacto: a.saiz.b@nutreco.com

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la inclusión en el pienso de dos aditivos naturales (A y B) sobre el conteo de ooquistes, mortalidad y parámetros productivos de animales sometidos a un desafío por infección con coccidios. Se utilizaron 180 gazapos destetados a 28 días y alojados en jaulas individuales. Los animales fueron asignados a 6 tratamientos (30 animales por cada tratamiento) bloqueando por camada. Los tratamientos fueron: T1 y T2 animales alimentados con dieta control (C) sin ningún aditivo añadido; T3, animales alimentados con dieta D con 0,5 % de diclazuril; T4 animales alimentados con dieta A con 300 ppm del aditivo A; T5, animales alimentados con dieta B con 200 ppm del aditivo B; y T6 animales alimentados con la dieta DA con 0,5 % de diclazuril y 300 ppm del aditivo A. Los animales de los tratamientos 2 a 6 fueron desafiados con un inóculo de coccidios, mientras que los animales del tratamiento 1 no sufrieron ningún tipo de desafío. Los animales infectados mostraron mayores mortalidades, peores pesos y rendimientos productivos y mayor carga de ooquistes en heces que los animales no infectados. Aquellos animales que consumieron aditivos naturales no mostraron una mejoría en sus rendimientos, mortalidad o conteo de ooquistes. Se podría concluir que el uso de aditivos naturales en sustitución de coccidiostatos no es eficaz para reducir la infección por coccidios ni los efectos que causa sobre los rendimientos productivos o la mortalidad de los animales.

Palabras clave: coccidios, infección, rendimientos, ooquistes, aditivos.

Abstract

The aim of this study was determine the effect of the inclusion in the feed of two natural additives (A and B) on the oocysts count, mortality and performance parameters. One hundred and eighty rabbits weaned at 28 days were allocated in individual cages. Animals were assigned to one of the 6 treatments, blocking by litter. Treatments were: T1 and T2 with animals fed with a control diets with no additive or anticoccidial product added; T3 with animals fed with a diet D which contained 0.5 % of diclazuril; T4 which animals were fed with a diet with 300 ppm of additive A; T5 which animals were fed with a diet B with 200 ppm of additive B; and T6 which animals were fed with a diet DA which contains 0.5 % of diclazuril and 300 ppm of additive A. Animals of treatments 2 to 6 were challenged with an inoculum of coccidian, while T1 animals were not challenged. Infected animals shown highest levels of mortality, lowest body weight and a higher level of oocysts in faeces. Animals eaten natural additives didn't show any improvement on performance, mortality or oocysts count. It could be concluded than the use of natural additives in substitution of anticoccidial products is not effective to reduce the coccidian infection or its effect on performance and mortality of rabbits.

Keywords: coccidia, infection, performance, oocysts, additives.

Introducción

La coccidiosis puede ser causante de pérdidas considerables en la industria del conejo (Peeters, 1987; Licois y Marlier, 2008). Los conejos pueden ser infectados por 11 especies de coccidios, todos del género *Eimeria*, de las cuales 8 tienen una importancia en cuanto a pérdidas económicas. Su multiplicación y virulencia es variable (4 grados de virulencia), por lo cual el diagnóstico tanto cuantitativo como cualitativo es útil para la determinación del impacto económico que causa (Coudert et al., 1995). Actualmente el control y la prevención de la coccidiosis está basado en la higiene, la bioseguridad y la inclusión profiláctica de coccidiostatos en los piensos. Hoy en día en Europa solo el diclazuril y la robenidina están autorizadas como aditivos en la producción de conejos, en dosis de 1 ppm y 55-66 ppm respectivamente. De cara a buscar alternativas a estos coccidiostatos, que podrían ser prohibidos en el futuro, se están testando otras alternativas como productos naturales añadidos en el pienso.

El objetivo de este estudio fue determinar la eficacia de dos aditivos naturales (A y B) en la reducción del conteo de ooquistes, mortalidad y empeoramiento de los parámetros productivos de animales sometidos a un desafío por infección con coccidios.

Material y métodos

El estudio se realizó en el Poultry Reseach Centre de Nutreco (Toledo). Siguiendo las recomendaciones de De Blas y Mateos (2010), se formuló una dieta control (C), sin ningún tipo de aditivo o coccidiostato añadido. A partir de esta dieta basal se obtuvieron otras 3 dietas experimentales: una dieta (D) en la que se añadió diclazuril en una concentración del 0,5 %; una dieta A, para la cual se añadió a la dieta basal un aditivo natural A, a una concentración de 300 ppm; una dieta B que se elaboró añadiendo un aditivo B a una concentración de 200 ppm; y una dieta (DA) que contó con una adición de 0,5 % de diclazuril y 300 ppm del aditivo A. Ambos productos son mezclas de extractos vegetales provenientes de plantas como orégano, ajo y tomillo, y en el caso del aditivo A, extracto de regaliz. Se escogieron estos aditivos por su supuesta acción anticoccidiostática.

Estas dietas fueron administradas a 180 gazapos destetados a los 28 días de edad y alojados en jaulas individuales. Todos los animales fueron alimentados desde el destete con las dietas experimentales, y contaron con pienso y agua ad libitum. Los animales fueron asignados a 6 tratamientos (30 animales por cada tratamiento) bloqueando por camada, de tal forma que un animal de cada camada estuviera asignado a uno de los 6 tratamientos. Los tratamientos fueron: T1 y T2 animales alimentados con dieta B sin ningún tipo de producto añadido; T3, animales alimentados con dieta D; T4 animales alimentados con dieta A; T5, animales alimentados con dieta B; y T6 animales alimentados con la dieta DA.

Los animales de los tratamientos T2 a T6 fueron desafiados a los 35 días de vida mediante la administración por vía oral de 0,5 ml de inóculo concentrado en *Eimeria* específica de conejos, a cada animal independientemente. El inóculo fue preparado en la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza, por lo que la concentraciones aproximadas de ooquistes inoculados fueron: *Eimeria magna*, 50.000 ooquistes/conejo; *E. media*, 50.000 ooquistes/conejo; *E. intestinalis*, 50.000 ooquistes/conejo; y *E. perforans*, 20.000 ooquistes/conejo.

Se determinó el peso y el consumo de los animales al destete, a los 35 (0 días post infección), 44 (9 días post infección) y 63 días de vida (final de cebo). La mortalidad se controló diariamente. A 41 días de vida, se colocaron bandejas de colecta de heces en 15 animales por tratamiento, recogiendo las deyecciones a los 44 días (9 días post infección) para determinar el conteo de ooquistes en el momento más alto de la infección con coccidios. Tras esto, las bandejas fueron cambiadas, y se recogieron de nuevo heces a los 47 días de vida (12 días post infección). Se realizó un recuento de ooquistes mediante coprología cuantitativa con cámara de McMaster. Para ello, se diluyó 0,5 g de heces en 10 ml de una solución salina sobresaturada. Esta dilución se homogeneizó, y tras un tiempo de flotación se tomó el sobrenadante con una pipeta Pasteur y se llenó la cámara de McMaster, contando el número de ooquistes presentes. El número total de ooquistes por gramo de heces se determinó con la ecuación: $N=n \times d/A$, siendo N el número total de ooquistes por gramo de heces, n el número de ooquistes contados en la cámara, d es la inversa de la dilución (20) y A las dimensiones de la cámara de McMaster en cm^3 ($1 \times 1 \times 0,15 \text{ cm} = 0,15 \text{ cm}^3$).

Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa estadístico SAS/STAT (Statistical Systems Institute Inc., Cary, NC, 1999). Tanto los datos productivos como el logaritmo decimal del conteo de ooquistes se analizaron mediante un análisis de varianza con el procedimiento PROC MIXED. La mortalidad fue estudiada mediante un análisis de distribución binomial con el método PROC GENMOD. Se utilizó el Test Tukey para comparar las medias entre sí.

Resultados y discusión

En la tabla 1 se muestran los resultados del recuento de ooquistes, a 9 días post infección (44 días de vida), que es el momento en el cual la infección por coccidios es más alta, produciéndose el mayor daño en la mucosa intestinal (Peters et al., 1984) y a 12 días post-infección (47 días de vida), cuando la infección ya empieza a disminuir (Gregory y Catchpole, 1986). En efecto se observó como el conteo de ooquistes fue mucho más alto a 41 días que a 47 días de vida.

Tabla 1. Número de ooquistes por gramo de heces.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Infección	NO	SI	SI	SI	SI	SI		
Dieta	C	C	D	A	B	DA	EEM	P > f
Conteo de ooquistes, 44 d	131.711 ^c	364.155 ^a	275.434 ^b	445.232 ^a	404.867 ^a	148.598 ^{bc}	52.877	***
Conteo de ooquistes, 47 d	52.178 ^c	79.925 ^{ab}	59.712 ^{abc}	98.927 ^a	94.868 ^a	40.370 ^c	10.095	***

T1: no infectados; T2: infectados; T3: infectado + diclazuril; T4: infectado + aditivo A; T5: infectado + aditivo B; T6: infectado + diclazuril+aditivo A.

Dieta C: sin aditivo; Dieta D: 0,5 % de diclazuril; Dieta A: 300 ppm de aditivo A; Dieta B: 200 ppm de aditivo B; Dieta DA: 0,5% de diclazuril + 300 ppm de aditivo A.

***: $p < 0,001$. EEM: Error estándar de la media.

Aunque se aislaron convenientemente a los animales del grupo no desafiado con el inóculo de coccidios, se encontraron ooquistes en las heces de los animales que no sufrieron desafío, aunque en menor cantidad que en las heces de los animales que sufrieron desafío. Esta contaminación pudo ser debida al contacto de las heces con orina de animales infectados. Comparando los distintos tratamientos de los animales que fueron desafiados, se observó una menor carga de ooquistes en el caso de los animales que consumieron coccidiostato que aquellos que no lo hicieron, aun consumiendo los aditivos naturales, los cuales no mostraron una reducción en la carga de coccidios. Sin embargo, la adición conjunta del aditivo A y coccidiostato sí produjo una reducción en el número de ooquistes en heces, lo que puede mostrar cierto efecto sinérgico entre el diclazuril y el aditivo A.

Estos resultados son paralelos a los encontrados en los parámetros zootécnicos, los cuales se muestran en las tablas 2 y 3. En la tabla 2 se muestran los parámetros productivos entre la infección y el momento de máxima infección de los animales (35 a 44 días) en el cual se pudo observar claramente un mejor peso, crecimiento, e índice de conversión en los animales no infectados que en los que sí fueron infectados, los cuales sufrieron en empeoramiento severo en su crecimiento, consumo en índice de conversión, lo que muestra que el desafío con coccidios mediante esta técnica fue eficaz.

Comparando los tratamientos que recibieron los animales infectados se observaron los peores resultados en los animales que no consumieron coccidiostato, independientemente de si consumieron algún aditivo natural. Sin embargo, la adición conjunta del aditivo A y coccidiostato sí produjo una mejora en el peso, la ganancia y el índice de conversión con respecto al resto de los animales infectados, aunque su peso no llegó a alcanzar al de los animales no sometidos a infección. La mortalidad, aunque no estadísticamente significativa, es ampliamente menor en los animales no infectados que en los animales sometidos a desafío, y mayor en aquellos animales que no consumieron coccidiostato y/o aditivos naturales.

En la tabla 3 se muestra los datos del periodo de 44 a 62 días de vida de los animales, en el que ya la infección de coccidios empieza a remitir, lo cual se observa con un crecimiento compensatorio de los animales y una disminución de la mortalidad, el cual es más acusado en los animales que habían sufrido más durante el periodo de infección (tratamientos 3, 4 y 5), aunque en ningún caso llegan al peso de los animales que no sufrieron infección.

Tabla 2. Parámetros productivos de los conejos de 35 a 44 días de vida.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Infección	NO	SI	SI	SI	SI	SI		
Dieta	C	C	D	A	B	DA	EEM	P > f
PV, g	1324a	968,6c	1066b	991,4c	971,9c	1080b	17,69	***
GMD, g/d	52,75a	13,58c	21,20b	13,81c	12,78c	24,82b	1,515	***
DFI, g/d	102,3a	56,21d	67,50b	57,89cd	56,64d	65,72bc	2,056	***
FCR	1,895b	4,722a	4,482a	5,015a	5,045a	2,989ab	0,178	***
Mortalidad, %	0	20,00	10,00	10,00	6,666	6,666	-	0.6197

T1: no infectados; T2: infectados; T3: infectado + diclazuril; T4: infectado + aditivo A; T5: infectado + aditivo B; T5: infectado + diclazuril+aditivo A.

Dieta C: sin aditivo; Dieta D: 0,5 % de diclazuril; Dieta A: 300 ppm de aditivo A; Dieta B: 200 ppm de aditivo B; Dieta DA: 0,5% de diclazuril + 300 ppm de aditivo A.

***: $p < 0,001$. EEM: Error estándar de la media.

Tabla 3. Parámetros productivos de los conejos de 44 a 62 días de vida.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Infección	NO	SI	SI	SI	SI	SI		
Dieta	C	C	D	A	B	DA	EEM	P > f
PV 44 días, g	2322a	1987c	2145b	2101bc	2048bc	2130b	29,55	***
GMD, g/d	55,38b	57,15ab	60,20a	61,60a	59,25ab	58,66ab	1,098	***
DFI, g/d	161,3a	143,5b	160,1a	153,2ab	149,0ab	149,6ab	3,118	***
FCR	2,914a	2,512bc	2,647b	2,484c	2,505bc	2,533bc	0,0407	***
Mortalidad, %	6,666	6,666	0	3,333	6,666	3,333	1,013	0,9794

T1: no infectados; T2: infectados; T3: infectado + diclazuril; T4: infectado + aditivo A; T5: infectado + aditivo B; T5: infectado + diclazuril+aditivo A.

Dieta C: sin aditivo; Dieta D: 0,5 % de diclazuril; Dieta A: 300 ppm de aditivo A; Dieta B: 200 ppm de aditivo B; Dieta DA: 0,5% de diclazuril + 300 ppm de aditivo A.

***: $p < 0,001$. EEM: Error estándar de la media.

A la vista de los resultados mostrados, se puede concluir que el uso de aditivos naturales en sustitución de coccidiostatos no es eficaz para reducir de la infección por coccidios ni los efectos que causa sobre los rendimientos productivos o la mortalidad de los animales. A la vista de los resultados mostrados, se puede concluir que el uso de aditivos naturales en sustitución de coccidiostatos no es eficaz para controlar la infección por coccidios ni los efectos que estos causan sobre los rendimientos productivos o la mortalidad de los animales.

Agradecimientos

Nuestro agradecimientos al todo el equipo de cunicultura de NANTA y a todo el personal del PRRC.

Bibliografía

Coudert P., Licois D., Drouet-Viard F. 1995. Eimeria species and strains of rabbits. In Eckert J., Braun R., Shirley M.W., Coudert P. (eds.) Guidelines on techniques in coccidiosis research. COST 89/820 Biotechnology, pp. 52-73.

De Blas C., Mateos G.G. 2010. Feed formulation. In de Blas C. y Wiseman J. (eds.) Nutrition of the rabbit. CAB International, Wallingford (UK), pp. 222-232.

Gregory M.W., Catchpole J. 1986: Coccidiosis in rabbits: the pathology of Eimeria flavescens infection. Int. J. Parasitol., 16:131-145.

Licois D., Marlier D. 2008. Pathologies infectieuses du lapin en élevage rationnel. INRA Prod. Anim., 21:257-268.

Peeters J.E., Pohl P., Charlier G. 1984: Infectious agents associated with diarrhoea in commercial rabbits: a field study. Ann. Rech. Vét., 15:335340.

Peeters J.E. 1987. Etiology and pathology of diarrhoea in weaning rabbits. In: Auxilia M.T. (ed) Rabbit production systems including welfare. CEE, Luxemburg, 127-137.

SAS Institute. 2001. SAS/STAT® User's Guide (Release 8.2). SAS Inst. Inc., Cary NC, USA.

Diagnóstico de patologías digestivas en conejos de cebo: resultados preliminares

Diagnosis of digestive diseases in fattening rabbits: preliminary results

Pérez C.^{1*}, Pérez A.¹, Coscelli G.², Azevedo A.M.², Panadero R.¹, Prieto A.¹, Díaz J.M.¹, Gullón J.³, Prieto C.³, García N.³, Sánchez del Cueto M.³, García C.³, Quiroga M.I.², Fernández G.¹, Díez-Baños P.¹

¹Dept. Patología Animal, Universidad de Santiago de Compostela, Facultad de Veterinaria, Carballo Calero s/n. 27002 Lugo, España

²Dept. Ciencias Clínicas Veterinarias. Universidad de Santiago de Compostela, Carballo Calero s/n. 27002 Lugo, España

³C.O.G.A.L. Álceme s/n, 36530 Rodeiro (Pontevedra), España

*Dirección de contacto: carmeruza@gmail.com

Resumen

Se presentan los resultados preliminares de un estudio más amplio realizado con el objeto de establecer la etiología de los procesos diarreicos en conejos durante el destete. Se realizaron análisis microbiológico, parasitológico e histopatológico en muestras de intestino e hígado de conejos que presentaban un proceso diarreico en diferentes granjas de Galicia. Los resultados obtenidos muestran que los procesos diarreicos en conejos en post-destete son un proceso multicausal. Así, la etiología más frecuente fue mixta con colibacilosis, enteropatía mucoide y coccidiosis. Además, se observó diferencias en las diferentes especies de *Eimeria spp.* identificadas, siendo la más frecuente *E. media*, especie considerada de patogenicidad media.

Palabras clave: enteritis, conejo, etiología.

Abstract

Preliminary results of a broader study focused in the etiology of diarrheal processes in rabbits during weaning period are presented. Microbiological, parasitological and histopathological analyses were performed in intestine and liver samples from rabbits with diarrheic disorders in different farms of Galicia. The results show that diarrheal processes in post-weaning rabbits are a multicausal disease. Thus, the most frequent etiology was mixed with *E. coli* infection, mucoid enteropathy and coccidiosis. In addition, differences in the identified *Eimeria spp.* were observed, being *E. media* the most frequent, a species with medium pathogenicity.

Keywords: enteritis, rabbit, etiology.

Introducción

Los procesos digestivos tienen gran importancia en la producción industrial de conejo para consumo (Fernández, 2006). Se han descrito diferentes procesos infecciosos y parasitarios que provocan cuadros diarreicos en conejos (Marlier et al., 2003). Hasta la fecha, tampoco ha sido aclarada la etiología de la enteropatía mucoide del conejo (Bäuerl et al., 2014). En este trabajo se presentan los resultados preliminares de un estudio más amplio sobre el desarrollo de un sistema de control integral de las patologías digestivas en cunicultura.

Material y métodos

Se realizó toma de muestras de los diferentes tramos del tracto digestivo de conejo en el postdestete en explotaciones que presentaban cuadros digestivos con diarrea. Se realizó estudio microbiológico (cultivo en medios selectivos de enterobacteriaceas), tinción de Gram directa (observación de *Clostridium spiroforme* en ciego), parasitológico (flotación en solución salina en cámara de McMaster modificado), histopatológico (tinción hematoxilina-eosina y Gram) de los diferentes tramos de intestino. Se realizó también detección de rotavirus mediante inmunocromatografía directa (INgezim Rota CROM, Ingensa, España) y detección de toxinas α , β , ϵ de *Clostridium perfringens* (Enterotoxaemia ELISA kit; Alpha, Beta, Epsilon, C. *perfringens*; BioX, Francia) a partir del contenido intestinal. Además, en el caso de la presencia de ooquistes de *Eimeria spp.* se realizó la identificación de la especie de acuerdo con Duszynsky y Couch (2013); previa esporulación en dicromato potásico.

co al 2% y posterior flotación en solución azucarada de Sheather (densidad 1,27); en el caso de aislamiento de *Escherichia coli*, detección del gen *eae* mediante qPCR (EXOone E. coli *eae* gene; EXOPOL, España), que se ha asociado como factor de patogenicidad en diarreas en conejos (Blanco et al., 1996).

Resultados y discusión

En todas las explotaciones estudiadas se detectó infección por rotavirus y, por el contrario, en ningún caso se aisló *Salmonella* spp. No se detectó en ningún animal estudiado las toxinas α , β , ϵ de *Clostridium perfringens* en el contenido intestinal. Sin embargo, sí se diagnosticó enterotoxemia iota en combinación con lesiones compatibles de enteropatía mucoide.

Los resultados obtenidos muestran que los procesos diarreicos en conejos en post-destete son un proceso multicausal, coincidiendo con los hallazgos de otros autores (Nieddu et al., 2000; Salcedo-Baca et al., 2004; Rodríguez-De Lara et al., 2008). Así, la etiología más frecuente fue mixta con colibacilosis, enteropatía mucoide y coccidiosis. En más del 50% de las explotaciones se diagnosticaron combinaciones de dos o más patologías. Además, se observó diferencias en las diferentes especies de *Eimeria* spp. identificadas, siendo la más frecuente *E. media* (considerada de patogenicidad media), seguida de *E. coecicola* (considerada de baja patogenicidad) y en mucha menor proporción otras especies como *E. magna*, *E. exigua*, *E. intestinalis* y *E. perforans* (Cere et al., 1996; Pakandl, 2009; Duszynsky y Couch, 2013).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto: Desenvolvimento dun sistema de control integral de patoloxías dixestivas en cunicultura mediante combinación de distintas tecnoloxías (Conecum) - Conecta PEME 2014. Xunta de Galicia.

Bibliografía

- Bäuerl C., Collado M.C., Zúñiga M., Blas E., Pérez Martínez G. 2014. Changes in cecal microbiota and mucosal gene expression revealed new aspects of Epizootic Rabbit Enteropathy. *PLoS ONE* 9(8): e105707.
- Blanco J.E., Blanco M., Blanco J., Mora A., Balaguer L., Mouriño M., Juárez A., Jansen H. 1996. O serogroups, biotypes, and *eae* genes in *Escherichia coli* strains isolated from diarrheic and healthy rabbits. *Journal of Clinical Microbiology*, 34:2101-2107.
- Cere N.; Humbert J.F.; Licois D.; Corvione M.; Afanassieff M.; Chanteloup N. 1996. A new approach for the identification and the diagnosis of *Eimeria media* parasite of rabbit. *Experimental Parasitology*, 82:132-138.
- Duszynsky W., Couch L. 2013. *The biology and identification of the coccidia (Apicomplexa) of rabbits of the world*. Elsevier, 340 pp.
- Fernández G. 2006. Enfermedades Infecciosas que cursan con procesos digestivos en conejos. *Boletín de Cunicultura*, 144:23-30.
- Marlier D., Dewree R., Licois D., Lassence C., Poulipoulis A., Vindevogel H. 2003. Description des principales etiologies des maladies digestives chez le lapin européen (*Oryctolagus cuniculus*). *American Medicine Veterinary*, 147:385-392.
- Nieddu D., Grilli G., Gelmetti D., Gallazzi D., Toccaceli S., Lavazza A. 2000. Electron microscopy detection of viral agents in rabbits with enteropathy during the period 1982-1999 in Italy. En: *Proceedings of the 7th World Rabbit Congress, 4-7 July 2000, Valencia, Spain, vol. 1, pp. 325-335*.
- Pakandl M. 2009. Coccidia of rabbit: a review. *Folia Parasitologica*, 56:153-166.
- Salcedo-Baca R., Martínez-García G.E. Montesinos-R L.I., Gómez-Lorence M. 2004. Characterization of growing rabbit morbidity and mortality in a rabbitry in Chapingo, Mexico. En: *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress, Puebla, México, vol. 3, pp. 626-631*.
- Rodríguez-De Lara R., Cedillo-Peláez C., Constantino-Casas F., Fallas-López M., Cobos-Peralta M.A., Gutiérrez-Olvera C., Juárez-Acevedo M., Miranda-Romero L.A. 2008. Studies on the evolution, pathology, and immunity of commercial fattening rabbits affected with epizootic outbreaks of diarrhoeas in Mexico: A case report. *Research in Veterinary Science*, 84:257-268.

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

NOTAS



Cuidando **nuestro**
campo desde 1959





**UN MODELO INNOVADOR
DE FORMULACIÓN**



**MW
NANTA**

NANTA S.A. · Ronda de Poniente nº9 · 28760 Tres Cantos (Madrid)
Tel. 918 075 410 · Fax 918 032 515 · www.nanta.es