

XXXIII SYMPOSIUM DE CUNICULTURA

30 y 31 Octubre 2008



CALAHORRA

Patrocinan



GOMEZ Y CRESCO

INTERCUN



Gobierno
de La Rioja

Agricultura, Ganadería
y Desarrollo Rural

Organizan





Extensión de Norma

Carne de Conejo

INTERCUN



Organización
Interprofesional
Cunicola



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

XXXIII

Symposium de ASESCU - 2008

ISBN 978-84-612-4856-8

Edita: Asociación Española de Cunicultura, ASESCU.

© Asociación Española de Cunicultura, 2008.

Diseño portada: Herminia Torres.

Diseño y Maquetación: Editorial Agrícola Española S.A.

Deposito Legal:

ÍNDICE

UNA CUNICULTURA MÁS EFICIENTE	5
- Reducción de los índices de conversión. Maertens, L.	6
- Producción de conejos con restricciones alimentarias. Tudela. F.	14
CALIDAD DE CARNE Y COMPOSICIÓN CORPORAL	23
- Efecto del tiempo de ayuno sobre el rendimiento y la calidad microbiológica de la canal del conejo. Margüenda I, Nicodemus N., García-Rebollar P., Villarroel, M., Sevilla L. Vadillo S., Carabaño R.	24
- Efecto del uso de piensos con diferente contenido en fibra digestible y almidón sobre la composición de la canal y calidad de la carne de conejo. Pascual M., Pla M., Piquer O., Soler M.D., Blas E., Pascual J.J.	28
- Caracterización de las piezas de conejos de monte comercializadas en mercados de abastos. González-Redondo P., Ramírez-Reina M.C., González-Sánchez C.	32
GENÉTICA Y REPRODUCCIÓN	37
- Selección divergente para la variabilidad ambiental del tamaño de camada en conejo. resultados preliminares. Argente, M.J. García, M.L., Muelas, R., Santacreu, M.A., Blasco, A.	38
- Evaluación de una línea maternal seleccionada por longevidad productiva. Sánchez J.P.,Baselga M.	42
- Efecto de los parámetros ambientales y productivos sobre la calidad seminal de machos seleccionados por alta velocidad de crecimiento. Ródenas L., Martínez E., Savietto D., Fernández J., Prendes R., Domingues V., Arias J.M., Pascual J.J.	46
GESTIÓN TÉCNICO ECONÓMICA	51
- Resultados productivos de sistemas extensivos y estimación de costes. Velasco B., Rebollar P.G., Marco M., Costa R. García-Rebollar P.	52
- Costes de producción en la cunicultura española en el 2008, “al límite de la resistencia económica”. Pascual M, Gómez E. ,Serrano P, INTERCUN.	56
NUTRICIÓN	61
- Efectos de la incorporación de una mezcla de extractos vegetales en los piensos por engorde: resultados en granja experimental y en granjas comerciales. M. Colin, T. Atkari, A.Y. Prigent	62
- Evaluación de heno de avena y de paja de trigo como complemento de los piensos de conejos en Túnez. Haj Ayed M., Nader, B., Villamide M.J.	66
- Utilización de piensos peridestete con bajo contenido en proteína. Martínez-Vallespín B., Murillo M., Martínez E., Ródenas L., Blas E., Cervera C.	70
PATOLOGÍA	75
- <i>Enterococcus hirae</i> asociado a diarreas en conejos lactantes. Fernández A., Moreno B., Chacón G. Villa A., Casamayor A., Vela A.I., Fernández-Garayzábal J.F., Comenge J.	76
- Comparación de la evolución clínica mediante el uso de neomicina o apramicina para el control de un caso de enterocolitis. DePaz X., Lapuente S., Mateo A.	80
- Evolución de la resistencia a antibióticos frente a <i>Staphylococcus aureus</i> en las granjas cunícolas. Selva L., Viana D., Penadés J.R. y Corpa J.M.	84
- Estudio experimental en conejos para evaluar el potencial efecto de la antibioterapia en la inmunidad humoral frente a mixomatosis. Pagès-Manté, A., Ruiz, M. C.	88
- Impacto de la mixomatosis en la cunicultura industrial española: análisis de las causas y propuesta de actuaciones. Dalton, K.	92

**UNA
CUNICULTURA
MÁS EFICIENTE**

Estrategias para reducir el índice de conversión

Maertens L.

Ministry of the Flemish Community, Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO) - Animal Sciences – Melle, Belgium
 luc.maertens@ilvo.vlaanderen.be

Resumen

En este trabajo se discuten diferentes formas de reducir el índice de conversión (IC), tanto en crecimiento como en hembras reproductoras. El factor de la dieta que tiene mayor impacto sobre el IC es su concentración energética. Dentro de los márgenes prácticos, un incremento de 0.5 MJ ED/kg reduce el IC en 0.15-0.20 puntos. Las dietas fibrosas pueden aumentar su concentración energética añadiendo grasa o incluyendo materias primas ricas en aceites. Sin embargo, para mantener la durabilidad de los pellets, la adición de grasa debe limitarse al 2-3%. En un contexto de alimentación por fases, el IC puede reducirse significativamente actuando en la fase final del cebo. Una vez que los animales llegan a los 2.0 kg, su IC sobrepasa el 3.25. El uso de líneas de machos seleccionados por crecimiento (alta correlación con el IC) permite una reducción del IC entorno al 10% durante el cebo. En hembras, el número de gazapos destetados es el factor más determinante. Un incremento de 5 gazapos/hembra y año reduce un 11% el IC en maternidad, si simultáneamente se reduce la mortalidad post destete en un 5%, la mejora en el IC puede llegar al 18%. Las pérdidas de gazapos durante el periodo de cebo, especialmente en las fases finales, tienen un gran impacto; así una reducción del 10 al 5% de mortalidad reduce en un 6.6% el IC en el cebo. También una restricción correcta en el cebo y en hembras no lactantes es útil para reducir el IC de la granja. Altas densidades o grupos de gran tamaño en el cebo empeoran el IC. Finalmente, el desperdicio de pienso debido a un mal diseño de comederos o la presencia de finos en el pienso pueden tener un impacto muy significativo sobre el IC. Optimizar los diferentes factores que influyen en el IC permite alcanzar IC en la granja entorno a 3.

Abstract

Different possibilities to reduce the feed conversion ratio (FCR) both in fatteners and females are discussed. The dietary factor having the largest impact on the FCR in fatteners is the energy concentration. Within practical margins, an increase with 0.5 MJ DE/kg leads to a decrease of the FCR with 0.15-0.20 points. The fibrous rabbit diets can be made more energy dense by using fat or oil rich feedstuffs. In a phase feeding schedule, a significant decrease

of the FCR can herewith be obtained in the finishing period. However, to maintain the pellet durability, fat addition is limited to 2-3%. Once fatteners have a weight of 2.0 kg, their FCR exceeds 3.25. The use of a quickly growing sire line (high correlation with FCR) leads to a reduction of the FCR of over 10% during the fattening stage. In females, the number of weaned young is the most determining factor. An increase with 5 young/€/year decreases the FCR in the maternity with 11%. When simultaneously the post-weaning mortality decrease with 5%, the positive impact on the FCR is even 18%. Losses in the fattening stage, especially in the finishing period have a large impact; e.g. a decrease from 10 till 5% reduces the FCR in the fattening unit with 6.6%. Also a correct restriction of fatteners or non lactating does is helpful to reduce the farm FCR. High stocking density or large group sizes leads to a less favourable FCR. Finally feeding wastage due the feeder design or meal losses can have a significant impact on the FCR. Optimization of the different factors involved in the FCR leads to a farm FCR around 3.0.

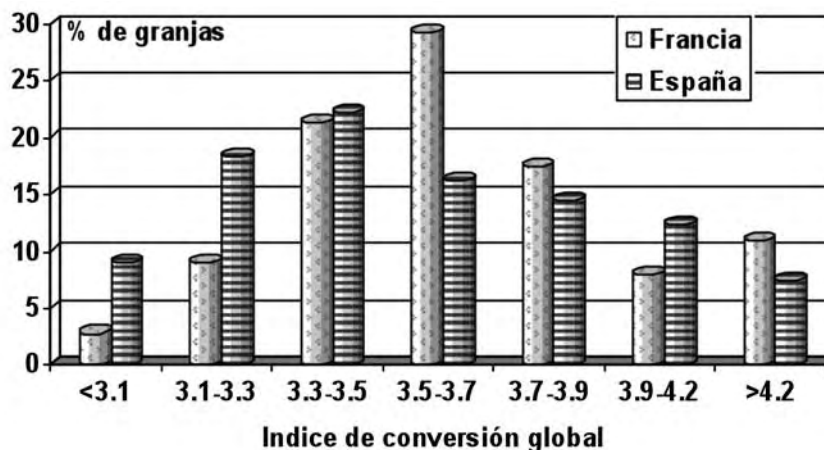
Introducción

En la producción de carne de conejos, como en otras especies, el coste de alimentación representa la parte más importante de los costes de producción. Dependiendo de los costes de amortización, los costes de alimentación pueden suponer hasta un 60-70% de los costes totales. Actualmente, los costes de producción de la carne de conejo son dos veces más altos que los de la carne de pollo y un 25-35% mayores que los de los cerdos. Debido a que la carne de conejo compite con la de estos animales, es de vital importancia la reducción de los costes de alimentación. Cuando hablamos del índice de conversión (IC), en la práctica la única figura que se controla es el índice de conversión del conjunto de la granja que incluye a las madres y al cebo. Las revisiones recientes indican que el índice de conversión de una granja es de 3.60, 3.82 y 3.63 de media en Francia, Italia and España, respectivamente (Lebas, 2007, Xiccato *et al.*, 2007; Rosell y González, 2007). Sin embargo, en todos estos estudios se pone de manifiesto unas diferencias muy elevadas entre granjas (desde menos de 3.0 hasta datos por encima de 4.5) (Figura 1).

En las granjas de conejos, dependiendo de la edad al destete y del peso al sacrificio, el 50-60% del total del pienso se consume en la etapa de cebo y el resto (40-50%) en la etapa de reproducción. Hay numerosos datos experimentales para estudiar el IC en la etapa de cebo, sin embargo hay muy pocos para la etapa de reproducción. Sin embargo, para reducir el IC global de la granja hay que tener en cuenta ambas etapas. Los factores más importantes a tener en cuenta para reducir el IC son la utilización de un stock

de reproductores eficientes, la calidad del alimento, el control de las bajas (mortalidad) y el manejo de la granja (e.g eficacia de reproducción, peso al sacrificio). El impacto de alguno de estos factores, especialmente importantes para reducir el IC, se discutirán posteriormente. Para analizarlos se van a utilizar principalmente los datos obtenidos en nuestra granja.

Figura 1. Variación entre granjas del índice de conversión en Francia y España obtenidos en 2006 (adaptado de Jentzer, 2008; Rosell y González, 2007).



Definición del índice de conversión

Como ya se ha mencionado en la introducción, desde un punto de vista práctico y económico, el **índice de conversión (IC) global** (granja) es el parámetro que más se ha utilizado para estimar la eficacia de utilización del pienso en sistemas intensivos. El IC global se define para un sistema de producción cerrado (reproducción y cebo) como la relación entre los kg de pienso consumido (comprado)/kg de gazapo producido (vendido). La eficacia reproductiva y el peso al sacrificio son los factores principales que afectan al IC. Considerando la misma mortalidad (10% post-destete) el efecto acumulado de ambas variables conlleva un aumento del 31.3% (desde 3.07 a 4.03) (Tabla 1).

Tabla 1. IC global para diferentes pesos al sacrificio y número de gazapos producidos/ hembra y año (adaptado de Maertens et al., 2005b).

Nº conejos producidos/hembra y año	40	45	50	55
Peso al sacrificio (kg)	Índice de conversión global			
2.0	3.64	3.39	3.21	3.07
2.25	3.79	3.53	3.34	3.19
2.50	4.03	3.75	3.55	3.39

El IC en cebo se define como la relación entre los kg de pienso consumido/kg de ganancia de peso en el cebo (Peso final – Peso al destete). En este IC se incluye el alimento de los conejos que han muerto o que se han retirado, mientras que no se considera la ganancia de peso de estos animales. Esto es correcto desde un punto de vista económico y se define como el **IC económico**. El índice de conversión en reproducción se define como la relación entre kg de alimento consumido/ kg de gazapos destetados + hembras viejas vendidas.

Sin embargo, si la mortalidad no es el objetivo en los trabajos de nutrición, el efecto de la mortalidad se elimina y el resultado es el **IC técnico**. En este índice sólo se tiene en cuenta el alimento que han consumido los gazapos que han llegado al final del cebo y como consecuencia, el IC técnico es menor que el IC económico. Para realizar esta corrección se asume que los animales no han consumido pienso los 2 días precedentes a la muerte del animal (Maertens et al., 2005a).

Además del IC, la eficacia de utilización del alimento algunas veces se presenta como **eficacia alimenticia** (De Blas et al., 1998). Desde un punto de vista científico, la eficacia alimenticia (inversa del IC, o kg de ganancia de peso/kg de alimento consumido) expresa mejor el concepto de eficacia y por lo tanto se recomienda utilizar en trabajos experimentales.

Efecto de la edad sobre el índice de conversión

Los animales jóvenes y de crecimiento más rápido tienen un IC mejor en las primeras etapas del cebo que cerca del sacrificio. Por encima de los 2 kg, las diferencias en deposición de tejidos (grasa en vez de proteína + agua) y las mayores necesidades de mantenimiento son los efectos responsables del rápido incremento del IC (IC > 3.25). En la **Tabla 2** se muestran datos recientes del IC técnico obtenidos en nuestra granja con un línea de crecimiento rápido.

Tabla 2. Valores medios de ganancia de peso, consumo de alimento e IC técnico durante el periodo de cebo.

Edad (días)	Peso (g)	Ganancia g/d	Ingestión g/d	Índice de conversión	
				Semanal	Acumulado
21-30	400-740	38	35 + milk	-	-
30-37	740-1050	44	84	1.91	1.91
37-44	1050-1395	49	114	2.33	2.13
44-51	1395-1750	51	136	2.67	2.32
51-58	1750-2085	48	148	3.08	2.51
58-65	2085-2395	44	160	3.64	2.72
65-72	2395-2680	41	171	4.17	2.94

Dieta: 10.0 MJ ED/kg Temperatura moderada (15-23°C) Jaulas sin mortalidad

Posibilidades genéticas

La selección por eficacia alimenticia o por IC ha sido poco estudiada o aplicada en conejos. La determinación correcta del IC es un labor costosa y se asume que la selección por velocidad de crecimiento conlleva un mejor IC. Sin embargo, con el desarrollo de líneas paternas específicas está creciendo el interés por este parámetro (Larzul y de Rochambeau, 2005). La heredabilidad estimada para el IC varía entre 0.25 y 0.30 (Piles *et al.* 2004; Larzul y de Rochambeau, 2005). Larzul y de Rochambeau (2004) observaron diferencias significativas en el IC entorno al 10% cuando se compararon 10 líneas paternas. Cuando se comparan líneas diferentes se observa claramente que aquellas que se seleccionaron por velocidad de crecimiento muestran un mejor IC (**Tabla 3**).

Tabla 3. Comparación del IC de distintas líneas españolas (Feki *et al.*, 1996).

Línea	V	R	C
Criterio de selección	Tamaño de camada	Velocidad de crecimiento	Producción global
Peso a 63 días (g)	2 116	2 598	2 251
Velocidad de crecimiento (g/d)	37.9	48.0	39.2
IC*	3.01	2.63	3.07

* covariado

Aunque se han observado correlaciones divergentes entre la velocidad de crecimiento y el IC (Larzul y de Rochambeau, 2005) se acepta que, generalmente, las líneas macho más pesadas tienen un IC menor. El uso de estas líneas han contribuido en parte a reducir el IC de las granjas de 4.0 en 1990 hasta 3.60 en 2006 (Lebas, 2007).

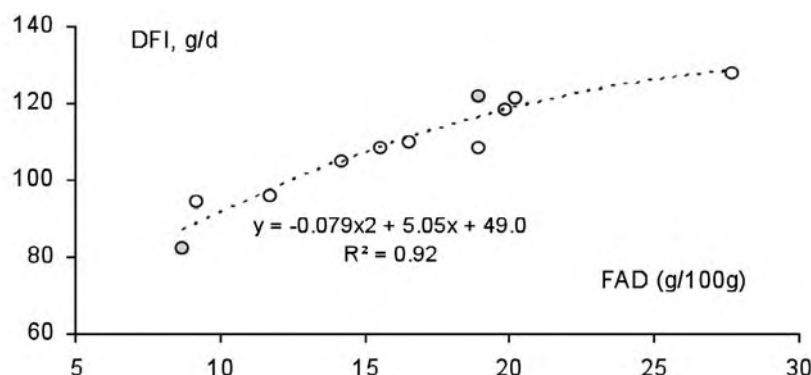
En granjas comerciales, el uso creciente de cruzamientos entre líneas maternas prolíficas y líneas paternas de alta velocidad de crecimiento (por consecuencia mejor IC) ha llevado a que en publicaciones recientes se registren datos de velocidad de crecimiento de 50 g/d e IC técnicos de 2.6-2.7 entre los 35 y los 63 días (García-Ruiz *et al.*, 2006; Gidenne *et al.*, 2007).

Nutrición

La eficacia alimenticia está relacionada negativamente con la concentración en energía digestible (ED) de la dieta como se demostró hace 30 años por Lebas (1975) y confirmado posteriormente en muchos experimentos. Los conejos regulan su ingestión de acuerdo a sus necesidades energéticas como otros mamíferos. En monogástricos el nivel de glicemia en sangre juega un papel preponderante en la ingestión de alimento, mientras que en rumiantes este papel en sangre lo juegan los áci-

dos grasos volátiles. Debido a que el conejo es un monogástrico herbívoro, no está claro cual es el principal parámetro sanguíneo que regula la ingestión de alimento, aunque parece probable que sea el nivel de glucosa (Gidenne y Lebas, 2005). Sin embargo, debido a la estrecha relación que existe entre el nivel de fibra y la ED de la dieta, la ingestión de alimento (y por consecuencia el IC) está aun mejor correlacionada con el nivel de fibra menos digestible (FAD) que con la ED. (Figura 2) (Gidenne y Lebas, 2005).

Figura 2: Relación entre la ingestión de alimento (DFI) y el nivel de lignocelulosa (FAD).



Si nos basamos en la relación entre la ED y la ingestión para mejorar el IC tendremos que ir a dietas más energéticas. Si embargo, debido a las necesidades de fibra en conejos y la baja digestibilidad de las distintas fuentes de fibra (Gidenne, 2003), las dietas de conejos tienen un menor contenido energético (ED o EM) comparado con las de pollos o cerdos.

Una vez respetadas las necesidades de fibra, la densidad energética de la dieta puede mejorarse con la adición de grasa (y con un menor contenido en fibra o con fibra digestible). La ED de las grasas (o aceites) es casi 3 veces más alta que la de los cereales (Maertens *et al.*, 2002). Sin embargo, debido a la necesidad de peletizar las dietas de conejos, la adición de grasa está limitada a un 2-3% para no afectar negativamente la calidad del pellet (Maertens, 1998). De todos modos si tenemos en cuenta que una sustitución de un 2% de cereales por un 2% de grasa (o aceites) supone un incremento energético de la dieta de 0.44 MJ ED /kg, se puede esperar un descenso del IC de 0.15 puntos o una mejora de 5-7%. Recientemente este efecto fue nuevamente observado por Corrent *et al.* (2007). En este trabajo los conejos no redujeron el consumo de alimento, pero la mayor concentración energética de la dieta mejoró el IC (Tabla 4), debido a que el crecimiento tendió a ser más alto en las dietas más energéticas (no hubo limitaciones en aminoácidos).

Tabla 4. Efecto de la concentración de ED sobre el crecimiento y el IC sobre el final del (Corrent *et al.*, 2007).

Concentración energética (MJ ED/kg)	Dietas			P
	10.25	10.67	11.08	
Extracto etéreo (%)	2.45	3.44	3.95	
Velocidad de crecimiento (g/d) entre 48-70 d	47.2	48.2	50.3	0.06
Ingestión (g/d) entre 48-70 d	168.8	163.5	168.4	>0.10
Índice de conversión	3.60 a	3.40 b	3.36 b	<0.01

El uso de dietas más energéticas para mejorar el IC es especialmente interesante al final del cebo. Justo después del destete el consumo es muy bajo y la optimización de la salud intestinal es prioritaria. Sin embargo, en la segunda etapa del cebo los animales son menos sensibles a las enfermedades digestivas y el consumo de pienso supone 2/3 del consume total por lo que diseñar una alimentación por fases con dietas más energéticas en este periodo reduciría el IC. De acuerdo con los resultados de diversos estudios se puede esperar un descenso de 0.15-0.20 puntos en el IC por cada 0.5 MJ ED/kg (Maertens y Villamide, 1998). Sin embargo, hacen falta más estudios para comprobar si este efecto lineal se cumple cuando se añade grasa y para qué rango de energía es válida esta relación.

La adición de **grasa a las dietas de reproductoras** tiene un efecto positivo sobre la producción de leche (Pascual *et al.*, 2003). Si embargo, el efecto sobre el peso al destete no es muy pronunciado. Teniendo en cuenta el efecto negativo que tienen estas dietas, tanto sobre el balance energético y la fertilidad de hembras como sobre los gazapos antes de destete (Pascual *et al.*, 2003), no parece aconsejable utilizar altas cantidades de grasa. No se ha demostrado un descenso del IC usando dietas con un concentración energética por encima de las recomendaciones (11.0 MJ/kg, Lebas 2004). Si embargo, la adición de grasa ha mostrado efectos positivos en la reducción del estrés térmico ya que la ingestión de energía tiende a subir con dietas de alta concentración energética (Fernández-Carmona *et al.*, 2000).

El efecto directo de distintos aditivos sobre el IC es inconsistente (Falcao-e-Cunha *et al.*, 2007). Si embargo, si estos aditivos (e.g. coccidiostáticos) reducen la mortalidad o mejoran la salud intestinal se puede observar un efecto indirecto.

Mortalidad

Es evidente que la mortalidad tiene un gran efecto sobre el IC. Se acepta en cualquier situación y especie que manejos como el denominado “todo dentro-todo fuera”, adquirir un plantel de animales sanos y suministrar dietas adecuadas son claves para reducir la mortalidad (Maertens, 2007). Afortunadamente, en los últimos años se han realizado avances muy significativos en la relación entre las distintas fracciones de la fibra y la prevención de los problemas digestivos (Gidenne y Garcia, 2006) y la nutrición proteica y la salud intestinal (Carabaño *et al.*, 2008).

El impacto de la mortalidad sobre el **IC en el cebo** se muestra en la **Tabla 5**. Para realizar estos cálculos se ha partido de los datos que aparecen en la Tabla 2, considerando un periodo de cebo de 5 semanas (entre 30 y 65 días de edad). En esta situación, se presenta tanto el efecto de la mortalidad (de 0 al 20%) como el del periodo en el que sucede esta mortalidad (semana 1, semana 2-3 o durante la última semana del cebo).

Si la mortalidad ocurre en la primera parte del cebo, las consecuencias sobre el IC económico son pequeñas. Sin embargo, si la bajas (mortalidad y conejos eliminados) se concentran al final del cebo el IC se incrementa en un 11.2% y un 26.1% cuando la mortalidad es de un 10 y un 20%, respectivamente (**Tabla 5**).

Tabla 5. Efecto de la mortalidad y del período en el que ocurre sobre el IC Económico. El período de cebo considerado va de 30 a 65 días de edad de los gazapos.

Periodo de cebo en el que ocurre la mortalidad	Mortalidad (%)				
	0	5	10	15	20
Semana 1	2.72	2.74	2.76	2.78	2.81
Medio (semana 2-3)	2.72	2.78	2.85	2.92	3.00
Final	2.72	2.86	3.02	3.20	3.43

Las bajas en cebo tienen también consecuencias sobre el IC en la unidad de reproducción. Antes del destete esos animales han consumido pienso y además el consumo de la madre hay que cargarlo sobre un número menor de gazapos destetados. Estos efectos se tratarán en el siguiente apartado sobre el manejo.

Manejo

En la práctica se utiliza generalmente un ritmo reproductivo de 42 días. Factores como el porcentaje de fertilidad, el tamaño de camada y la mortalidad antes del destete tienen un gran impacto sobre el número de gazapos destetados por coneja y, por lo tanto, sobre el IC del conjunto de la reproducción. Según mi información, no existen datos en la bibliografía sobre el IC en la unidad de reproducción. Por lo tanto, para elaborar los datos que aparecen en la **Tabla 6** se han utilizado los que se han obtenido en la unidad de reproducción de nuestro Instituto, con destetes a 35 días. La hembras en lactación y sus camadas consumen durante la lactación una media de 18.5 kg. Además, se ha considerado el consumo de las hembras cuando no están lactantes (110 días/año) y también el consumo de las hembras jóvenes y las hembras adultas en espera alojadas en jaulas de gestación (conjuntamente 45€/100 €). Para el cálculo del IC en la maternidad en producción hemos asumido una media de 7.3 camadas/€/año y un número de gazapos destetados por camada de 8.50.

Tabla 6. Cálculo del IC en una unidad de reproducción (parar 100 hembras).

Consumo de pienso	kg para 100 ♀	Conejos producidos	Kg
1. Lactación: 18.5kg/camada x 7.3 camadas/♀/año	13 505	1. 8.50 destetados/camada x 7.3 camadas	
2. Solo gestantes: 110d x 160g/d	1 760	o 62 destetados/♀/año con 1 kg de peso	6 200
3. ♀ jóvenes y ♀ adultas en espera: 45 ♀ x 365d x 150g/d	2 464	2. Hembras vendidas: 50 con un peso económico de 3 kg	150
Total	17 729	Total	6 350
IC			2.79

El IC obtenido en esta situación es de solo 2.79 pero no se ha tenido en cuenta las pérdidas de los gazapos destetados durante el cebo. El consumo de estos gazapos se contabilizaría como una pérdida y empeoraría el IC de la maternidad. En la **Tabla 7**, se presenta el efecto de las pérdidas post destete para distintos niveles de productividad.

Tabla 7. Efecto de las pérdidas post destete y del nivel de productividad sobre el IC en la maternidad.

Bajas en el cebo (%)	Nº gazapos destetados/€/año		
	62	57	52
0	2.79	3.03	3.31
5	2.93	3.27	3.59
10	3.09	3.45	3.79
15	3.27	3.66	4.01

Cuando se considera una mortalidad del 10%, el IC se incrementa hasta 3.45 con un nivel de producción de 57 gazapos/€/año. Un incremento de la productividad de 5 gazapos/€/año conlleva un descenso del IC del 11% (3.09 vs 3.45). El efecto simultáneo de incrementar la productividad en 5 gazapos destetados y reducir la mortalidad post destete en 5 % da lugar a una reducción del IC de un 18% (e.g. de 3.45 a 2.93) (**Tabla 7**).

Otros factores que influyen sobre el IC

La restricción de alimento se ha revelado como una estrategia útil para reducir los problemas digestivos, especialmente después del destete, pero también tienen un efecto favorable sobre el IC. De acuerdo con Gidenne *et al.* (2003), se ha encontrado la siguiente relación durante las 5 semanas del cebo:

$IC = 2.88 - 0.021 \times \text{restricción}$. Esto significa una mejora de 0.21 puntos en el IC cuando se aplica una restricción de alimento del 10% respecto al consumo ad limitum. Sin embargo, esta mejora solo se cumple cuando se aplica el plan de restricción como se describe en estos trabajos.

Las hembras reproductoras que no están en gestación deben ser restringidas después del destete, debido a que un aumento de peso excesivo puede empeorar su carrera reproductiva y reducir sus rendimientos productivos en las siguientes lactaciones (Pascual *et al.*, 2003). Basándonos en los datos de la Tabla 6, un sobre-consumo de 10g/día supone un incremento de 2-3% en el IC de la maternidad.

Los conejos en cebo normalmente se alojan en grupos de 6 a 8. Sin embargo, se ha observado en distintos estudios comparativos que los animales individualmente alojados tienen una mejor velocidad de crecimiento y un menor IC que los animales alojados en grupo. En un estudio español reciente se observó una diferencia del 11.8% a favor de los animales alojados individualmente (García-Palomares *et al.*, 2006). El alojamiento en grandes grupos (pens) o en suelos alternativos (e.g. paja) siempre empeora el IC (Dal Bosco *et al.*, 2002).

También las condiciones ambientales afectan al IC por su efecto sobre las necesidades de termorregulación. Durante el verano se observa un IC más favorable que el invierno, a pesar de la menor velocidad de crecimiento. Por el contrario, a bajas temperaturas (invierno) se obtienen mejores crecimientos pero también IC más elevados cuando se comparan con cebos con estrés de calor (Ramon *et al.*, 1996).

Finalmente, las pérdidas de pienso debidas a un mal diseño del comedero o a los finos del pienso pueden tener un impacto muy significativo en el IC. Las hembras en gestación pueden desperdiciar grandes cantidades de pienso si el comedero no está correctamente diseñando. Otra pérdida importante de pienso se debe a que los animales rechazan los finos. Todos los finos presentes en el pienso o formados en la distribución del alimento deterioran el IC. Los datos en granja indican que estos son frecuentemente entorno al 1.5-2% del total de alimento.

Conclusiones

Cuando se utilizan líneas genéticas de elevados rendimientos, un programa de alimentación en fases, técnicas de manejo adecuadas y controlamos la mortalidad tanto en cebo como en la unidad de reproducción es posible llegar a IC cercanos a 3. Cuando los conejos se sacrifican a peso bajo (e.g. España), el IC en el cebo es más favorable y por lo tanto un objetivo alcanzable puede estar por debajo de 3.

Bibliografía

- De Blas J.C., Taboada E., Nicodemus N., Campos R., Piquer J., Méndez J. 1998. Performance response of lactating and growing rabbits to dietary threonine content. *Animal Feed Science & Technology* 70: 151-160.
- Carabaño R., Villamide M.J., García J., Nicodemus N., Llorente A., Chamorro S., Menoyo D., García-Rebollar P., García A.I., de Blas C. 2008. New concepts and objectives for protein-amino acid nutrition in rabbits. 9th World Rabbit Congress – June 10-13, 2008 – Verona – Italy pp. 477-490.
- Corrent E., Launay C., Troislouches G., Viard F., Davoust C., Leroux C. 2007. Impact d'une substitution d'amidon par des lipides sur l'indice de consommation du lapin en fin d'engraissement. In: Proc. 12èmes Journées Recherche Cunicole, 27-28 novembre, Le Mans, France, pp. 97-100.
- Dal Bosco A., Castellini C., Mungai C., 2002. Rearing rabbits on a wire net floor or straw litter: behaviour, growth and meat qualitative traits. *Livestock Production Science* 75:149-156.
- Falcão-E-Cunha L., Castro-Solla L., Maertens L., Marounek M., Pinheiro V., Freire J., Mourão J.L. 2007. Alternatives to antibiotic growth promoters in rabbit feeding: a review. *World Rabbit Science* 15: 127-140.
- Feki S., Baselga M., Blas E., Cervera C., Gomez E.A. 1996. Comparison of growth and feed efficiency among rabbit lines selected for different objectives. *Livestock Production Science* 45: 87-92.
- Fernández-Carmona J., Santiago S., Alqedra I., Cervera C., Pascual J.J. 2000. Effect of lucerne-based diets on the reproductive performance of rabbit does at high environmental temperatures. In: Proc. 7th World Rabbit Congress, Valencia, Spain, Vol. C: pp. 203-208.
- García-Palomares J., Carabaño R., García-Rebollar P., De Blas J.C., Corujo A., García-Ruiz A.I. 2006. effects of dietary protein reduction and enzyme supplementation on growth performance in the fattening period. *World Rabbit Science* 14:231-236.
- García-Ruiz A.I., García-Palomares J., García-Rebollar P., Chamorro S., Carabaño R., De Blas J.C. 2006. Effect of protein source and enzyme supplementation on ileal protein digestibility and fattening performance in rabbits. *Spanish Journal of Agricultural Research* 4: 297-303.
- Gidenne T. 2003. Fibres in rabbit feeding for digestive troubles prevention: respective role of low-digested and digestible fibre. *Livestock Production Science* 81: 105-117.
- Gidenne T., Lebas F. 2005. Le comportement alimentaire du lapin. In: Proc. 11èmes Journées Recherche Cunicole, 29-30 novembre, Paris, France, pp. 183-196.
- Gidenne T., Garcia J. 2006. Nutritional strategies improving the digestive health of the weaned rabbit. In: Maertens L. and P. Coudert (Eds), *Recent Advances in Rabbit Sciences*, COST and ILVO Publication, Melle (Belgium), pp. 229-238.
- Gidenne T., Feugier A., Jehl N., Arveux P., Boisot P., Briens C., Corrent E., Fortune H., Montessuy S., Verdelhan S. 2003. A post-weaning quantitative feed restriction reduces the incidence of diarrhoea, without major impairment of growth performances: results of multi-site study. In: Proc. 10èmes Journées Recherche Cunicole, G. Bolet (Ed.), ITAVI publ., pp. 29-32.
- Gidenne T., De Dapper J., Lapanouse A., Aymard P. 2007. Adaptation du lapereau à un aliment fibreux distribué avant sevrage : comportement d'ingestion, croissance et santé digestive. In: Proc. 12èmes Journées Recherche Cunicole, 27-28 novembre, Le Mans, France, pp. 109-112.
- Jentzer A. 2008. Performances moyennes des élevages cunicoles professionnels en 2007. Présentation rapide des résultats RENACEB et RENALAP. *Cuniculture Magazine* 35: 39-44. www.cuniculture.info
- Larzul C., de Rochambeau H. 2005. Selection for residual feed consumption in the rabbit. *Livestock Production Science* 95: 67-72.
- Larzul C., de Rochambeau H. 2004. Comparison of ten rabbit lines of terminal bucks for growth, feed efficiency and carcass traits. *Animal Research* 53: 535-545.
- Lebas F. 1975. Influence de la teneur en énergie de l'aliment sur les performances de croissance chez le lapin. *Annales de Zootechnie* 24: 281-288.
- Lebas F. 2004. Reflexions on rabbit nutrition with a special emphasis on feed ingredients utilization. In: Proc. 8th World Rabbit Congress, Puebla, Mexico, pp. 686-736. <http://world-rabbit-science.com/>
- Lebas F. 2007. Productivité des élevages cunicoles professionnels en 2006. Résultats de RENELAP et RENACEB. *Cuniculture Magazine* 34: 31-39. www.cuniculture.info
- Maertens L. 1998. Fats in rabbit nutrition: a review. *World Rabbit Science* 6: 341-348.
- Maertens L. 2007. Strategies for the reduction of antibiotic utilization during rearing. In: Proc. Giornate di Coniglicoltura ASIC 2007, Fiera di Forlì, 26-27 September 2007, pp. 1-11.
- Maertens L., Villamide M.J. 1998. Feeding systems for intensive production. In: De Blas C., Wiseman J. (eds), *The Nutrition of the rabbit*. CABI Publishing, CAB International, Wallingford Oxon (UK), pp. 255-272.
- 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., Cornez B., Vereecken M., Van Oye S. 2005a. Efficacy study of soluble bacitracin (Bacivet S[®]) in a chronically infected epizootic rabbit enteropathy environment. *World Rabbit Science* 13: 165-178.
- Maertens L., Cavani C., Petracci M. 2005b. Nitrogen and phosphorus excretion on commercial rabbit farms: calculations based on the input-output balance. *World Rabbit Science* 13: 3-16.
- Pascual J.J., Cervera C., Blas E., Fernández-Carmona J. 2003. High-energy diets for reproductive rabbit does: effect of energy source. *Nutrition Abstracts and Reviews* 73 (5): 27R-39R.
- Piles M., Gomez 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. *Journal of Animal Science* 82: 654– 660.
- Ramon J., Gomez E.A., Perucho O., Rafel O., Baselga M. 1996. Feed efficiency and postweaning growth of several Spanish selected lines. *Proc. 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France*, pp. 351-353.
- Rosell J., González F.J. 2007. Resultados de Gestión Técnica 2006. *Cunicultura*, Octubre 2007, pp.3.
- Xiccato G., Trocino A., Fragkiadakis M., Majolini D. 2007. Enquête sur les élevages des lapins en Vénétie: Résultats de gestion technique et estimation des rejets azotés. In: *Proc. 12èmes Journées Recherche Cunicole, 27-28 novembre, Le Mans, France*, pp. 167-169. ●

Producción de conejos con restricciones alimentarias

François Tudela

Département de génétique animale. Station Expérimentale Lapins. Centre de Recherches de Toulouse. INRA Bp52627 31326 Castanet Tolosan Cedex. France
Francois.Tudela@toulouse.inra.fr

Resumen

El interés de aplicar a una restricción de alimento durante la fase de crecimiento condujo a varios autores a realizar distintas pruebas para comprender mejor el comportamiento alimentario del conejo. Comparado a otros mamíferos, el conejo es muy particular, puesto que, una restricción en jaula colectiva presenta intereses zootécnicos innegables en cuanto a la eficacia alimentaria, la variabilidad del grupo o la salud sin afectar demasiado a la calidad de la carne. Se utilizan tres técnicas para garantizar esta restricción: limitación del tiempo de acceso al comedero o al bebedero y racionamiento cuantitativo del alimento. Este último, es el más aplicado en las granjas cunicolas. Un buen conocimiento del crecimiento y del consumo de los animales es, no obstante, necesario para garantizar una distribución automática del alimento con el material actual.

Abstract

The interest of feed restriction during the growing period of rabbit led several authors to realise different trials in order to study the feeding behaviour of rabbit. Compared to other mammals, rabbit is peculiar specie because feed restriction in collective cages is favourable for feed efficiency, homogeneity of performances, and digestive health without affecting too much carcass qualities. There are used three methods to do the feed restriction: limited access to feed or water and a quantitative feed restriction. This last one is the most applied in production farms. Nevertheless a good knowledge of the evolution of growth and feed consumption is necessary to set up an automatic distribution of feed with the current equipment.

Introducción

Desde hace casi 30 años, distintos trabajos han estudiado la influencia del racionamiento alimentario sobre el crecimiento, la eficacia digestiva, la composición corporal o el crecimiento relativo de algunos órganos (de Blas *et al.*, 1981; Lebas y Laplace, 1982; Szendro *et al.*, 1988; Arveux, 1991). En estos trabajos, se han estudiado distin-

tos niveles de racionamiento aplicado mediante distintas estrategias basadas en una restricción del tiempo de acceso a la comida (Jérôme *et al.*, 1998), de la cantidad distribuida (Gidenne, 2003) o una restricción del tiempo de acceso al agua de bebida (Boissot *et al.*, 2003; 2005). Ledin (1984), Maertens y Peters (1988) probaron los efectos de una realimentación después de restricción.

Hasta el final de los años 90 se aplicaban poco estas prácticas en las granjas de conejo, pero el interés de una restricción alimentaria sobre la salud de los conejos en crecimiento y en particular sobre la Enteritis Epizoótica del Conejo (Boisot *et al.*, 2003) modificó profundamente los métodos de distribución de alimentación en las granjas cunicolas.

El racionamiento cuantitativo de los conejos en engorde es un método practicado en Francia por más de 80% de cunicultores (fuente FENALAP). Este racionamiento se efectúa o por una reducción del tiempo de acceso al comedero, o por una restricción de la duración del tiempo de acceso al agua de bebida, o por una cantidad de alimento limitado. Este último método es el más usado en las granjas sobre todo por razones de ética y además, el material que permite su aplicación está en pleno desarrollo. La continuación de los trabajos sobre este tema puso de relieve también su interés económico vinculado a una mejor utilización del alimento, lo que, en el contexto actual y con el coste de las materias primas, debería reforzarse.

1. El comportamiento del conejo en crecimiento alimentado a voluntad

A partir del destete, entre las 4 y las 5 semanas de edad, la ingestión del conejo (alimentado a voluntad con un alimento granulado equilibrado) aumenta en función de su peso vivo y alcanza una meseta entre los 4 y los 5 meses de edad (Prud' hom *et al.*, 1975). Si se elige como referencia a un conejo adulto alimentado *ad libitum* (140-150 g MS/día, para un conejo Neozelandés Blanco de 4 kg) a las 4 semanas un conejo come un cuarto de la cantidad de un adulto, pero su peso vivo es solamente el 14% de este peso. A las 8 semanas las proporciones relativas son 62% del consumo y 42% del peso adulto; a las 16 semanas son del 100-110% del consumo y 87% del peso adulto. Entre el destete y las 8 semanas de edad, la velocidad de crecimiento alcanza su nivel más elevado (**Tabla 1**) mientras que la eficacia alimenticia es óptima. A continuación, la ingestión aumenta más rápidamente que el peso vivo en paralelo a la reducción de la velocidad de crecimiento. El conejo controla su ingestión según su necesidad energética, como otros mamíferos (Gidenne y Lebas, 2005).

Tabla 1. Ingestión, crecimiento y eficacia alimentaria del conejo destetado.

Períodos de edad	5-7semanas	7-10semanas
Ingestión de alimento (g/d)	100-120	140-170
Ganancia de peso viva (g/d)	45-50	35-45
Eficacia alimentaria (g alimento/g ganancia de peso)	2,2 - 2,4	3,4 - 3,8

Valores medios para conejos (razas comerciales actuales), alimentados a voluntad con un alimento granulado equilibrado (89% MS), y teniendo libremente acceso a agua potable.

El conejo divide su ingestión diaria de alimento en varias tomas: alrededor de 40 tomas al día a las 6 semanas de edad, y un número ligeramente inferior en la edad adulta (**Tabla 2**). Esta división de la ingesta diaria está probablemente vinculada a la baja capacidad de almacenamiento del estómago. A las 6 semanas de edad, el tiempo diario total dedicado a la comida es superior a 3 horas. Este tiempo disminuye en semanas sucesivas para caer por debajo de 2.

Tabla 2: Comportamiento alimentario del conejo, teniendo permanentemente a su disposición agua y alimento y mantenidos en una sala a 20±1°C (Prud' hom et al., 1975)

Edad en semanas	6	12	18
<i>Alimento sólido (89% de MS)</i>			
• Cantidad total por 24 h (g)	98	194	160
• Numero comidas por 24 h	39	40	34
• Cantidad por comida (g)	2,6	4,9	4,9
<i>Agua de bebida</i>			
• Cantidad total por 24 h (g)	153	320	297
• Numero tomas al día	31	28,5	36
• Peso medio de una toma (g)	5,1	11,5	9,1
• Relación agua/alimento (materia seca)	1,75	1,85	2,09

En el conejo en crecimiento abastecido con gránulos, la relación agua/materia seca introducida es de 1,6 a 1,8, mientras que en el adulto o la hembra reproductora alcanza de 2,0 a 2,1.

La distribución de las comidas sólidas y líquidas no es homogénea durante las 24 horas. Se realiza más del 60% de la ingestión (fuera de la fase de cecotrofia) durante el periodo de oscuridad en conejos sujetos a un programa luz/oscuridad de 12h/12h. Por ejemplo, en conejos jóvenes (Neozelandés Blanco de 3kg) con luz 12h sobre 24, el consumo nocturno puede representar cerca de los dos tercios del observado en un ciclo de 24 horas, debido a un aumento de la frecuencia de las tomas, sin variación de la cantidad de éstas, lo que representa de 5 a 6 gramos por comida (Sanderson y Vanderweele, 1975). Las variaciones en el ciclo de 24h de las tomas líquidas son paralelas a la de las comidas sólidas, pero no puede establecerse ninguna correlación entre el momento o los intervalos de tiempo de las comidas sólidas y de agua. También se observa un aumento del consumo anterior al apagado de luces en la nave. Con la edad, este comportamiento en cuanto a la alimentación nocturna, se vuelve más pronunciado.

2. Comportamiento alimentario del conejo en crecimiento sujeto a una restricción alimentaria

2.1. Restricciones cuantitativas del alimento sólido

La investigación realizada por la AFSSA (Asociación Francesa de Salud y Seguridad Alimentaria) entre los años 2000 y 2002 declaró el racionamiento como un elemento protector frente a la expresión de la EEC (Larour *et al.*, 2002). Los primeros autores estudiaron los efectos del racionamiento, pero sin cuantificar la toma alimentaria, y solamente sobre algunos aspectos del crecimiento o la calidad de carne (Lebas y Laplace, 1982; Cantero, 1998; Cantero y Ouhayoun, 1996). Esta es la razón por la que la Agrupación de Experimentación Cunicola (GEC) realizó un estudio en distintas zonas, para medir el impacto de una reducción cuantitativa progresiva del nivel de ingestión, sobre el crecimiento y el estado sanitario después de destete. La distribución del alimento se efectuó según cuatro niveles teóricos, que se correspondían con niveles de alimentación del 100% (testigo, *ad libitum*), 80%, 70% y un 60% respectivamente (**Tabla 3**). El racionamiento se aplicó a partir del destete, (34 a 38 días de edad según las zonas), con una vuelta a la ingestión *ad libitum* a los 54 días (de media) hasta la edad de sacrificio (68 a 72 días de edad). La vuelta a la alimentación a voluntad iba precedida de un período de transición de 4 días, en que los 3 lotes racionados se sometieron a un nivel de alimentación del 80% del *ad libitum*. El cálculo del racionamiento diario se

predeterminó a partir de una curva de ingestión voluntaria establecida en 2002 por el INRA-SRC (Feugier, 2002). Además, el nivel de racionamiento se controló durante el estudio comparando la ingestión real de los animales racionados con los testigos, en 6 periodos de 3 a 5 días, entre el destete y 54 días de edad por término medio.

El estudio se realizó sobre un conjunto de 6 lugares experimentales y sobre un total de 1984 conejos. El peso vivo se controló al destete, a 44 días, a 54 días (medio y final del racionamiento) y al sacrificio. El consumo por jaula se controló al final de cada periodo para los conejos alimentados *ad libitum*

En el periodo de racionamiento, un aumento de la tasa de restricción "TR" del 1% con relación al testigo (alimentado a voluntad), conduce a una reducción de velocidad de crecimiento (g/día) de 0,5g. Si se expresa la velocidad de crecimiento (V.C.) en % con relación al testigo, se observa una reducción lineal proporcional de la V.C. de tal manera que V.C., % = 99,7 - 1,05 TR% ($R^2=0,99$). Como la reducción de crecimiento es proporcional a la disminución de la ingestión, el índice de conversión sigue siendo equivalente entre los tratamientos.

Tabla 3. Crecimiento y consumo en función del nivel de alimentación.

	Nivel de alimentación (% del testigo)					CVr	Pr> F	
	Testigo	90	80	70	60		Nivel alimento	Lugar
<i>Periodo de racionamiento: destete a ≈54 días de edad.</i>								
Peso al destete (g)	931	930	932	923	923	10,0	0,712	< 0,001
Peso en final de racionamiento	1799 ^a	1692 ^b	1624 ^c	1540 ^d	1431 ^e	10,8	< 0,001	< 0,001
Crecimiento, g/d	40,7 ^a	35,7 ^b	32,3 ^c	28,4 ^d	23,0 ^e	14,4	< 0,001	0,002
Ingestión, g/d	100 ^a	89 ^b	80 ^c	69 ^d	58 ^e	9,2	< 0,001	0,005
Índice de Conv.	2,49	2,52	2,49	2,43	2,48	12,4	0,798	0,05
<i>Periodo de alimentación a voluntad: ≈54d a sacrificio</i>								
Peso a la edad de sacrificio, (g)	2468 ^a	2422 ^{ab}	2373 ^{bc}	2340 ^c	2279 ^d	9,2	< 0,001	< 0,001
Crecimiento, g/d	46,1 ^a	49,7 ^b	51,1 ^{bc}	54,6 ^{Cd}	58,4 ^d	13,1	< 0,001	< 0,001
Ingestión, g/d	136	135	130	131	128	12,2	0,163	0,26
Índice de Conv.	2,93 ^a	2,60 ^b	2,43 ^b	2,32 ^{bc}	2,02 ^c	15,9	< 0,001	< 0,001
<i>Periodo total: destete a sacrificio</i>								
Crecimiento, g/d	43,5 ^a	42,4 ^{ab}	40,8 ^{bc}	40,0 ^{Cd}	38,2 ^d	8,0	< 0,001	0,002
Ingestión, g/d	116 ^a	110 ^b	103 ^c	97 ^d	82 ^e	8,1	< 0,001	0,55
Índice de Conv.	2,69 ^a	2,61 ^b	2,54 ^b	2,46 ^{bc}	2,38 ^c	7,8	< 0,001	0,005

La vuelta a una alimentación a voluntad tiene un efecto de crecimiento compensador, que aumenta linealmente con el tipo de racionamiento anterior: V.C. (g/d) = 46,1+0,295 TR% ($R^2=0,98$).

Así pues, a la edad de sacrificio, el impacto del racionamiento alimentario es relativamente moderado sobre el peso vivo: Peso sacrificio, % testigo = 100,0 - 0,187 TR%, ($R^2=0,99$), o sea por término medio -4,5g por % de racionamiento. Este crecimiento compensador no se asocia a una subida del nivel de ingestión en los conejos inicialmente racionados, como se habría podido esperar. En consecuencia, se observa una reducción lineal muy significativa del índice de conversión: IC = 2,88 - 0,021TR% ($R^2=0,97$).

Sobre el conjunto del período de engorde (racionamiento y luego vuelta a la alimentación a voluntad), se observa un efecto lineal negativo ($P< 0,001$) del racionamiento sobre la velocidad de crecimiento (**Tabla 3**), V.C. (g/d) = 43,6 - 0,13TR% ($R^2= 0,99$). Este crecimiento sigue siendo elevado, incluso en los conejos racionados (= 40 g/día). En proporción, la reducción de la ingestión es más elevada, lo que conduce a una mejora lineal del índice de conversión con el nivel del racionamiento post destete: IC = 2,69 - 0,0077TR% ($R^2= 0,99$).

Es importante indicar que algunos fenómenos de crecimiento compensador también fueron medidos por varios autores no mencionados arriba con conclusiones similares sobre el índice de conversión.

Tudela y Hermet (2007) por otra parte desmontaron que en el marco de una restricción alimentaria, los animales no rechazaban el alimento por la presencia de finos en el alimento. Cuando éste está presente, puede perfectamente ser consumido por los animales limitando así el empeoramiento del IC vinculado al polvo.

Mortalidad y morbilidad

El total de los conejos resultantes de esta prueba del GEC se controlaron. Los datos de mortalidad y morbilidad corresponden exclusivamente a desórdenes digestivos no específicos, o vinculados a la enterocolitis (EEC) (**Tabla 4**)

Tabla 4. Influencia del racionamiento sobre el estado sanitario de los animales

	Nivel de alimentación (% del testigo)					Pr> F
	Testigo	90	80	70	60	
<i>Periodo de racionamiento (destete a ≈54d.)</i>						
Mortalidad, %**	10,2 a	14,2 a	5,5 b	5,4 b	2,8 b	<0,001
Morbosidad, %	12,4 a	11,6 a	11,2 ab	5,4 c	6,7 bc	0,011
Índice de Riesgo Sanitario %	22,6 a	25,8 a	16,7 b	10,8 c	9,5 c	<0,001
<i>Periodo ad-libitum (≈54días. a sacrificio)</i>						
Mortalidad (%)**	6,3	5,8	7,4	10,1	9,4	0,20
Morbosidad (%)	2,9	3,5	3,3	4,0	2,4	0,89
Índice de Riesgo Sanitario, %	9,2	9,3	10,7	14,1	11,8	0,29
<i>Periodo total (destete a sacrificio)</i>						
Mortalidad (%)	15,9 ab	19,2 a	12,4 b	15 ab	11,9 b	0,034
Morbosidad (%)	11,7 a	12,1 a	11,2 ab	6,7 b	5,6 b	0,015
Índice de Riesgo Sanitario, %	27,6 a	31,3 a	23,6 a	21,7 b	17,5 b	<0,001

Estos desórdenes se manifiestan por síntomas de diarrea más o menos agudas, causando o no la muerte del animal. Si el animal enfermo no muere, se detecta en un 90% de los casos una anomalía de crecimiento. En período de racionamiento, la tasa de mortalidad se reduce significativamente con racionamientos superiores al 10%. La reducción de la tasa de mortalidad es 10 puntos superior en conejos cuyo nivel de alimentación se reduce del 20 al 40%, comparado con los conejos racionados solamente al 10% o los testigos. Se observa un efecto similar para la morbilidad, pero a un límite máximo más elevado, lo que representa un racionamiento de al menos un 30%. Así pues, el índice de riesgo sanitario (IRS) es significativamente más bajo en los grupos racionados, a partir de una reducción del 20% del nivel de alimentación.

En el siguiente periodo (a partir de los 54 días de edad) de alimentación a voluntad, la mortalidad o la morbilidad no difiere ya entre los grupos. Los valores absolutos indicarían incluso, una ligera tendencia al alza de los desórdenes digestivos en los conejos más racionados, pero sin que ninguna divergencia significativa sea detectable.

Sobre el conjunto del período de crecimiento, se observa un efecto favorable del racionamiento sobre la mortalidad, si el racionamiento es como mínimo de un 20% (contraste "T+90" vs "80+70+60"; $P < 0,05$). Se observa un efecto similar para el porcentaje de morbilidad, con un límite máximo al 30% de reducción del nivel alimentario (contraste "T+90+80" vs "70+60"; $P < 0,05$).

Los valores de mortalidad y morbilidad son los más bajos para el nivel de racionamiento más elevado (- 60%). En consecuencia, sobre la totalidad del período experimental, el índice de riesgo sanitario se reduce de manera lineal ($P < 0,05$) cuando el nivel de racionamiento aumenta, a partir un 20% de reducción del nivel de alimentación.

Estas observaciones en granjas, pueden ponerse en paralelo con los trabajos de Boisot *et al.*, (2003) que observan dos lotes de conejos donde uno se ha tratado a 39 días de edad con el inoculante INRA TEC3 (Licois et Coudert, 2001). (**Tabla 5**)

Tabla 5. Mortalidad y morbilidad por período para los conejos inoculados.

Grupos:	T	R 20	R 40	Signif. stat
<i>Periodo: destete a 45d</i>				
Mortalidad (%)	7,8ab	8,3b	1,0a	0,029
Morbilidad (%)	71,9c	59,4bc	36,5a	<0,01
<i>Periodo: destete a 54d</i>				
Mortalidad (%)	28,1b	20,8ab	12,5a	0,05
Morbilidad (%)	56,3b	39,6a	29,2a	<0,01
<i>Periodo: destete a 70 d</i>				
Mortalidad (%)	28,1	26,0	18,8 ^s	NS
Morbilidad (%)	0,00	1,0	1,0	NS

2.2. Restricción del acceso al comedero

El racionamiento cuantitativo, no siempre es aplicable debido a la necesidad de determinadas modificaciones en las instalaciones de la nave. Así pues, Jérôme *et al.*, (1998) compararon el racionamiento cuantitativo (80%) con el racionamiento por acceso limitado al alimento en un período de 24h. Los animales sólo comían a voluntad por la noche entre las 16h y las 8 h o a voluntad por el día entre las 8h y las 16h y 2 tipos de dieta de semana. Es interesante tener en cuenta que un acceso diario limitado a 8h corresponde a un nivel de racionamiento del 80.4% sobre el período, pero que el conejo se adapta al racionamiento en la duración de acceso.

Foubert *et al.*, (2007) confirman estas observaciones, un acceso limitado al comedero de 6h, 8h y 10h al día durante las 3 primeras semanas de engorde, permitieron obtener un racionamiento alimentario de un 37,2%, 26,1% y 19,6% respectivamente en relación a conejos que tenían acceso al comedero las 24 horas del día. No obstante, los conejos jóvenes con un acceso limitado al comedero se adaptan progresivamente a esta restricción con una reducción semanal tras semana de la divergencia de alimento con respecto a los conejos que tienen acceso al comedero 24h sobre 24h. La eficacia alimentaria global también se mejora sobre el período de restricción. Como ocurre en el caso de un racionamiento alimentario cuantitativo, los conejos sufren un crecimiento compensador cuando se vuelve a un total acceso al comedero 24h/24h durante las 2 últimas semanas de engorde, sin por ello compensar completamente el retraso de peso acumulado durante el período de restricción.

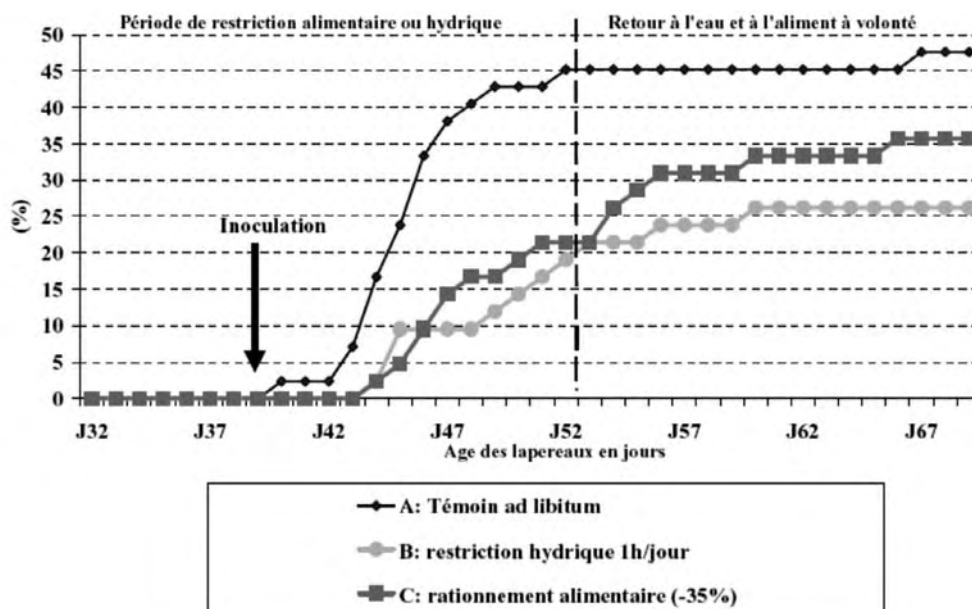
Extrapolando los resultados obtenidos por Gidenne *et al.*, (2003) y Boisot *et al.*, (2003), un acceso limitado al comedero entre 6h y 8h al día permitiría limitar la mortalidad y la morbilidad de los conejos jóvenes en condiciones de EEC o más generalmente en desordenes digestivos no específicos. Un acceso más largo (10h) permite por su parte optimizar los resultados técnicos (compromiso entre crecimiento, peso de venta e índice de consumo)

Apuntaremos que Jerome *et al.*, (1998) observa una baja del rendimiento a la canal para los animales que tienen un acceso limitado a 8h/día al idéntico de Perrier (1998) con animales racionados cuantitativamente a 50% las 3 semanas que siguen el destete y matados a 77 días.

2.3. Restricción hídrica

El racionamiento alimentario, si es manual, sigue siendo costoso en tiempo de trabajo. Así pues, la técnica de restricción del agua de bebida también ha sido probada. Se trata de un racionamiento alimentario indirecto, mediante una restricción del tiempo de acceso al bebedero. En efecto, el consumo de alimento sólido granulado se correlaciona estrechamente al consumo de agua. Gidenne y Lebas (2005) y Boisot *et al.*, (2004) estudiaron un racionamiento alimentario indirecto de un 15 a un 18% según el tiempo de acceso al agua (3 y 2h, respectivamente) sin consecuencias sobre el rendimiento de la canal. Sabiendo que el interés del racionamiento alimentario para reducir la mortalidad y la morbilidad en condiciones sanitarias difíciles comienza a partir de un 20% del *ad libitum*, se probó un racionamiento hídrico de 1h al día (Boisot *et al.*, 2005). Mostraron que el racionamiento alimentario inducido es del orden de un 23% del *ad libitum* dando resultados equivalentes (reducción de mortalidad y morbilidad) a un racionamiento alimentario severo (de un 35% del *ad libitum*) en condiciones de EEC. (Figura 1). Sin embargo, estos mismos autores también observaron una reducción importante de la relación agua/alimento consumido y un crecimiento compensador momentáneamente alterado en la vuelta al consumo a voluntad. Estos datos cuestionan la práctica de la restricción hídrica debido a estas consecuencias fisiológicas y su efecto sobre el bienestar de los conejos jóvenes.

Figura 1: Evolución de las mortalidades acumuladas en condiciones de EEL



Foubert (2007)., comparó 2 tipos de restricción alimentaria mediante una limitación del tiempo de acceso al agua de bebida: una restricción hídrica progresiva con aumento del tiempo de acceso al bebedero con la edad de los conejos y una secuencia más severa con acceso al agua durante 1h al día las 3 primeras semanas de engorde y vuelta al agua a voluntad a continuación en verano y en invierno. Una restricción alimentaria severa, mediante un acceso limitado de 1h/día al agua, conduce a una restricción del consumo de cerca de un 21% del *ad libitum* en el período 32-53 días de edad. Realizada sobre las 3 primeras semanas de engorde, permite un crecimiento superior al obtenido por una restricción hídrica progresiva pero más prolongada en el tiempo (+8,3%). La técnica de restricción hídrica severa, con vuelta a voluntad sobre las 2 últimas semanas de engorde (53-67 días) permite obtener un crecimiento compensador (+11,5% con relación al lote testigo) durante el período en el que consumen agua a voluntad, contrariamente a la técnica de restricción hídrica progresiva. La prueba en condiciones invernales aporta elementos suplementarios con relación a la prueba en condiciones estivales que vienen a matizar la comparación de las dos técnicas de restricción hídrica. En invierno, la mortalidad fue globalmente más importante con presencia de EEC (11,6% de muertes) y con una expresión importante sobre el final de engorde. En este contexto, la técnica de restricción hídrica progresiva, que no limita nunca enteramente el acceso al agua de bebida, permite limitar la expresión de la mortalidad. Esta última técnica permite asegurar a los conejos jóvenes sobre el total del período de engorde en caso de problemas sanitarios contrariamente a otras técnicas que, al explotar el crecimiento compensador se exponen a mortalidades tardías.

3. Aplicaciones prácticas

Tudela y Lebas (2006) demostraron a partir de varias pruebas que el racionamiento en jaulas colectivas no implicaba una competición de los animales por el acceso al comedero y que las tolvas existentes para los animales alimentados a voluntad se adaptaban perfectamente a las restricciones alimentarias. Según estos mismos autores, no existe interés en distribuir en varias veces la ración sobre un período de 24 horas y observan una mayor homogeneidad de los conejos al final del crecimiento cuando se racionaron. Un estudio en curso (Quaranta, 2008) sobre una comparación de conejos criados en jaulas colectivas (6 conejos/jaula) con conejos criados en parques de 32 (conejos/parque) confirma estas observaciones. En este contexto el racionamiento por lote es perfectamente realizable y las herramientas puestas a disposición de los cunicultores recomiendan esta práctica.

Los fabricantes de piensos ponen a disposición de los ganaderos tablas de distribución de alimento/día según el peso de los animales al destete, el tipo de alimento y el objetivo a alcanzar, muy bien adaptadas (Tabla 6)

Tabla 6: Cantidad de alimento que se debe distribuirse según el objetivo de velocidad de crecimiento (recomendaciones Techna 2007)

p.destete	Objetivo peso				pienso	velocidad crecimiento media				
	2300	2350	2400	2450		37	40	43	46	49
	velocidad crecimiento media					pienso a distribuir				
700	45,7	47,1	48,6	50	A	114	122	130		
750	44,3	45,7	47,1	48,6	B	112	120	126	132	
800	42,9	44,3	45,7	47,1	C	109	116	122	128	134
850	41,4	42,9	44,3	45,7	D	105	112	119	125	130
900	40	41,4	42,9	44,3	E	101	108	114	119	125
950	38,6	40	41,4	42,9	F	99	106	111	116	122
1000	37,1	39,6	40	41,4	G	95	101	106	112	117
1050	35,7	37,1	38,6	40	H	90	96	101	106	111

A partir de estos dos cuadros, el cunicultor determina su objetivo de peso medio de los conejos y pesa a los animales regularmente con el fin de ajustar las raciones. No obstante, hay que tomar algunas precauciones, así, Houedec (2007), demostró la importancia de efectuar los pesos de los conejos siempre en el mismo momento para determinar distribución correcta de los alimentos. La diferencia de pesos en conejos de 66 días 1h antes de la distribución de alimento o 4 después, puede variar hasta 130g.

Conclusiones

El conjunto de las pruebas realizadas y la experiencia técnica demuestran que es perfectamente posible racionar el conejo en jaulas colectivas y beneficiarse así de efectos favorables sobre la salud y la homogeneidad de los lotes. La eficacia alimentaria se mejora cuando se vuelve de nuevo a una alimentación *ad libitum*, pero es menos sensible en el caso de una limitación del tiempo de acceso al comedero o al bebedero. No obstante, se produce una pérdida de peso al sacrificio en el caso de los tres métodos de racionamiento con una ligera disminución del rendimiento al sacrificio cuando la restricción es elevada. Quedan por estudiar las otras técnicas del paso del racionamiento a *ad-libitum* con el fin de no penalizar demasiado el peso de la canal cuando se matan animales relativamente jóvenes.

Referencias

- Arveux P., 1991. Le rationnement alimentaire quantitatif en élevage cunicole. *Cuniculture*, 98, 97-98.
- Boisot P., Licois D., Gidenne T., 2003. Une restriction alimentaire réduit l'impact sanitaire d'une reproduction expérimentale de l'entéropathie épizootique (EEL) chez le lapin en croissance. 10^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, Paris, 19-20/11/2003, 267-270, ITAVI Ed., Paris.
- Boisot P., Licois D., Gidenne T., 2003. Une restriction alimentaire réduit l'impact sanitaire d'une reproduction expérimentale de l'entéropathie épizootique (EEL) chez le lapin en croissance. 10^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole. Paris, 19-20/11/2003, 267-270, ITAVI Ed., Paris.
- Boisot P., Duperray J., Dugenaix X., Guyonvarc'h A., 2004. Interest of hydric restriction times of 2 and 3 hours per day to induce feed restriction in growing rabbits. 8th World Rabbit Congress, Mexico 7-10/09/2004, 759-764.
- Boisot P., Duperray J., Dugenaix X., Guyonvarc'h 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). 11^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole Fr., Paris, 29-30/11/2005, 133-136, ITAVI Ed., Paris.
- De Blas J.C., Perez E., Fraga M.J., Rodriguez M.J., Galvez J.F., 1981. Effect of diet on feed intake and growth of rabbits from weaning to slaughter at different ages and weights. *J. ANIM. Sci.*, 52, 1225-1252.
- Feugier A., 2002. Incidence d'un rationnement quantitatif sur la croissance, la digestion et l'état sanitaire du lapin. Rapport 4^{ème} année, ISARA de Lyon, pp41.
- Foubert C., Boissot P., Duperray J., Guyonvarc'h A., 2007. Intérêt d'un accès limité à la mangeoire de 6h, 8h et 10 h par jour pour engendrer un rationnement alimentaire chez le lapin en engraissement. 12^{ème} Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans 27-28/11/2007, 123-126
- Foubert C., Boissot P., Duperray J., Guyonvarc'h A., 2007. Comparaison de deux stratégies de rationnement alimentaire, via un accès restreint à l'eau de boisson, en conditions estivales et hivernales. 12^{ème} Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans 27-28/11/2007, 119-122
- 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. 10^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, Paris, 19-20/11/2003, 29-32, ITAVI Ed., Paris.
- Gidenne T., Lebas F. 2005. Le comportement alimentaire du lapin. Paris 11^{ème} Journées de la Recherche Cunicole 183-196
- Houedec G., 2007. Maîtrise et contrôle de l'ingéré alimentaire-Incidence du moment de la pesée pour l'évaluation des quantités à distribuer. Table ronde ASFC. 12^{ème} Journées de la Recherche Cunicole. Le Mans 28-29 novembre 2007
- Jerome N., Mousset J.L., Messenger B., Deglaire I., Marie P., 1998. Influence de différentes méthodes de rationnement sur les performances de croissance et d'abattage du lapin. 7^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole Fr., Ed. par JM Perez, 13-14 mai, Lyon ITAVI publ., p175-178.
- Jérôme N., Mousset J.L., Messenger B., 1998. Existe-t-il un mode de rationnement à conseiller? *Cuniculture* n°143 – 25(5) – Septembre-Octobre 1998.
- Larour G., Jobert J.L., Balaine L., Eono F., Klein M.F., Ledein T., Le Bouquin S., Guittet M., 2002. Enquête épidémiologique analytique sur l'Entérocolite Epizootique du lapin en engraissement. Journée nationale ITAVI élevage du lapin de chair. ITAVI publ., 21 nov., Nantes.
- Lebas F., Laplace J. P., 1982. Mensurations viscérales chez le lapin. 4. Effets de divers modes de restriction alimentaire sur la croissance corporelle et viscérale. *Ann. Zootech.*, 31, 391-430
- Ledin I., 1984. Effect of restricted feeding and realimentation on compensatory growth and organ growth in rabbit. *Ann. Zootech.* 33,33-50.
- Licois D., Coudert P., 2001. Entéropathie Epizootique du lapin : reproduction expérimentale, symptômes et lésions observés. 9^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, Paris, 28-29/11/2001, 139-142, ITAVI Ed., Paris.
- Maertens L., Peeters J.E., 1988. Effect of a feed restriction after weaning on fattening performances and caecal traits of early weaned rabbits. 6. Arbeitsagung über Pelz-, Kaninchen- und Heimtier-Produktion und -Krankheiten, Celte, 2-4 Juni 1988 Ed. Duetsche Vet. Med. Gesellschaft e.v., Giessen, 249-259

- Perrier G., 1998. Influence de deux niveaux et de deux durées de restriction alimentaire sur l'efficacité productive du lapin et les caractéristiques bouchères de la carcasse. 7èmes Journées de la Recherche Cunicole Fr., Ed. par JM Perez, 13-14 mai, Lyon, ITAVI publ., p179-182.
- Prud'hom M., Chérubin M., Goussopoulos J., Carles Y., 1975. Evolution au cours de la croissance des caractéristiques de la consommation d'aliments solides et liquides du lapin domestique nourri *ad libitum*. Annales de Zootechnie 24, 289-298.
- Quaranta S., 2008 Comparaison de croissance d'animaux élevés en par cet en cage soumis à des restrictions alimentaires. Rapport de stage BTS Lycée de La Roque (à paraître)
- Sanderson J.D., Vanderweele D.A., 1975. Analysis of feeding patterns in normal and vagotomised rabbits. *Physiol. Behav.*, 15, 357-364.
- Szendrő Z., Szabo S., Hullar I., 1988. Effect of reduction of eating time on production of growing rabbits. 4th World Rabbit Science Congress, Budapest, vol.3, 104-114.
- Techna. 2007. Document technique X'Grammes, un outil pour piloter l'engraissement
- Tudela F., Lebas F. 2006. Racionamiento de los conejos en engorde: efecto del método de distribución de la ración diaria sobre la velocidad de crecimiento y la homogeneidad de los pesos. XXXI simposium de cunicultura, p103-108. Lorca
- Tudela F., Hermet C., 2007. Maitrise et contrôle de l'ingéré alimentaire - valorisation de la farine présente dans l'aliment. Table ronde ASFC. 12^{ème} journées de la Recherche Cunicole. Le Mans 28-29 novembre 2007 •

**CALIDAD DE
CARNE Y
COMPOSICIÓN
CORPORAL**

Efecto del tiempo de ayuno sobre el rendimiento y la calidad microbiológica de la canal del conejo

Margüenda¹ I., Nicodemus¹ N.,
García-Rebollar¹ P., Villarroel¹, M., Sevilla² L.,
Vadillo² S., Carabaño^{1*} R.

¹ Departamento de Producción Animal, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid.

² Matadero de Conejos HERMI S.L., 47193, La Cisterniga, Valladolid.

*rosa.carabano@upm.es

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes periodos de ayuno sobre el rendimiento canal y la calidad microbiológica de la canal de conejos. Para ello, se utilizaron 72 conejos de raza Neozelandés Blanco x Californiano que consumieron el mismo pienso comercial durante todo el cebo (35% FND, 13% almidón y 7.4% fibra soluble). Un tercio de los animales consumió *ad libitum* pienso hasta el sacrificio, a otro tercio se les retiró el pienso 12 horas antes del sacrificio y al tercio restante, se le retiró el pienso 24 horas antes del sacrificio. No hubo diferencias significativas entre tratamientos ni para el peso vivo ni para el peso de la canal. Los animales que ayunaron 12 y 24 horas tuvieron unos rendimientos a la canal significativamente superiores (de 3 y 5 puntos respectivamente) a los animales que consumieron pienso *ad libitum*. Se dieron diferencias significativas, cuando se compararon el pH y la temperatura de las canales antes del oreo y a las 24h de sacrificio. Las canales de los animales que consumieron pienso *ad libitum* durante todo el cebo, tuvieron valores significativamente más altos de Enterobacterias y Coliformes totales que las canales de animales que ayunaron tanto 12 como 24 horas. En casi todos los casos se observó un incremento paulatino del conteo de microorganismos de las canales con el tiempo, siendo los valores más altos los detectados el día 11 post sacrificio. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos cuando se analizaron los microorganismos del ciego. Como conclusión, con un ayuno tanto de 12 como de 24 horas, los animales llegan al matadero con un menor peso del aparato digestivo, lo que aumenta el rendimiento a la canal sin afectar a los parámetros de calidad de la canal (Temperatura y pH) y mejora la calidad microbiológica de las mismas.

Palabras clave: conejos, ayuno, rendimiento canal, calidad microbiológica

Abstract

The aim of this work was to evaluate the effect of different fasting periods on carcass yield and microbiological quality of rabbit carcass. Seventy two New Zealand White x Californian rabbits were fed with the same commercial feed (35% NDF, 13% starch, 7.4% soluble fibre) during the whole fattening period. The feed was removed to one third of the rabbits 24 hours before the slaughtering, 12 hours before the slaughtering to another third of the animals and the remaining animals were fed *ad libitum* since their transport to the slaughterhouse. There were no significant differences in live weight or carcass weight of the rabbits. Carcass yield was higher for animals fasted 12 and 24 hours before the slaughtering (3 and 5 points more respectively) than animals were fed *ad libitum* since their transport to the slaughterhouse. There were significant differences when pH and temperature of the carcasses were compared after the cold time and 24 hours *post mortem*. The log cfu/g of *Enterobacteriaceae* and *Coliform* were higher for animals fed *ad libitum*. A gradual increase with the time was observed in the microorganism content of the carcass. The highest values were reached 11 days after slaughter. There were no differences between treatments for the microorganisms analysed in the caecum content. In conclusion, in animals fasted 12 or 24 hours before the slaughtering, decreases the gastrointestinal weight, the carcass yield is increased without impairment of carcass quality parameters as temperature and pH, and enhances the carcass microbiological quality.

Keywords: rabbit, fasting, carcass yield, carcass microbiological quality.

Introducción

Algunos trabajos realizados en conejos, indican que el tiempo de ayuno afecta a las pérdidas totales de contenido digestivo, pero también puede tener un efecto negativo sobre el peso de la canal y provocar un aumento del pH final de la carne que puede favorecer el crecimiento de bacterias (Dalle Zotte, 2000). Estos efectos parecen depender de la duración del ayuno. Así, se ha comprobado que ayunos de 24 horas reducen el contenido del tracto digestivo en un 50%, existiendo variaciones según el acceso al agua de los animales y la época del año, pero sin consecuencias negativas en la calidad de la canal. Con ayunos superiores (36 horas) se observan pérdidas signi-

ficativas de masa muscular y, por lo tanto, un menor peso de la canal (Coppings *et al.*, 1989). Por otra parte, una reducción del contenido del tracto gastrointestinal, disminuye la contaminación de la canal durante el eviscerado como ya se ha visto en trabajos en cerdos de Eikelenboom *et al.* (1991) o Gispert *et al.* (1996). El objetivo del presente trabajo fue el de evaluar el efecto de diferentes periodos de ayuno sobre el rendimiento canal y la calidad microbiológica de la canal de conejos.

Material y métodos

Ensayo de rendimiento a la canal

Un total de 72 gazapos híbridos (Neozelandés Blanco x Californiano) consumieron durante todo el cebo agua y un pienso comercial *ad libitum* (35% FND, 13% almidón y 7,4% fibra soluble, expresado sobre pienso fresco)

Para evaluar el efecto del ayuno sobre el rendimiento y la calidad de la canal, 24 horas antes de la carga para el transporte al matadero se retiró el pienso a un tercio de los animales, a otro tercio de los animales se le retiró el pienso 12 horas antes del sacrificio y el resto siguió consumiendo pienso *ad libitum* hasta el final del cebo. Los animales comenzaron a cargarse en el camión a las 8 a.m., y no se concluyó hasta las 11. a.m., el transporte al matadero duró 30 minutos por lo que se empezó a sacrificar a los animales a las 12.00 p.m. concluyendo a las 15 p.m. Se determinó el rendimiento a la canal de forma individual tomando 24 animales por tratamiento de los que se determinaron el peso vivo, peso canal fría tras dos horas de oreo, peso del aparato digestivo, peso del estómago y peso ciego en el matadero.

Determinación de parámetros de calidad microbiológica de la canal

De los animales sobre los que se controló el rendimiento a la canal, se determinó la calidad de la canal en la mitad de ellos (12 animales por tratamiento). Se midieron la temperatura y el pH en *biceps femoris*. Estos controles se realizaron después del oreo (2 horas) y 24 h después del sacrificio. Los otros 12 conejos se utilizaron para medir la calidad microbiológica de la canal y microorganismos del ciego. Para ello, se cogieron 4 muestras, dos del *Longissimus dorsi* y dos de los *Biceps femoris* de 1cm de ancho por 5 cm de largo y por 0.5 cm de profundidad. Se pesaron 10 g de muestra y tras mezclarlos con 90 ml de agua de peptona, se homogeneizaron en un stomacher durante 2 minutos y se sacó una disolución 1-10 donde se analizaron los microorganismos los días 1, 7 y 11 después del sacrificio, en las mismas canales mantenidas en refrigeración a 4 °C. Los microorganismos analizados fueron microorganismos Aerobios que indican la calidad higiénica global del proceso, Enterobacterias (que indican la contaminación durante el proceso), Coliformes totales (que indican la higiene del producto) y Estafilococo coagulasa positiva (que indica la contaminación por manipulación del producto) según las normas ISO 4833 (2003), 7402 (1993), 4832 (1991) y 6888 (1999), respectivamente. Todas las placas fueron incubadas a 37°C durante 24 horas, excepto para los microorganismos Aerobios (72 horas a 30°C).

También se tomaron muestras del contenido cecal para determinar si había alguna relación entre los microorganismos del ciego y los encontrados en la canal. Estas muestras se introdujeron en tubos estériles de poliestireno para su posterior análisis de *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, Coliformes totales y Enterobacterias. Los tubos estériles de poliestireno fueron introducidos en bolsas de anaerobiosis GENbag (bioMérieux S.A., Marcy létoile, France) para mantener la viabilidad de la flora microbiana. Se analizaron el mismo día según la norma ISO 7939, 1997 para el conteo de colonias de *Clostridium perfringens*. Las Enterobacterias, Coliformes totales y *Escherichia coli* se analizaron con placas Petri-film™ 3M.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos de los rendimientos en matadero así como los de los microorganismos del ciego (previa transformación logarítmica) y la temperatura y pH de la canal se analizaron con el procedimiento GLM del SAS con el tratamiento como efecto principal.

La calidad microbiológica de la canal se analizó con el procedimiento MIXED del SAS con el tiempo, el tratamiento y su interacción como efectos principales. La comparación de medias se hizo mediante un test t protegido.

Resultados y discusión

No hubo diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos ni para el peso vivo ni para el peso de la canal (**Tabla 1**). En cuanto a los resultados obtenidos para el rendimiento a la canal, los animales que ayunaron 12 y 24 horas tuvieron unos rendimientos a la canal superiores ($P < 0.001$) (de 3 y 5 puntos respectivamente) a los animales que consumieron pienso *ad libitum*. Esto fue debido principalmente al menor peso del aparato digestivo ($P < 0.001$) en los animales que ayunaron lo que coincide con el trabajo de Masoero *et al.* (1992).

Tabla 1.- Efecto del pienso sobre el rendimiento a la canal medido inmediatamente después del sacrificio.

	Tratamientos			SEM	P
	Ad libitum	12 h ayuno	24 h ayuno		
n	24	24	24		
Peso Vivo, kg	2318	2290	2229	34.2	0.1571
Peso Canal, kg	1319	1377	1383	24.2	0.1229
Rendimiento Canal, %	57.0b	60.2a	62.0a	0.85	0.0004
Peso Ap. Digestivo, g	452a	404b	363c	11.4	<0.0001
Peso Estómago, g	121a	94.3b	88.3b	3.91	<0.0001
Peso Ciego, g	170a	159a	143b	5.54	0.0038
Peso Ap. Digestivo, % PV	19.6a	17.7b	16.3b	0.59	0.0011
Peso estómago, % PV	5.24a	4.09b	3.97b	0.17	<0.0001
Peso ciego, % PV	7.38	6.96	6.46	0.28	0.0764

No hubo diferencias ($P>0.05$) entre tratamientos para la temperatura y el pH medido 24 horas *post mortem* (Tabla 2). Cuando se compararon estas medidas con las que se tomaron tras el oreo se observó un descenso ($P < 0.05$) en tanto en el pH (6.66 ± 0.09 vs 5.90 ± 0.09 en el oreo y 24 h *post mortem*, respectivamente) como en la temperatura de la canal (3.0 ± 0.24 vs $0.6 \pm 0.3^\circ\text{C}$).

En cuanto a la calidad microbiológica de la canal (Tabla 3), las canales de los animales que consumieron pienso *ad libitum* durante todo el cebo, tuvieron valores significativamente más altos de Enterobacterias y Coliformes totales que las canales de animales que ayunaron tanto 12 como 24 horas. Esto podría ser debido a que los animales que consumieron pienso *ad libitum* tuvieron un mayor peso del aparato digestivo lo que se relaciona con un incremento de microorganismos en la canal como se ha visto en trabajos realizados en conejos (Marguenda *et al.*, 2008) y en cerdos (Eickelenboom *et al.*, 1991; Gispert *et al.*, 1996).

El efecto del tiempo de conservación de la canal sobre el conteo de microorganismos de la canal (Tabla 3), fue el mismo para casi todos los microorganismos estudiados. En todos los casos se observó un incremento paulatino con el tiempo, siendo los valores más altos los detectados el día 11 *post mortem*. Estos resultados son similares a los obtenidos en conejos en trabajos previos (Marguenda *et al.*, 2008) En el caso de *Escherichia coli*, en la que no se detectaron diferencias significativas con el tiempo aunque sí se vio un descenso numéricamente a día 11 lo que coincide con los datos obtenidos por Rodríguez-Calleja *et al.* (2004).

Tabla 2.- Efecto del tiempo de ayuno sobre la T y pH medidas en el Biceps femoris de las canales 24 horas *post mortem*.

	24 h <i>post mortem</i>			SEM	P _{tto}
	Ad Libitum	12 h ayuno	24 h ayuno		
n	12	12	12		
Temperatura, °C	0.54	0.57	0.72	0.29	0.93
pH	5.86	5.94	5.92	0.09	0.81

Tabla 3.- Efecto de los tratamientos sobre los microorganismos de la canal (log cfu/g)

	Tratamientos			Día			RSD	P _{Tto}	P _{día}	P _{Tto} x P _{día}
	Ad libitum	12 h ayuno	24 h ayuno	1	7	11				
Nº de animales	12	12	12	36	36	36	-	-	-	-
Aerobios	3.76	3.33	3.38	2.51c	3.70b	4.26a	0.16	0.06	<0.0001	0.13
Enterobacterias	2.28a	1.91b	1.96b	1.24c	2.33b	2.59a	0.12	0.02	<0.0001	0.36
Coliformes totales	1.96a	1.58b	1.55b	1.17b	1.88a	2.05a	0.17	0.05	<0.0001	0.96
<i>E. coli</i>	1.78	1.68	1.48	1.65	1.71	1.58	0.08	0.16	0.16	0.33
Estafilococo coagulasa +	2.06	1.92	1.97	1.63c	2.02b	2.29a	0.11	0.63	<0.0001	0.59

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos cuando se analizaron los microorganismos del ciego. (4.70 ± 0.4 log ufc/g *Clostridium perfringens*, 4.61 ± 0.3 log ufc/g Enterobacterias, 3.91 ± 0.5 log ufc/g *Escherichia coli*, 4.62 ± 0.3 log ufc/g Coliformes totales).

Conclusión

De esta prueba, podemos concluir que someter a los animales a un ayuno tanto de 12 como de 24 horas, hace que los animales lleguen al matadero con un menor peso del aparato digestivo, lo que aumenta el rendimiento a la canal sin afectar su peso y al pH. Además el ayuno mejora la calidad microbiológica de las mismas ya que vaciar el tracto digestivo, disminuye la presencia de microorganismos no deseables en la canal. Doce horas de ayuno parecen suficientes para conseguir los beneficios descritos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CDTI PIIC 2006-0813.

Referencias

- Coppings R.J., Ekhaton N., Ghodrati A. 1989. Effects of antemortem treatment and transport on slaughter characteristics of fryer rabbits. *Journal of Animal Science*, 67: 872-880.
- Dalle Zotte A. 2000. Main factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *World Rabbit Science*, 8: 507-537.
- Eikelenboom G., Bolink A.H., Sybesma W. 1991. Effects of feed withdrawal before delivery on pork quality and carcass yield. *Meat Science* 29: 25-30.
- Gispert M., Guardia M.D., Oliver M.A., Diestre A. 1996. Mortality rates during transport and lairage in pigs for slaughter. *Meat Focus International*, 10: 362-365.
- Margüenda I., Carabaño R., García-Rebollar P., Fragkiadakis M., Sevilla L., Vadillo S., Nicodemus N. 2008. Effect of dietary type and level of fibre on carcass yield and its microbiological characteristics. *Proc 9th World Rabbit Congress*. Verona, Italy. Pp 1387-1391.
- Masoero G., Riccioni L., Bergoglio G., Napolitano F. 1992. Implications of fasting and of transportation for a high quality rabbit meat product. *Journal of Applied Rabbit Research*, 15: 841-847.
- Rodríguez-Calleja J.M., Santos J.A., Otero A., García-López M.L. Microbiological quality of rabbit meat. *Journal of Food Protection*, 67: 966-971.
- SAS, 1990. User's guide statistic. Statistical Analysis System Institute Inc, Cary, NC. •

Efecto del uso de piensos con diferente contenido en fibra digestible y almidón sobre la composición de la canal y calidad de la carne de conejo

Pascual M.^{1*}, Pla M.², Piquer O.³, Soler M.D.³, Blas E.², Pascual J.J.²

¹Centro de Tecnología Animal. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Polígono La Esperanza 100. 12400 Segorbe. Castellón.

²Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n. 46071 Valencia.

³Departamento de Producción Animal y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad Cardenal Herrera-CEU. Av. Seminario s/n. 46113 Moncada. Valencia. ampasam@dca.upv.es

Resumen

Noventa conejos fueron distribuidos en tres grupos experimentales: grupo AA, con pienso no medicado con alto contenido en fibra digestible y bajo en almidón (pienso A) desde los 17 hasta los 63 d de edad (sacrificio); grupo AB con pienso A desde los 17 hasta los 42 d y pienso no medicado con bajo contenido en fibra digestible y alto en almidón (pienso B) desde los 43 hasta los 63 d de edad; y grupo CC con pienso comercial medicado (100 ppm de bacitracina de cinc) desde los 17 hasta los 63 d de edad. El grupo AA tuvo un menor peso vivo al sacrificio, peso de la canal fría y de referencia, rendimiento de la canal y ratio carne/hueso que el CC (2273 vs. 2361 g, 1255 vs. 1339 g, 1008 vs. 1063 g y 55.2 vs. 56.7%, 5.72 vs. 5.95, respectivamente), pero el AB compensó el crecimiento, no encontrando diferencias en estas variables con respecto al CC excepto en el ratio carne/hueso. Los tres grupos difirieron en porcentaje de grasa disecable (AA: 2.62%, CC: 3.36% y AB: 3.91%). No se encontraron diferencias en m. *Longissimus* (24 h *post-mortem*) en pH, color de la carne y luminosidad e índice de rojo en la canal. El grupo AB mostró el menor índice de amarillo en la canal y el CC el mayor (0.50 vs. 1.56). El porcentaje de grasa de la extremidad posterior fue superior en el grupo AB y CC que en el AA (4.99, 4.71 y 3.75%, respectivamente). Por tanto, el uso de piensos de alto contenido en fibra digestible y bajo en almidón empeoran el crecimiento y algunas características de la canal, pero el efecto se elimina al reemplazar con piensos de bajo contenido en fibra digestible y alto en almidón durante las últimas semanas del engorde. Palabras clave: alimentación en conejos, fibra digestible, almidón, bacitracina, composición de la canal, calidad de carne.

Abstract

Ninety young rabbits were distributed in three groups: group AA, fed with a high digestible fibre (hemicelluloses and pectins)/low starch non-medicated diet (diet A) from 17 to 63 days old (slaughter age); group AB fed with diet A from 17 to 42 days old and with a low digestible fibre/high starch non-medicated diet (diet B) from 43 to 63 days and group CC fed with a medicated commercial diet (100 ppm zn-bacitracine; diet C) from 17 to 63 days old. Live weight, chilled and reference carcass weight, dressing out percentage and meat to bone ratio were lower in group AA than in group CC (2273 vs. 2361 g, 1255 vs. 1339 g, 1008 vs. 1063 g and 55.2 vs. 56.7%, 5.72 vs. 5.95, respectively). Replacing with diet B at the end of the fattening period (group AB) led to no differences with group CC in these variables except for meat to bone ratio. The three groups differed in dissectible fat percentage AA: 2.62%, CC: 3.36% and AB: 3.91%. At 24 h *post-mortem*, pH, lightness and redness of the carcass and lightness, redness and yellowness of the meat in m. *Longissimus* did not differ between groups, but group AB had the smallest value of yellowness of the carcass and group CC the highest (0.50 vs. 1.56). Fat percentage in the hind leg meat was larger in groups AB and CC than in group AA (4.99, 4.71 and 3.75%, respectively). Therefore feeding with high digestible fibre and low starch diets during the fattening period impairs growth and some carcass characteristics, but these effects disappear when replacing with low digestible fibre and high starch diets during the end of the fattening period

Keywords: rabbit nutrition, digestible fibre, starch, bacitracine, carcass composition, meat quality.

Introducción

El aumento del porcentaje de fibra digestible (hemicelulosas y pectinas) en el pienso disminuye los problemas digestivos tras el destete en conejo (Gidenne *et al.*, 2001). El uso de piensos con alto contenido en fibra digestible podría reducir el uso de antibióticos en el pienso, aunque el uso de este tipo de piensos disminuyen la ingestión y ganancia media diaria durante el peridestete y engorde (Casado *et al.*, 2004). La sustitución de estos piensos por piensos sin medicar con bajo contenido en fibra digestible y alto contenido

en almidón durante las últimas semanas de engorde aumenta la ingestión de pienso de los conejos (Casado *et al.*, 2004), lo que podría llevar a obtener pesos al sacrificio similares a los obtenidos con piensos comerciales medicados. Sin embargo, es necesario conocer cómo el efecto de estos piensos sobre las características de la canal y carne, ya que la variación de la cantidad de fibra digestible y contenido en almidón en el pienso puede modificarlas (Xiccato *et al.*, 1999).

El objetivo de este trabajo es estudiar cómo afecta el uso de dietas no medicadas de alto contenido en fibra digestible y bajo en almidón durante el engorde y su sustitución por piensos no medicados de bajo contenido en fibra digestible y alto de almidón al final del engorde sobre el crecimiento, composición de la canal y calidad de la carne de conejo.

Material y métodos

Se utilizaron tres tipos diferentes de piensos: pienso A, de alto contenido en fibra digestible (hemicelulosas y pectinas) y bajo en almidón, mediante la inclusión de pulpa de remolacha y salvado de trigo; pienso B, de bajo contenido en fibra digestible y alto de almidón, mediante la inclusión de trigo, paja de trigo y cáscara de soja y pienso C de origen comercial medicado (11.8 MJ ED, 178 g PB, 215 g FAD/kg materia seca, 100 ppm de bacitracina de cinc). La composición química de los piensos A y B se muestra en la **Tabla 1**. La formulación de los piensos se puede consultar en Soler *et al.* (2004).

A los 17 d de edad los gazapos fueron repartidos en camadas de 10 gazapos con acceso a la madre una vez por día. A los 28 d de edad (destete) los gazapos fueron alojados en jaulas individuales hasta los 63 d de edad (sacrificio). Los animales se dividieron en tres grupos (30 animales/grupo): grupo AA, que consumió pienso A de los 17 a los 63 d de edad; grupo AB, que recibió pienso A de los 17 a los 42 y pienso B de los 43 a los 63 d de edad; y grupo CC que consumió pienso C de los 17 a los 63 d de edad. A los 63 d de edad, los conejos fueron pesados y aturdidos eléctricamente (90 V, 6 s, 50 Hz) sin realizar ayuno previo al sacrificio. Tras el desangrado y desollado el tracto gastrointestinal lleno fue separado, pesado y expresado como porcentaje respecto al peso vivo. Las canales se colgaron del tendón calcáneo durante 30 min en un área ventilada y posteriormente fueron almacenadas a 3°C. A las 24 h *post-mortem* se pesó la canal fría. El rendimiento de la canal fue expresado como el porcentaje de canal fría con respecto al peso vivo. Las canales fueron diseccionadas de acuerdo con las normas de la WRSA (Blasco y Ouhayoun, 1996). La cabeza, hígado, riñones y vísceras torácicas (conjunto de pulmones, timo, esófago y corazón) se separaron, pesaron y expresaron como porcentaje respecto a la canal fría. La canal obtenida (canal de referencia) se pesó. Tras la división tecnológica de la canal (Blasco y Ouhayoun, 1996) la grasa disecable (escapular y perirrenal), brazos, caja torácica, parte central y parte trasera se pesaron y expresaron como porcentaje respecto a la canal de referencia. De la parte trasera, una extremidad se separó y disecó para obtener el ratio carne/hueso. El pH se midió en m. *Longissimus* a la altura de la 4ª vértebra lumbar por incisión de 3 cm con un Metter Toledo MP220 pH Meter. El color de m. *Longissimus* (L, luminosidad; a, índice de rojo y b, índice de amarillo; CIE, 1976) se midió mediante un Minolta CR-300 Minolta Chromameter (Minolta Camera, Osaka, Japón). El color de la canal se midió en la superficie a la altura de la 4ª vértebra lumbar y en la sección transversal de la carne a la altura de la 6ª vértebra lumbar. La carne de la extremidad posterior se trituró y escaneó mediante NIR (modelo 5000, NIR Systems Inc., Silver Spring, MD, USA). El porcentaje de proteína, grasa y humedad fue estimado aplicando las ecuaciones calculadas por Pla *et al.* (2004). Todas las variables estudiadas se analizaron mediante un procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC) incluyendo los efectos grupo, sexo y sesión (3 sesiones) en el modelo.

Tabla 1. Composición química (MJ o g/kg de materia seca) de los piensos.

	Pensos	
	A	B
Energía digestible ¹	12.2	12.0
Proteína bruta ²	178	177
Fibra ácido detergente (FAD) ²	217	219
Hemicelulosas ²	157	110
Pectinas ³	84	31
Fibra digestible (FD) ⁴	241	141
Almidón ⁵	69	170
Extracto etéreo ²	48	71
Ratio FD/FAD	1.11	0.64
Ratio FD/almidón	3.50	0.83

¹ Vía NIRS; ² Según EGRAN (2001); ³ Según FEDNA (1999); ⁴ Fibra digestible (Hemicelulosas + Pectinas); ⁵ Según Blas *et al.* (2000)

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos de composición de la canal y calidad de carne se muestran en la **Tabla 2**. El uso del pienso de alto contenido en fibra digestible y bajo en almidón desde los 17 d hasta el final del engorde (grupo AA) llevó a un menor peso vivo y de la canal fría y de referencia que en los animales alimentados con el pienso comercial (grupo CC). El rendimiento de la canal fue también inferior en el grupo AA que en el grupo CC debido al mayor porcentaje de tracto gastrointestinal lleno en el primer grupo. Debido a una disminución en el crecimiento, el rendimiento de la canal se reduce cuando los niveles de fibra en la dieta son elevados (Xiccato *et al.*, 1999), como es el caso del pienso A. El uso del pienso de bajo contenido en fibra digestible y alto en almidón desde los 43 hasta los 63 d de edad tras el uso del pienso A (grupo AB) dio lugar a un crecimiento compensatorio, alcanzándose un peso vivo, de la canal fría y de la canal de referencia similar al obtenido en el grupo CC. El rendimiento de la canal también fue superior al obtenido en el grupo AA y similar al grupo CC, debido a un menor porcentaje de tracto gastrointestinal lleno en el grupo AB que en los otros grupos. El porcentaje de grasa disecable y en la extremidad posterior fue menor en el grupo AA que en el grupo CC debido probablemente a la menor ingestión de pienso observada en el grupo AA que en el CC desde los 17 hasta los 63 d de edad (Casado *et al.*, 2004). Estos porcentajes fueron superiores en el grupo AB que en el AA, debido a la mayor ingestión de pienso en desde los 43 hasta los 63 d de edad en el grupo AB que en el grupo AA (Casado *et al.*, 2004). Por otro lado, el pienso B es presumiblemente un pienso de mayor energía neta que los otros piensos utilizados en el experimento, por su bajo contenido en fibra digestible y alto contenido en almidón y grasa. Esto podría explicar también el mayor porcentaje de grasa disecable del grupo AB que en el grupo CC, a pesar que la ingestión de pienso era inferior en el grupo AB (Casado *et al.*, 2004). Además, el mayor engrasamiento de AB y CC podría explicar el mayor porcentaje de hígado en estos grupos respecto al grupo AA, debido a una mayor acumulación lipídica en este órgano.

Tabla 2. Composición de la canal y calidad de la carne.

	Grupos			e.s.m. ¹
	AA	AB	CC	
Composición de la canal				
Peso vivo, g	2273 ^a	2330 ^{ab}	2361 ^b	14
Tracto gastrointestinal lleno, %	22.2 ^c	18.6 ^a	20.3 ^b	0.2
Canal fría, g	1255 ^a	1340 ^b	1339 ^b	10
Rendimiento de la canal	55.2 ^a	57.5 ^b	56.7 ^b	0.2
Cabeza, %	8.8 ^b	8.5 ^b	8.2 ^a	0.1
Hígado, %	6.4 ^a	7.6 ^b	7.5 ^b	0.1
Riñones, %	1.2	1.3	1.3	0.0
Vísceras torácicas, %	2.6	2.6	2.6	0.0
Canal de referencia, g	1008 ^a	1059 ^b	1063 ^b	9
Grasa disecable, %	2.6 ^a	3.9 ^c	3.4 ^b	0.1
Caja torácica, %	11.5	11.6	11.4	0.1
Brazos, %	16.2	16.0	16.3	0.1
Parte central, %	31.3	31.2	31.5	0.1
Parte trasera, %	38.2 ^b	37.2 ^a	37.2 ^a	0.1
Ratio carne/hueso	5.72 ^a	5.61 ^a	5.95 ^b	0.04
Calidad de carne en m. <i>Longissimus</i>				
pH	5.65	5.64	5.66	0.01
Lcanal	54.34	53.97	54.28	0.16
acanal	3.47	3.59	4.05	0.11
bcanal	0.88 ^{ab}	0.50 ^a	1.56 ^b	0.16
Lcarne	50.42	49.87	49.67	0.23
acarne	5.82	6.40	6.69	0.15
bcarne	2.76	3.08	3.10	0.09
Calidad de la carne en la extremidad				
Proteína, %	21.1	21.1	21.1	0.0
Grasa, %	3.8 ^a	5.0 ^b	4.7 ^b	0.1
Humedad, %	73.8 ^c	72.3 ^a	72.9 ^b	0.1

¹ e.s.m.: error estándar de la media; Letras de una misma fila que no comparten el mismo superíndice difieren significativamente (P<0.05).

El tipo de pienso utilizado no afectó al porcentaje de brazos, caja torácica y parte central de la canal de referencia, pero el grupo AA presentó un mayor porcentaje de parte trasera que los otros dos grupos debido al menor contenido en grasa disecable. La ingestión del pienso A durante toda la fase de engorde dio lugar a un ratio carne/hueso en la extremidad posterior inferior al obtenido en el grupo CC. El uso del pienso B durante la fase final de engorde no mejoró este ratio, lo que sugiere que la energía consumida del pienso B fue destinada en mayor medida para la deposición de grasa disecable que la consumida por animales del grupo CC.

No se encontraron diferencias en pH, luminosidad e índice de rojo en la canal y luminosidad, índice de rojo e índice de amarillo en la carne. Sin embargo, el índice de amarillo en la canal fue inferior en los animales del grupo AB que en los del grupo CC, que podría ser debido a las diferencias en ingredientes entre los piensos.

Como conclusiones, los resultados obtenidos en este trabajo indican que el uso de piensos no medicados de alto contenido en fibra digestible y bajo en almidón para disminuir la incidencia de problemas digestivos disminuye el peso vivo, el peso de la canal fría y de referencia, el porcentaje de grasa disecable, el porcentaje de grasa en la extremidad posterior y el ratio carne/hueso con respecto al uso de piensos comerciales medicados. Estas disminuciones se compensan cuando se cambia a un pienso de bajo contenido en fibra digestible y alto en almidón durante la fase final de engorde, excepto en el caso del ratio carne/hueso de la extremidad posterior.

Bibliografía

- Blas E., Fernández-Carmona J., Cervera C., Pascual J.J. 2000. Digestible energy of different what brans for rabbits. *7th World Rabbit Congress*, Valencia, España: 139-143.
- Blasco A., Ouhayoun J. 1996. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Revised proposal. *World Rabbit Science*, 4: 93-99.
- Casado C.; Soler M.D.; Biglia S.; Piquer O.; Blas E.; Cervera C.; Pascual J.J. 2004. Use of a high digestible fibre/low starch feed in young rabbits. *4th Meeting Cost Action*. Madrid, España.
- EGRAN. 2001. Technical note: Attempts to harmonize chemical analyses of feed and faeces for rabbit feed evaluation. *World Rabbit Science*, 9: 57-64.
- FEDNA. 1999. Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos (J.C. de Blas P., García-Rebollar G., González-Mateos, ed.). FEDNA. Madrid, España
- Gidenne T., Kerdiles V., Jehl N., Arveux P., Briens C., Eckenfelder B., Fortune H., Montessuy S. and Muraz G., 2001. Effet d'une hausse du ratio fibres digestibles/protéines sur les performances zootechniques et l'état sanitaire du lapin en croisance: résultats préliminaires d'une étude multi-site. In: Bolet, G., Editor, , 2001. *9^{ème} J. Rech. Cunicoles Fr.*, 28-29 November 2001, ITAVI, Paris, pp. 65-68.
- Pla M., Pascual M., and Ariño B. 2004. Protein, fat and moisture content of retail cuts of rabbit meat evaluated with the NIRS methodology. *World Rabbit Science*, 12: 149-158.
- Soler M., Blas E., Cano J.L., Pascual J.J., Cervera C., Fernández-Carmona J. 2004. Effecto of digestible fibre/Storch ratio and animal fat level in diets around weaning on mortality rateo f rabbits. *8th World Rabbit Congress*, Puebla, México: 996-1001.
- Xiccato G. 1999. Feeding and meat quality in rabbits: A review. *World Rabbit Science*, 7: 75-86. ●

Caracterización de las piezas de conejos de monte comercializadas en mercados de abastos

González-Redondo P.*, Ramírez-Reina M.C.,
González-Sánchez C.

Dpto. Ciencias Agroforestales, EUITA, Universidad de Sevilla, Ctra. Utrera km 1, 41013 Sevilla.

*pedro@us.es

Resumen

Para caracterizar la presentación comercial del conejo de monte (*Oryctolagus cuniculus algirus*) procedente de la caza, se analizaron 53 canales encorambadas, es decir, evisceradas pero con piel adquiridas en mercados de abastos de Sevilla (España). Las piezas pesaron 768 g y tenían una longitud total de 408 mm. Las canales, obtenidas mediante desollado, pesaron 652 g, con un rendimiento del 85% respecto al peso de las piezas. La piel representó un 11,3% del peso de la pieza. En general las medidas biométricas y las derivadas de la obtención de la canal coincidieron con lo publicado para conejos de monte de la misma subespecie y fueron diferentes de las descritas para conejos de aptitud cárnica y silvestres de la subespecie *O. c. cuniculus*. No hubo dimorfismo sexual en las medidas biométricas ni en las derivadas de la obtención de la canal, excepto para la longitud total que fue mayor en hembras.

Palabras clave: presentación comercial, carne, conejo de monte, *Oryctolagus cuniculus algirus*

Abstract

With the aim to characterise the commercial presentation of the wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus algirus*) obtained from hunting, 53 specimens (unskinned, eviscerated rabbits) bought in traditional markets of Seville (Spain) were analysed. The specimens weighed 768 g and had a total length of 408 mm. The carcasses, obtained by flaying the specimens, weighed 652 g and amounted 85% of the specimens weight. The skin amounted 11.3% of the specimen weight. In general terms, biometric measures and the measures related obtaining the carcass matched well with that published in the literature for the wild rabbits of the same subspecies, but differed from the ones of the meat rabbits and wild rabbit of the *O. c. cuniculus* subspecies. There was no sexual dimorphism in biometric measures or those resulting from obtaining the carcass, except for the total length, that was higher in females.

Key words: commercial presentation, meat, wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus algirus*

Introducción

En algunos países es tradicional el consumo de la carne de los conejos de monte procedentes de la caza, parte de los cuales son consumidos en el entorno familiar de los cazadores (González-Redondo, 2006; González-Redondo *et al.*, 2007b) y otra parte se comercializa en mercados de abastos (González-Redondo *et al.*, 2007b). Pese a su importancia, son pocos los estudios que hayan caracterizado este producto cárnico (Nath y Rao, 1983; Cambero *et al.*, 1991; Cobos *et al.*, 1995; Slamečka *et al.*, 1997; González-Redondo *et al.*, 2007a). Por el contrario, las características de la canal y de la carne del conejo doméstico se conocen bien (Gómez *et al.*, 1998; Combes, 2004). Sin embargo, las características de ambos tipos de conejos son diferentes en lo que respecta a su genética (Branco *et al.*, 2000), medio y modo de vida (Soriguer, 1981; Lebas *et al.*, 1996), método para darle muerte, calidad de la carne (Nath y Rao, 1983; González-Redondo *et al.*, 2007a) y presentación en el mercado, que en el conejo de monte es eviscerado y con piel (Camps, 1982). Por tanto los conocimientos existentes para el conejo doméstico no son extrapolables al silvestre, e incluso los consumidores los perciben como productos diferenciados (González-Redondo, 2006; González-Redondo *et al.*, 2007b). Por ello, el objetivo de este trabajo fue analizar la morfología y composición corporal de los conejos de monte procedentes de la caza que se comercializan en mercados de abastos.

Material y métodos

Durante el verano de 2006, se adquirieron en varios mercados de abastos de Sevilla (España) 53 conejos de monte maduros (49% machos), que estaban eviscerados y con piel. Mediante análisis de marcadores del cromosoma X (Gerald *et al.*, 2006), realizados en el Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos (Portugal), se confirmó su pertenencia a la subespecie *O. c. algirus* típica del sudoeste de la Península Ibérica (Branco *et al.*, 2000). Los conejos se conservaron congelados (-20 °C) hasta su manipulación. Se pesaron y se midió la longitud total, así como de la cola, cabeza, oreja, radio-ulna, mano, tarso y pie. Posteriormente se desollaron y se pesaron la piel, las manos, los pies y la canal, calculando sus proporciones respecto al peso eviscerado. Usando el programa SPSS 15.0 (SPSS Inc., 2006), se calcularon estadísticos descriptivos de las variables obtenidas y pruebas t de Student para determinar la influencia del sexo sobre las mismas.

Resultados y discusión

Los conejos de monte se encontraron en el mercado en forma de canal encorabrada (**Figura 1**), es decir, eviscerados y con piel. Es la forma tradicional de presentación de la canal del conejo de monte (Camps, 1982) y otros mamíferos cinegéticos porque permite conservar mejor la carne durante la manipulación de las piezas de caza desde que se abaten hasta que se consumen, al no existir en los cotos la posibilidad de refrigeración inmediata que ofrece un matadero (García París y García Rollán, 1989; Díaz De La Fuente, 1992). El color de la capa, el agutí o silvestre típico de la especie, fue uniforme en toda la muestra (**Figura 1**). La **Tabla 1** muestra las medidas biométricas de los conejos.

Figura 1. Canal encorabrada de conejo de monte.



Figura 2. Canal de conejo de monte tras el desollado.



Tabla 1. Medidas biométricas de los conejos de monte (n=53).

	Media ± Error típico	Mínimo	Máximo	CV (%)
Peso conejo eviscerado (g)	767,79 ± 10,91	612,60	987,66	10,35
Longitud total (mm)	407,58 ± 2,69	372,00	450,00	4,80
Longitud cola (mm)	54,34 ± 1,16	38,00	80,00	15,53
Longitud cabeza (mm)	82,79 ± 0,75	75,00	95,00	6,61
Longitud oreja (mm)	71,51 ± 1,05	53,00	91,00	10,72
Longitud radio-ulna (mm)	65,60 ± 0,51	55,00	80,00	5,68
Longitud mano (mm)	42,77 ± 0,35	37,00	51,00	5,99
Longitud tarso (mm)	32,89 ± 1,09	23,00	83,00	24,18
Longitud pie (mm)	80,64 ± 1,06	32,00	90,00	9,56

Aunque existen variaciones de origen ambiental en las medidas biométricas (Williams y Moore, 1989) y en el peso eviscerado del conejo de monte (Trout y Smith, 1995), si se tiene en cuenta que, en razas cárnicas, el paquete intestinal lleno representa aproximadamente un 16% del peso vivo (Bernardini *et al.*, 1995; Nofal *et al.*, 1995), podemos aceptar que el peso de los conejos eviscerados estudiados es un 84% del peso vivo. Por tanto, el peso vivo medio estimado sería de unos 920 g, un 20% mayor que el peso comercial eviscerado. Este peso es ligeramente inferior al descrito (1.100 g) para el conejo de monte de la misma subespecie y región de procedencia (Soriguer, 1980). Esto se explica porque los conejos se cazaron durante el descaste de verano, en el que se abaten también conejos jóvenes nacidos en la primavera (Ñudi, 2000), disminuyendo el peso medio respecto al peso adulto propio de la especie. Sin embargo, la muestra no contenía gazapos pequeños, como revela el coeficiente de variación moderado y el peso del conejo eviscerado más ligero que, incrementado en el peso correspondiente al paquete y contenido intestinal, sería al menos igual al peso vivo estimado al que los conejos de esta subespecie alcanzan la madurez sexual (Soriguer, 1981). Es lógica la ausencia de crías en la muestra porque no tienen atractivo comercial ni deben cazarse.

Las longitudes totales de la oreja y del pie fueron similares a las descritas para conejos silvestres de la misma subespecie y área de procedencia por Soriguer (1980). Únicamente la longitud del tarso fue mayor (52,5 mm) en la población estudiada por Soriguer (1980), pero probablemente hayan existido diferencias en el método de medida. Las longitudes de la oreja y del pie también coincidieron con las descritas en conejos silvestres australianos (Williams y Moore, 1989). La longitud de la oreja fue menor que la propia de las razas domésticas, cuyo máximo se sitúa generalmente entre 10 y 14 cm, con excepción de algunas razas enanas de compañía, en las que es menor, y de algunas razas gigantes y en los Belier, en las que es aun mayor (ANCI-AIA, 2006). La longitud de la oreja mantuvo una relación de 1:5,7 respecto a la longitud total del conejo, que es diferente a la establecida en los estándares morfológicos de razas como el Gigante Blanco, en la que es de 1:4 (ANCI-AIA, 2006).

La **Tabla 2** muestra las medidas correspondientes al faenado de los conejos realizado para obtener la canal. Las canales presentaban presencia de perdigones y lesiones contuso erosivas con hemorragia en los lugares de impacto (**Figura 2**).

Tabla 2. Medidas correspondientes al faenado de los conejos de monte (n=53).

	Media \pm Error típico	Mínimo	Máximo	CV (%)
Peso de la piel (g)	87,34 \pm 2,38	57,78	138,25	19,49
Porcentaje de piel (%)	11,32 \pm 0,21	8,26	14,65	20,33
Peso medio del pie (g)	5,88 \pm 0,19	1,71	8,92	23,91
Peso total pies (g)	11,75 \pm 0,39	3,42	17,84	23,91
Porcentaje de pies (%)	1,54 \pm 0,05	0,48	2,42	22,83
Peso medio de la mano (g)	2,72 \pm 0,13	1,44	7,51	35,45
Peso total manos (g)	5,44 \pm 0,26	2,88	15,02	35,45
Porcentaje de manos (%)	0,70 \pm 0,03	0,44	1,52	28,77
Peso de la canal (g)	651,98 \pm 9,19	499,20	843,09	10,27
Rto. canal (% respecto peso eviscerado)	84,94 \pm 0,25	81,49	88,81	2,13

La proporción de piel fue inferior a la descrita para las razas cárnicas Nueva Zelanda Blanca (NZB) y California (15,5%; Nofal *et al.*, 1995). El peso de las manos y de los pies fueron inferiores a los encontrados en conejos NZB (20 y 50 g, respectivamente; Ayyat *et al.*, 1994).

El peso de la canal obtenida tras el desollado fue notablemente inferior al de las canales de conejo de aptitud cárnica que se comercializan en Europa (Bernardini *et al.*, 1995; Lebas *et al.*, 1996; Gómez *et al.*, 1998). El peso eviscerado con piel fue menor que el encontrado por Brambell (1944) y Trout y Smith (1995) en conejos silvestres de Inglaterra (en torno a 1.100-1.200 g) y que el descrito por Andersson *et al.* (1979) en conejos silvestres de Suecia (unos 1.400 g). Esto confirma que los conejos silvestres del sudoeste de la Península Ibérica son de menor tamaño que los de otras localizaciones geográficas (Sorriquer, 1981), y refuerza la diferenciación morfológica que muestra la subespecie *O. c. algirus* respecto a la *O. c. cuniculus*, además de las diferencias genéticas ya demostradas (Branco *et al.*, 2000).

El rendimiento de la canal respecto al peso de la pieza eviscerada fue lógicamente elevado (Tabla 2). No obstante, calculándolo respecto al peso vivo estimado de 920 g se obtendría un rendimiento a la canal del 70%, mayor que el 60% de las razas cárnicas (Bernardini *et al.*, 1995; Lebas *et al.*, 1996; Gómez *et al.*, 1998). Para que el rendimiento a la canal del conejo de monte fuera similar al 60% de las razas cárnicas el paquete intestinal debería representar un 30% del peso vivo, casi el doble de lo típico en conejos de carne, lo que es poco probable aunque sería necesario comprobarlo experimentalmente. Esto sugiere que los conejos de monte comerciales tienen buen rendimiento en canal.

Entre las medidas biométricas (Tabla 1) sólo se encontró diferencia entre los sexos para la longitud total, que fue mayor ($t = 2,119$; $P = 0,039$) en las hembras ($413,00 \pm 4,16$ mm; $n = 27$) que en los machos ($401,96 \pm 3,08$ mm; $n = 26$). No existieron diferencias ($P > 0,05$) entre sexos para ninguna de las partes obtenidas en el faenado (Tabla 2). Coincide con la ausencia de dimorfismo sexual en el peso eviscerado descrito en conejos silvestres de Inglaterra (Brambell, 1944) y de Suecia (Anderson *et al.*, 1979). Tampoco en la canal de razas cárnicas se encuentra dimorfismo sexual (Bernardini *et al.*, 1995).

En conclusión, esta es la primera investigación que caracteriza la presentación comercial de conejos de monte cazados en Andalucía, pertenecientes a la subespecie *O. c. algirus*, muy apreciados entre consumidores habituales (González-Redondo, 2006; González-Redondo *et al.*, 2007b). Se reveló una buena coincidencia con los caracteres biométricos descritos para la subespecie y notables diferencias con los conejos domésticos y silvestres de la subespecie *O. c. cuniculus*; un nulo dimorfismo sexual; una relativa homogeneidad entre las piezas y un buen rendimiento en canal respecto al peso comercial. Sería interesante comparar los resultados obtenidos en esta subespecie con una muestra de conejos de monte pertenecientes a la subespecie *O. c. cuniculus*, que permitiera caracterizar las potenciales diferencias fenotípicas entre ambas, en particular para los caracteres de la canal.

Bibliografía

- ANCI-AIA. 2006. Norme tecnica del libro genealogico e del registro anagrafico della specie cunicola. *Associazione Nazionale Coniglicoltori Italiani*, Roma.
- Andersson M., Dahlbäck M., Meurling P. 1979. Biology of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus*, in Southern Sweden. I. Breeding season. *Viltrevy*, 11(2): 103-127.
- Ayyat M.S., Anous M.R., Sadek M.H. 1994. Genetic parameters for meat production in rabbits. 1. Non carcass components. *World Rabbit Science*, 2: 93-99.
- Bernardini M., Castellini C., Lattaioli P. 1995. Effect of sire strain, feeding, age and sex on rabbit carcass. *World Rabbit Science*, 3: 9-14.
- Brambell F.W.R. 1944. The reproduction of the wild rabbit *Oryctolagus cuniculus* (L.). *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 114: 1-45.
- Branco M., Ferrand N., Monnerot M. 2000. Phylogeography of the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in the Iberian Peninsula inferred from RFLP analysis of the cytochrome b gene. *Heredity*, 85: 307-317.

- Cambero M.I., De La Hoz L., Sanz B., Ordóñez J.A. 1991. Seasonal variations in lipids composition of Spanish wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) meat. *Journal of Science. Food Agriculture*, 56: 351-362.
- Camps J. 1982. Cualidades nutritivas y culinarias de la carne de conejo. *El Campo*, 88: 63-68.
- Cobos A., De La Hoz L., Cambero M.I., Ordóñez J.A. 1995. Chemical and fatty acid composition of meat from Spanish wild rabbits and hares. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 200: 182-185.
- Combes S. 2004. Valeur nutritionnelle de la viande de lapin. *Productions Animales*, 17: 373-383.
- Díaz De la Fuente, J.C. 1992. ¿Qué es la carne?. Algunos aspectos interesantes sobre la carne procedente de las especies de caza. *Caza y Pesca*, 589: 22-23.
- García París M., García Rollán M. 1989. Guía de las principales especies de caza en España y su consumo. *Ministerio de Sanidad y Consumo*, Madrid.
- Geraldes A., Ferrand N., Nacham M.W. 2006. Contrasting patterns of introgression at X-linked loci across the hybrid zone between subspecies of the European Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Genetics*, 173: 919-933.
- Gómez E.A., Baselga M., Rafel O., Ramon J. 1998. Comparison of carcass characteristics in five strains of meat rabbit lines selected on different traits. *Livestock Production Science*, 55: 53-64.
- González-Redondo P. 2006. Motivaciones de la ausencia de consumo de carne de conejo en una población de estudiantes universitarios. *Actas XXXI Symposium de Cunicultura*, Lorca (Murcia), 157-163.
- González-Redondo P., Camacho T., Alcalde, M.J. 2007a. Capacidad de retención de agua y pH de la carne de conejos de monte procedentes de la caza. *Actas II Congreso Ibérico de Cunicultura-XXXII Symposium de Cunicultura*, Vila Real (Portugal), 3-8.
- González-Redondo P., Payá-López R., Delgado-Núñez A. 2007b. Comparación de los hábitos de consumo de carne de conejo entre consumidores jóvenes y compradores tradicionales de Sevilla. *Actas IV Jornadas Ibéricas de Razas Autóctonas y sus Productos Tradicionales: Innovación, seguridad y cultura alimentaria*. Universidad Internacional de Andalucía, Universidad de Sevilla, Escuela Superior Agraria de Elvas (Portugal) y Universidad de Córdoba, Sevilla (España), 275-281.
- Lebas F., Coudert P., De Rochambeau H., Thébault R.G. 1996. El conejo. Cría y patología. *FAO*, Roma.
- Nath D.R., Rao P.L.N. 1983. Comparative on the proximate composition of domestic and wild rabbit meat. *Cheiron-Tamil Nadu Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry*, 12: 75-80.
- Nofal R.Y., Toth S., Virag, G.Y. 1995. Carcass traits of purebred and crossbred rabbits. *World Rabbit Science*, 3: 167-170.
- Ñudi J.I. 2000. El "descaste", al borde de la extinción. *Trofeo*, 361: 26-30.
- Slamecka J., Mojto J., Palanska O., Hell P. 1997. Charakteristika kvality masa kralika diveho. *Folia Venatoria*, 26-27: 73-77.
- Soriguer R.C. 1980. El conejo, *Oryctolagus cuniculus* (L) en Andalucía Occidental: Parámetros corporales y curva de crecimiento. *Doñana, Acta Vertebrata*, 7(1): 83-90.
- Soriguer R.C. 1981. Biología y dinámica de una población de conejos (*Oryctolagus cuniculus*, L.) en Andalucía Occidental. *Doñana, Acta Vertebrata*, vol. 8(3), 379 pp.
- SPSS Inc. 2006. Manual del Usuario de SPSS Base 15.0. SPSS Inc. Chicago, Estados Unidos.
- Trout R.C., Smith G.C. 1995. The reproductive productivity of the wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in southern England on sites with different soils. *Journal of Zoology*, 237(3): 411-422.
- Williams C.K., Moore R.J. 1989. Phenotypic adaptation and natural selection in the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus*, in Australia. *Journal of Animal Ecology*, 58(2): 495-507. •

GENÉTICA Y REPRODUCCIÓN

Selección divergente para la variabilidad ambiental del tamaño de camada en conejo

Resultados preliminares

Argente, M.J.¹, García, M.L.^{1*}, Muelas, R.¹, Santacreu, M.A.², Blasco, A.²

¹Departamento de Tecnología Agroalimentaria. Universidad Miguel Hernández de Elche, Ctra de Beniel Km 3.2, 03312 Orihuela, Spain.

²Institute for Animal Science and Technology. Polytechnic University of Valencia, P.O. Box 22012. 46071 Valencia, Spain.

* mariluz.garcia@umh.es

Resumen

Se ha realizado un experimento de selección divergente para la varianza fenotípica del tamaño de camada en conejo. El criterio de selección ha sido la varianza fenotípica del tamaño de camada de una hembra después de haber sido corregido por los efectos fijos del año-estación y el estado de lactación (Pvc). La presión de selección en hembras fue de un 30% aproximadamente en cada una de las líneas. La selección de los machos se ha realizado dentro de familias de machos para evitar un incremento de la consanguinidad. Se recogieron 1929 datos de tamaño de camada y 534 de Pvc. Se utilizó metodología bayesiana para analizar los datos obtenidos en la primera generación de selección. La línea Alta presentó mayor Pvc que la línea Baja en la primera generación de selección. La diferencia entre las líneas (D) fue de 0.73 ($P(D>0)=96\%$). La diferencia observada en Pvc estuvo asociada a un incremento en la varianza fenotípica del carácter ($D=1.49$, $P(D>0)=100\%$) y una disminución en el tamaño de camada en la línea Alta ($D=-0.38$ gazapos, $P(D>0)=93\%$).

Los primeros resultados de este estudio, que se pueden considerar preliminares, sugieren que la variabilidad del tamaño de camada podría presentar control genético.

Palabras Clave: Selección, varianza, tamaño de camada, metodología bayesiana

Abstract

A divergent selection experiment on phenotypic variance of litter size was carried out in rabbits. Selection was based on phenotypic variance of litter size for each doe after correcting litter size for the fixed effects of year-season and lactation status (Pvc). Selection pressure on does was approximately 30% in each line. Males were chosen within sire families in order to avoid the increase of inbreeding. The total number of records for litter size and Pvc were 1929 and

534, respectively. Results of the first generation of selection were analyzed using Bayesian methods. The High line showed a higher Pvc than the Low line in the first generation of selection. The difference between lines (D) was 0.73 ($P(D>0) = 96\%$). This difference in Pvc was associated with an increase in the phenotypic variance of litter size ($D = 1.49$, $P(D>0) = 100\%$) and a decrease in litter size in the High line ($D = -0.38$ kits, $P(D>0) = 93\%$).

The first preliminary results of this study suggest that the variance of litter size seems to be under genetic control.

Keys words: Selection, variance, litter size, Bayesian methods

Introducción

Se considera que el tamaño de camada presenta una heredabilidad baja y esta es una de las causas que se plantean para obtener respuestas a la selección genética de este carácter inferiores a las esperadas (Baselga, 2004). Una reducción de la varianza ambiental del tamaño de camada aumentaría la heredabilidad de este carácter y como consecuencia su respuesta a la selección. Además, con camadas homogéneas se reducirían las adopciones facilitando el manejo diario de granja y disminuyendo los costes de mano de obra en la explotación. San Cristóbal-Gaudy *et al.* (1998) propusieron un modelo genético cuantitativo que suponía un control genético de la varianza ambiental. Estudios recientes en diversas especies han confirmado que hay un control genético aditivo de la varianza ambiental del tamaño de camada (Sorensen y Waagepetersen, 2003, en cerdos; Gutiérrez *et al.*, 2006, en ratón) y en concreto para el conejo en los caracteres de capacidad uterina (Ibáñez-Escriche *et al.*, 2008b) y el peso de la camada al nacimiento (Garreu *et al.*, 2004).

El objetivo de este trabajo es estimar la respuesta a la selección en un experimento de selección divergente para la varianza fenotípica del tamaño de camada en conejo.

Material y Métodos

Animales

Los animales de la población base fueron elegidos aleatoriamente de una población F2 obtenida del cruce de dos líneas de conejo seleccionadas divergentemente por capacidad uterina. Los detalles sobre la fundación de la población F2 pueden encontrarse en Peiró *et al.* (2007). Los

animales fueron criados en la granja de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Las instalaciones presentan ventilación controlada y las hembras reciben un fotoperiodo de 16:8 h. Las hembras fueron montadas por primera vez a las 18 semanas de vida, para proseguir con un manejo en bandas semanales con montas 12 días post-parto, obteniendo una media de 2.5 partos/hembra.

El criterio de selección fue la varianza fenotípica del tamaño de camada de cada hembra después de haber sido corregido por los efectos fijos del año estación y el estado de lactación (PVC). El efecto del año-estación incluyó 7 niveles y el efecto de lactación tres niveles (núlparas, hembras lactantes y hembras no lactantes con más de un parto). PVC dentro de hembra fue calculado siguiendo la siguiente fórmula:

$$\frac{1}{n+1} \sum_{i=1}^n (e_i - \bar{e})^2,$$

donde e es el tamaño de camada después de corregir por el año estación y el estado de lactación y n es el número de partos de cada hembra, que varió de 2 a 6. La presión de selección en las hembras fue del 30% en cada una de las líneas y la selección de los machos se realizó dentro de familias de machos para evitar un incremento de la consanguinidad.

Los datos que se incluyeron en el análisis procedieron de la población base y de la primera generación de selección divergente. Se utilizaron 1929 datos de tamaño de camada y 534 de PVC. El número de hembras en la población base fue de 265, 141 en la línea Alta y 128 en la línea Baja.

Caracteres

Los caracteres que se analizaron fueron el tamaño de camada al nacimiento (TC) y su varianza fenotípica (σ^2_p) y PVC.

Análisis estadísticos

Diferencias entre las líneas de Alta y Baja variabilidad del tamaño de camada: Todos los análisis se realizaron utilizando metodología bayesiana. PVC y la varianza fenotípica para el tamaño de camada (σ^2_p) fueron analizados con un modelo que sólo tenía como efecto fijo la línea (con 3 niveles: generación base y líneas Alta y Baja). El modelo utilizado para analizar TC incluyó los efectos fijos de la línea, año-estación y estado de lactación) y el efecto aleatorio de hembra. Se utilizaron a priori planos para todos los parámetros desconocidos, excepto para el efecto de la hembra, que se consideró una distribución normal con media 0 y varianza $I \sigma^2_e$, donde I es la matriz identidad y σ^2_e es la varianza de la hembra. Los residuos también siguieron una distribución normal con media 0 y varianza $I \sigma^2_e$. Los a priori de la varianza también se consideraron planos.

Los parámetros de las distribuciones marginales posteriores de la diferencia entre la línea de Alta y de Baja fueron estimados usando el muestreo de Gibbs. Después de algunos análisis exploratorios, se tomó una cadena de cada 120.000, rechazando las 20.000 primeras y las muestras fueron salvadas cada 50 iteraciones. La convergencia se testó usando el criterio Z de Geweke (Sonensen y Pianola, 2002) y los errores de Monte Carlo se obtuvieron usando el procedimiento de series temporales descrito por Geyer (1992).

Resultados y Discusión

En la **Tabla 1** se describen los datos para la varianza fenotípica del tamaño de camada dentro de hembra después de corregir por el año-estación y el estado de lactación (PVC), la varianza fenotípica del tamaño de camada (σ^2_p) y el tamaño de camada al nacimiento (TC) del experimento de selección divergente. Las medias obtenidas para TC y σ^2_p son ligeramente inferiores a los obtenidos por Blasco *et al.* (1994) y Santacreu *et al.* (2005).

Tabla 1. Número de datos (N), media y desviación típica de la varianza fenotípica del tamaño de camada dentro de hembra después de corregir por el año-estación y el estado de lactación (PVC), la varianza fenotípica del tamaño de camada (σ^2_p) y el tamaño de camada al nacimiento (TC).

Carácter	N	Media	SD
PVC	534	3.36	3.32
σ^2_p	534	6.51	6.29
TC	1929	8.27	2.56

Únicamente se presenta la media posterior de la diferencia pues las distribuciones marginales posteriores fueron siempre aproximadas a una normal.

La línea Alta mostró mayor PVC que la línea Baja en la primera generación de selección ($D=0.73$, $P(D>0)=96\%$, **Tabla 2**). Esta diferencia se encuentra asociada a una mayor varianza fenotípica del tamaño de camada ($D=1.49$, $P(D>0)=100\%$) y una disminución del tamaño de camada en la línea Alta ($D=-0.38$ gazapos, $P(D>0)=93\%$). Estos resultados concuerdan con la correlación negativa entre la varianza ambiental del tamaño de camada y el tamaño de camada (-0.75) estimada por Ibáñez-Escriche *et al.* (2008a) en esta misma población.

Tabla 2. Parámetros de las distribuciones marginales posteriores de las diferencias entre la línea Alta y Baja de la varianza fenotípica del tamaño de camada dentro de hembra después de corregir por el año-estación y el estado de lactación (PVC), la varianza fenotípica del tamaño de camada (σ_p^2) y el tamaño de camada al nacimiento (TC).

Carácter	D	HPD _{95%}	P (%)	R	Pr (%)
PVC	0.73	-0.11, 1.51	96	0.5	71
σ_p^2	1.49	0.02, 2.97	100	1	74
TC	-0.38	-0.86, 0.12	93	0.4	53

D: media posterior de la diferencia entre la línea Alta y Baja. HPD_{95%}: región de alta densidad posterior al 95%. P: $P(D>0)$ cuando $D>0$ y $P(D<0)$ cuando $D<0$. R: diferencia relevante asumida. Ps: probabilidad de similitud (probabilidad de que $|D| < R$). Pr: probabilidad de relevancia ($P(D>R)$ cuando $D>0$ y $P(D<R)$ cuando $D<0$).

Conclusiones

Los resultados preliminares de este estudio sugieren que la varianza ambiental del tamaño de camada podría estar regulada por factores genéticos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por MCYT AGL2005-07624-C03-03

Bibliografía

- Baselga M. 2004. Genetic improvement of meat of rabbits. Programmes and diffusion. *In Proc. 8th World Rabbit Congress, 2004 September, Puebla, Mexico*, Vol. 1,57-62.
- Blasco A., Argente M.J., Haley C., Santacreu M.A. 1994. Relationships between components of litter size in unilaterally ovariectomized and intact rabbit does. *Journal of Animal Science*, 72: 3066–3072.
- Garreau H., SanCristobal M., Hurtaud J., Bodin L., Ros M., Robert-Granié C., Saleil G., Bolet G. 2004. Can we select on within litter homogeneity for rabbit birth weight ? A divergent selection experiment. *In Proc. 8th World Rabbit Congress, 2004 September, Puebla, Mexico*, Vol. 1,63-68.
- Geyer C.M. 1992. Practical Markov Chain Monte Carlo (with discussion). *Statistical Science*, 7: 467–511.
- Gutiérrez J.P., Nieto B., Piqueras P., Ibáñez N., Salgado C. 2006. Genetic parameters for canalisation analysis of litter size and litter weight traits at birth in mice. *Genetic Selection and Evolution*, 38: 445-462.
- Ibáñez-Escriche N., Argente M.J., García M.L., Muelas R., Santacreu M.A., Blasco, A. 2008a. Preliminary results in a divergent selection experiment on variance for litter size in rabbits. I. Genetic parameters. *In Proc. 9th World Rabbit Congress, 2008 September, Verona, Italy*.
- Ibáñez-Escriche N., Sorensen D., Waagepetersen R. Blasco A. 2008b. A study of canalization and response to selection for uterine capacity in rabbits. *Genetics (Aceptado)*.
- Peiró R., Merchán M., Santacreu M.A., Argente M.J., García M.L., Folch J.M., Blasco A. 2008. Identification of single nucleotide polymorphism in the Progesterone Receptor gene and its association with reproductive traits in rabbits. *Genetics (Acetado)*.
- SanCristobal-Gaudy M., Bodin L., Elsen J.M., Chevalet C. 1998. Genetic Components of litter size variability in Sheep. *Genetic Selection and Evolution*, 33: 249-271.

- Santacreu M.A., Mocé M.L., Climent A., Blasco A. 2005. Divergent selection for uterine capacity in rabbits. II. Correlated response in litter size and its components estimated with a cryopreserved control population. *Journal of Animal Science*, 83: 2303–2307.
- Sorensen D., Gianola D. 2002. *Likelihood, Bayesian, and MCMC Methods in Quantitative Genetics*. Springer, New York. USA.
- Sorensen D., Waagepetersen R. 2003. Normal linear model with genetically structured residual variance: a case study. *Genetical Research*, 82: 202-222. ●

Evaluación de una línea maternal seleccionada por longevidad productiva

Sánchez J.P.¹, Baselga M.²

¹ Departamento de Producción Animal, Universidad de León, Campus de Vegazana, 24071 León, Spain

² Departamento de Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 46022, Spain

^{*} jpsans@unileon.es

Resumen

El objetivo de este estudio es realizar una primera evaluación de una que ha sido fundada siguiendo criterios de hyper-longevity. Esta nueva línea ha sido creada siguiendo un esquema de retrocruzamientos mediante el que se ha acumulado los genes de hembras que en granjas comerciales ha manifestado una longevidad extraordinaria. Los resultados muestran que la nueva línea (LP) muestra una longevidad superior que las de la línea V y que su prolificidad no es menor que las de ésta. Estos resultados se deben de considerar como la primera evidencia de la caracterización de esta nueva línea, pero más pruebas sobre el comportamiento de esta nueva población deben de recogerse, en particular sobre el comportamiento de esta población en el cruzamiento con otras líneas.

Palabras Clave: Longevidad, Prolificidad, Selección, Comparación entre líneas,

Abstract

The aim of this study is to carry out a first evaluation of a new line founded following criteria of hyper-longevity. This new line has been created following a backcrossing schema in which genes from extremely long-lived females in commercial farms where accumulated. Results shown that the new line (LP) has a superior longevity than the V line, in addition line LP does not have a poorer prolificacy than V line. This results have to be considered as the first evidence of this new line evaluation a more evidences supporting this line have to be recorded, in particular those related with the performance of crossbred involving this new line.

Key words: Longevity, Prolificacy, Selection, Lines comparison

Introducción

La tasa anual de reposición en cunicultura de carne es de aproximadamente 120% (Ramón y Rafel, 2002). El establecimiento de un programa de selección genética para aumentar la vida productiva de las hembras podría considerarse como una alternativa para reducir costes asocia-

dos con la reposición. Estos programas pudieran ser factibles dado que previamente se ha estimado la heredabilidad para la longevidad funcional y los valores de este parámetro oscilan entre 0.16 y 0.18 (Piles *et al.*, 2006) y 0.1 (Sánchez *et al.*, 2006). Se trata de un carácter de heredabilidad baja aunque no menor que otros caracteres por los que actualmente se lleva a cabo selección, por ejemplo la prolificidad. La peculiaridad de caracteres como la longevidad funcional radica en que la información para llevar a cabo la evaluación genética, dentro del marco de un programa de selección tradicional, es mucho más reducida que por ejemplo para el caso de la prolificidad. Pues no se trata de un carácter del que se puedan tomar mediciones repetidas, y además cuando llegue el momento de seleccionar a los candidatos necesariamente algunos animales deben de continuar vivos para ser padres y madres de la siguiente generación, además cuanto más tiempo se demore la toma de decisiones de selección, esperando que un mayor número de animales expresen el carácter, más ineficiente, por unidad de tiempo, será el proceso de selección. Por lo tanto, ante esta problemática, se propuso realizar un proceso de selección por longevidad en el momento de fundación de una nueva línea (línea LP), aplicando grandes presiones de selección fenotípica, de una manera similar a los procedimientos exitosamente aplicado para la prolificidad (Cifre *et al.*, 1997). El objetivo de este estudio es evaluar la nueva línea fundada siguiendo criterios de hyper-longevidad.

Material y Métodos

El experimento de caracterización de la línea LP consistió en la comparación para varios caracteres maternos de los rendimientos de la nueva línea LP con otra bien conocida como es la línea V. La línea LP se constituyó seleccionando en granjas comerciales hembras que mostraron una extraordinaria longevidad (medida como el número de partos) pero que mantuvieron una prolificidad cercana o incluso superior a la media de la población (medida como el número medio de nacidos vivos por parto). La fundación tuvo lugar en tres pasos. La **tabla 1** muestra una descripción de los caracteres de interés para las hembras H_LP seleccionadas en cada etapa para constituir esta nueva línea. En el primer paso las hembras seleccionadas se aparearon con machos de la línea V; en el segundo paso la descendencia masculina del paso previo se apareó con un nuevo lote de hembras H_LP; y en un tercer paso las descendencia masculina del paso anterior se apareó con un tercer lote de hembras H_LP. Finalmente la descendencia de este tercer paso se apareó entre si aleatoriamente.

te para generar la población experimental. Considerando ambas líneas la población experimental estaba formada por unas 550 hembras que se alojaron en tres granjas, la mitad de ellas en una y la otra mitad se repartió en las otras dos. El experimento tuvo lugar desde Octubre de 2004 a Septiembre de 2006.

Tabla 1.- Estadísticos resumen para el número de partos y para el promedio de nacidos vivos de las hembras H_LP que contribuyeron a la fundación de la línea LP.

	Número hembras H_LP	Partos			Número de nacidos vivos		
		Media	Max ¹	Min ²	Media ³	Max ¹	Min ²
Fase 1	12	30.8	38	25	8.7	10.3	7.5
Fase 2	11	33.9	41	28	8.8	9.7	7.8
Fase 3	30	28.8	36	25	9.0	11.9	7.9

¹ Máximo

² Mínimo

³ Obtenido promediando el número promedio de nacidos vivos a lo largo de toda la vida para todas las hembras

Los criterios de eliminación en todas las granjas involucradas en el experimento fueron los mismos y siempre respondieron a razones evidentes de problemas patológicos, no se llevó a cabo eliminaciones por razones productivas, por lo tanto se disponía de una medida directa de lo que se conoce como longevidad funcional, longevidad libre del efecto de eliminación por producción.

Los caracteres considerados para comparación de ambas líneas fueron longevidad y prolificidad. La longevidad se definió como el tiempo en días entre la primera prueba de gestación positiva y la muerte o eliminación de la coneja. Todas las hembras vivas al final del experimento tuvieron un dato de longevidad censurado por la derecha. Este carácter se analizó usando un modelo semi-paramétrico log-normal de fragilidad, y para la estimación se empleó un método Bayesiano MCMC. Los factores considerados en el modelo fueron:

- 1.- La combinación dependiente del tiempo entre el número de gazapos nacidos vivos en cada parto y el estado fisiológico. El número de gazapos se categorizó en nueve clases (1^a: 0 nacidos vivos, 2^a: 1-2 nacidos vivos, 3^a: 3-4 nacidos vivos, ... 8^a: ≥ 13 nacidos vivos, 9^a: incluyó conejas antes del primer parto). Para el estado fisiológico se consideraron 4 clases (gestante, lactante, desconocido y vacía).
- 2.- La combinación dependiente del tiempo entre el estado fisiológico y el ordinal de ciclo, este último con 8 clases, la octava clase incluyó animales en el octavo o ciclos superiores.
- 3.- La combinación dependiente del tiempo entre el tipo genético y el ciclo.
- 4.- La combinación dependiente del tiempo entre el año estación (definida cada dos meses) y la granja (tres clases).
- 5.- La combinación independiente del tiempo entre la granja y el tipo genético.
- 6.- El efecto genético aditivo, para el que se asumió una distribución normal con media cero y matriz de (co)varianza $A\sigma_a^2$, donde A es la matriz del doble de las relaciones de parentesco entre los animales.

Para todos los efectos sistemáticos considerados en el modelo se asumieron *priors* impropios y para la varianza aditiva (σ_a^2) se asignó una masa de probabilidad en el valor 0.2, valor que se obtuvo de trabajos previamente publicados (Piles *et al.*, 2006, Sanchez *et al.*, 2006).

Los caracteres de prolificidad estudiados fueron Nacidos totales (NT), nacidos vivos (NV) y Número de destetados a los 28 días (ND). Estos tres caracteres se estudiaron empleando modelos animales de repetibilidad univariados, empleando una aproximación bayesiana MCMC para la estimación. Para estos caracteres los factores considerados fueron:

- 1.- La combinación entre granja y año-estación.
- 2.- La combinación entre tipo genético y ordinal de ciclo
- 3.- Estado fisiológico, para estos caracteres el estado fisiológico consideraba dos clases, la hembra quedó preñada a la primera o no.
- 4.- La combinación entre granja y tipo genético
- 5.- El efecto genético aditivo
- 6.- El efecto ambiental permanente de hembra

Al igual que para el caso de la longevidad para todos los efectos sistemáticos se consideraron *priors* uniformes impropios y para los efectos genético y permanente se asumieron distribuciones normales con varianzas fijadas, y para el caso del efecto aditivo se asumió estructura familiar a través de la matriz del doble de las relaciones de parentesco.

Resultados

Las estimas no paramétricas de la vida media (Klein and Moeschberger, 1997) restringida a 636 días, que fue el máximo de los registros no censurados, fue 439 (13.8) y 405 (14.1) para las líneas LP y V respectivamente.

También se computó el estadístico log-rank (Klein and Moeschberger, 1997) con los datos brutos. Su valor fue de 4.88, este estadístico bajo la hipótesis nula (la misma probabilidad de muerte entre ambas líneas) sigue una distribución chi-cuadrado con 1 grado de libertad. El p-valor que corresponde con este estadístico en dicha distribución es de 0.027, por lo tanto se puede rechazar la hipótesis nula.

La **Tabla 2** muestra los resultados para los contrastes entre las líneas para los dos grupos de caracteres estudiados.

Tabla 2.- Contrastes entre tipos genéticos (LP y V) para longevidad y prolificidad.

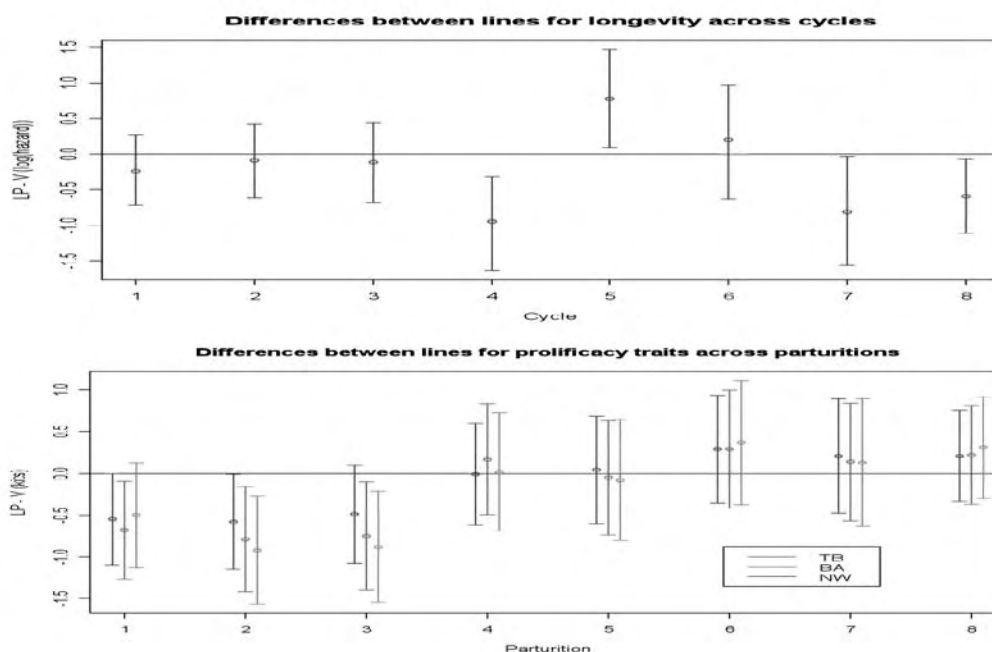
Longevidad					
⁷ Contraste (LP)-V	MP ¹	DTP ²	90HPD ³	P>0 ⁴	MP de RR ⁵
	-0.22	0.161	-0.496 ; 0.029	0.079	0.807
Prolificidad					
⁸ Contraste	MP	DTP	95HPD	P>0	
NT ⁶ (LP)-V	-0.21	0.236	-0.664 ; 0.263	0.191	
NV ⁶ (LP)-V	-0.21	0.230	-0.667 ; 0.229	0.182	
ND ⁶ (LP)-V	-0.14	0.190	-0.498 ; 0.246	0.225	

¹Media Posterior, ²Desviación típica Posterior, ³x% Región de Máxima densidad posterior, ⁴Probabilidad de un valor mayor que x, ⁵Media posterior del ratio de riesgo, ⁶NT = Nacidos Totales, NV = Nacidos Vivos, ND = Número de destetados, ⁷logaritmo de ratio de riesgo, ⁸gazapos

Los resultados del ratio de riesgo entre las líneas, mostrados en la tabla dos se pueden expresar en días, haciendo uso del concepto de vida media, de esta manera la diferencia en días entre las vidas medias de ambas líneas fue de 31.63 días.

La **figura 1** muestra la evolución de las diferencias entre las líneas con los sucesivos partos para los dos grupos de caracteres estudiados.

Figura 1.- Evolución de las diferencias entre las líneas (LP y V) a lo largo de los diferentes ciclos para longevidad (logaritmo del ratio de riesgo) (arriba) y prolificidad (abajo).



Discusión

Nuestro objetivo fundamental durante la fundación de la línea LP fue incrementar la longevidad. Todos los test realizados entre ambas líneas muestran un resultado que se podría considerar como positivo. Además la diferencia entre las vidas medias (31.63 días) supone aproximadamente un 51% del intervalo promedio entre partos de nuestro experimento y un 59% del intervalo entre partos reportado en la cunicultura española, 53.6 días (Ramón y Rafel, 2002). En el único experimento de selección por longevidad reproductiva que conocemos, llevado a cabo en mamíferos (Farid *et al.*, 2002), concretamente en ratón, las respuestas a la selección oscilan entre un 18 y un 22 % del intervalo entre partos. Nuestro experimento evidentemente no es un diseño adecuado para estimación de respuesta a la selección, pero dado la gran influencia de la línea V en los granjas españolas, esta línea se podría considerar relativamente cercana a la población de la que los animales para fundar la línea LP fueron seleccionados, y por tanto puede considerarse un buen control para tener ciertas indicaciones de la respuesta a la selección.

La línea V no ha mostrado mejores resultados de prolificidad que la línea LP, a pesar del largo proceso de selección que por este carácter a ha estado sometida la primera. Este resultado es totalmente inesperado, pero se puede explicar como consecuencia de una interacción genotipo medio en nuestra experiencia (resultados no mostrados). En dos de las granjas involucradas los resultados favorecen claramente a la línea V, mientras que en la tercera no hay diferencias entre las líneas, esto es debido a que circunstancias de manejo en esta tercera granja perjudicaron a la línea V. A pesar de la inexistencia de diferencias globales entre ambas líneas, cuando se estudia parto a parto las diferencias entre líneas se aprecia que existe un claro mejor comportamiento de la línea V en los primeros partos. Este resultado junto con el hecho de que las diferencias en capacidad de supervivencia entre las líneas se expresan tarde en la vida de los animales puede explicarse conjuntamente dentro del marco de teorías establecidas para explicar el proceso de envejecimiento de las poblaciones y su relación con la actividad reproductiva (Kirkwood y Austad, 2000).

En resumen y para concluir se puede indicar que estos resultados son los primeros obtenidos en la caracterización de la línea LP y se pueden considerar esperanzadores dado que la nueva línea muestra una mayor longevidad y no una clara peor prolificidad que la línea V. Sin embargo antes de hacer recomendaciones de uso de esta nueva línea es preciso recoger un mayor número de evidencias, por ejemplo, en cuanto al comportamiento de esta nueva línea en el cruzamiento con alguna otra de las líneas actualmente en uso.

Bibliografía

- Cifre, J., M. Baselga, F. García-Ximénez, and J. S. Vicente. 1998. Performance of a hyperprolific rabbit line. I. Litter size traits. *Journal Animal Breeding and Genetic*, 115:131–138.
- Farid, A., D. C. Crober, H. Van der Steen, D. L. Patterson, and M. P. Sabour. 2002. reproductive performance of mice selected for reproductive longevity. *Proc. 7th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.* 30:681–684.
- Kirkwood, T. B. L., and S. N. Austad. 2000. Why do we age? *Nature* 408:233–238.
- Klein, J. P., and M. L. Moeschberger. 1997. Survival analysis techniques for censored and truncated data. Springer-Verlag, New York, NY.
- Piles, M., H. Garreau, O. Rafel, C. Larzul, J. Ramon, and V. Ducrocq. 2006b. Survival analysis in two lines of rabbits selected for reproductive traits. *Journal Animal Science*. 84:1658–1665.
- Ramón, J., and O. Rafel. 2002. 1991–2000: Diez años de gestión global en España. *Proc. Expoaviga, X jornada cunicola*, Barcelona, Spain. Fira de Barcelona, Barcelona. pp113–117.
- Sánchez, J. P., I. R. Korsgaard, L. H. Damgaard, and M. Baselga. 2006b. Analysis of rabbit does longevity using a semiparametric log-normal animal frailty model with time-dependent covariates. *Genetic Selection and Evolution*, 38:281–295. •

Efecto de los parámetros ambientales y productivos sobre la calidad seminal de machos seleccionados por alta velocidad de crecimiento

Ródenas L.¹, Martínez E.¹, Savietto D.¹,
Fernández J.², Prendes R.², Domingues V.²,
Arias J.M.², Pascual J.J.^{1*}

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n. 46022. Valencia.

² El Adil Redondo S.L. C/Puente de Hierro. 24270. Carrizo. León.

*jupasclu@dca.upv.es

Resumen

El principal objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la ganancia media diaria (GMD) durante la fase de engorde sobre la producción y calidad espermática de machos seleccionados por velocidad de crecimiento. Para ello se utilizaron 21634 eyaculados de 336 machos de la línea R (seleccionados por velocidad de crecimiento entre 28 y 63 días de vida) pertenecientes a un núcleo de selección. En los eyaculados individuales se controló el volumen, concentración, motilidad, aspecto y aptitud. Tras un análisis de componentes principales, las principales características que nos permiten explicar la variabilidad de los datos fueron la calidad del semen y la GMD de los animales. De hecho, el análisis cluster muestra la existencia de 2 sub-poblaciones, que se diferencian entre ellas principalmente por las características seminales, mostrando el cluster 1 unos eyaculados con un mayor volumen (+0.63 mL), motilidad (+78%); concentración y porcentaje de espermatozoides aptos (+94%) que los incluidos en el cluster 2. La GMD durante la fase de engorde no se encontró correlacionada ni con la producción espermática (volumen y concentración), ni con la motilidad de los espermatozoides. Aunque la correlación fue muy baja (-0.05 a -0.08), se observó una correlación negativa entre la T^a diaria media en el exterior de la nave en el día de la extracción con el volumen y motilidad del semen (P<0.0001). Así, en la peculiar población que constituyen los animales de un núcleo de machos seleccionados por velocidad de crecimiento destinados a la inseminación artificial, la GMD no tiene porqué estar reñida con su futura producción y calidad espermática.

Palabras clave: ganancia media diaria, temperatura, producción seminal, motilidad.

Abstract

The aim of the present work was to evaluate the relationship between the average daily gain (ADG) during the fattening period of males selected for growth rate and the future semen production and quality. A total of 21634 ejaculates from 336 males from the R line (selected for growth rate between 28 and 63 days of live) were used. Semen volume, sperm concentration, motility, aspect and aptitude were controlled. The principal component analyse showed that the main factors explaining data variability were the semen quality and the ADG of the animals. In fact, cluster analyse showed the presence of 2 clusters differing mainly on seminal characteristics, showing the cluster 1 a greater volume (+0.63 mL), sperm motility (+78%) and concentration, as a higher percentage of suitable sperms (+94%) than those included in the cluster 2. The ADG during the fattening period was not correlated with the semen production (volume and concentration) or sperm motility. Although the correlation was very low (-0.05 to -0.08), significant negative correlations between the average daily external T^a at the extraction day with the volume and motility of semen (P<0.0001) were observed. In conclusion, for the particular population of a nucleus of males selected for ADG and allocated for artificial insemination, the ADG doesn't seem to go against their future semen production and quality.

Key words: average daily gain, temperature, semen production, motility.

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. La rápida expansión de la IA en el conejo se vio asociada a la mejora organizativa en el manejo de las explotaciones y al incremento en el tamaño de las mismas, aunque su principal ventaja residía en la difusión de material genético (Viudes de Castro y Vicente, 1997). Por ello, en los últimos años las líneas de los llamados "machos de carne" (seleccionados por velocidad de crecimiento) se destinan prácticamente en su totalidad a los núcleos de machos para IA. Estos animales presentan como principales ca-

racterísticas un crecimiento mayor al normal (60 g/día) y un mayor peso adulto, pero en algunas ocasiones se ha observado una posible reducción de algunos de sus caracteres reproductivos y de la calidad del semen como consecuencia de la selección y/o sus peculiaridades nutricionales derivadas (Pascual, 2002). Así, algunos autores (Feki *et al.*, 1996, García y Baselga, 2002) encuentran una correlación negativa y significativa entre la selección por tamaño de camada y algunos parámetros de camada (peso al destete, peso al sacrificio, ganancia diaria). Por otra parte, muchos trabajos muestran como los factores que más afectan a la producción y calidad espermática son las condiciones ambientales como la T^a ambiente (Pascual *et al.*, 2004), humedad relativa y/o estación del año (El-Mashry *et al.*, 1994). Sin embargo, la mayoría de estos trabajos se han realizado en condiciones de estrés térmico (hasta 40°C). El objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de la velocidad de crecimiento mostrada durante la fase de engorde y de la T^a ambiente sobre la futura producción y calidad espermática de machos seleccionados por velocidad de crecimiento, elegidos para formar parte de un núcleo de selección perteneciente a un área geográfica donde la T^a media diaria no supera los 25°C.

Material y métodos

Los datos analizados corresponden a 21634 eyaculados, recogidos entre abril de 2006 y abril de 2008, correspondientes a 336 machos de la línea R (seleccionados por velocidad de crecimiento entre 28 y 63 días de vida) de la UPV, alojados en el núcleo Granja Cunicola Gallega de Inseminación S.L. (Zapiños, Abegondo, A Coruña). El núcleo sigue una relación de luz/oscuridad de 16h/8h, dispone de un sistema de calefacción que se conecta cuando la T^a interior es inferior a los 16°C y de un sistema de refrigeración tipo “cooling” para cuando la T^a es superior a 23 °C. Para el presente trabajo se dispone de información sobre la media de la T^a ambiente externa diaria de la granja, que vario entre los 5 y los 23°C (Tabla 1).

Tabla 1. Caracterización de los animales, condiciones ambientales y eyaculados controlados.

	n	media	s.d. ¹	mínimo	máximo	CV ²
Animales						
Peso a 28 días (kg)	336	0.733	0.124	0.332	1.20	16.9
Peso a 63 días (kg)	336	2.85	0.20	2.17	3.46	6.8
Ganancia media diaria (g/d)	336	60.4	3.8	41.8	70.5	6.2
Temperatura exterior (°C)						
Día obtención eyaculado	188	14.7	3.5	5.6	23.1	23.8
Media 30-60 días antes	188	15.3	2.8	9.1	20.2	18.3
Eyaculados						
Volumen (mL)	20680	0.870	0.436	0.000	3.000	50.1
Motilidad (%)	20416	77.8	4.3	60.0	90.0	5.5
Concentración ³	18657	3.1	0.3	2.0	5.0	10.6

¹s.d., desviación estándar. ²CV, coeficiente de variación (%). ³Concentración determinada según una escala de 0 a 5 (ver texto).

De cada banda, los animales que mostraron una mayor ganancia media diaria (GMD) durante la fase de engorde (28-63 d) fueron seleccionados para entrar al núcleo, con una presión de selección cercana a 1 de cada 3. Así la GMD de los animales del presente trabajo fue de 60.4±0.2 g/día (Tabla 1). Los animales seleccionados para formar parte del núcleo se alojaron en jaulas individuales desde su entrada en el núcleo con 2 meses (vacunación contra mixomatosis y vírica hemorrágica) hasta su eliminación. A la 12 semana de vida se realizaba en primer salto, y dos semana después se ya evaluaba el primer eyaculado. Los machos con eyaculados aptos pasan a activos y los no aptos se siguen evaluado hasta un máximo de 4 valoraciones (si a dicha valoración el eyaculado no es apto el animal era eliminado). Los datos del presente trabajo corresponde sólo a animales que llegaron a ser activos. Los machos activos realizaron dos saltos semanales, siendo los eyaculados valorados individualmente.

Los criterios de eliminación de los machos activos fueron por edad (32% de los animales; cuando llegan a los 2.5 años de vida), por enfermedad (mal de patas, conjuntivitis, abscesos...) o muerte (46% de los animales) o por baja productividad (no eyacula, baja producción espermática o baja aptitud; 22% de los animales).

En los eyaculados individuales se controló el volumen (mL), concentración (escala de 0 a 5), motilidad (%), aspecto y aptitud. Para evaluar los eyaculados, estos fueron diluidos (1:5) con diluyente MIII (Minitüb, Alemania). La concentración de los eyaculados se determinó microscópicamente, clasificándolos en una escala de 0 a 5 en función del número de espermatozoides por campo: 0, nula [cero]; 1, muy baja [hasta 5]; 2, baja [entre 5 y 15]; 3, normal [entre 15 y 25]; 4, alta [más de 25]; 5, muy alta [campo sin visualización de espacios]. Aquellos eyaculados clasificados como 0 ó 1 fueron considerados como no aptos (20.73%), siendo sólo evaluados y utilizados los aptos. Para determinar el aspecto, se consideró normal aquellos eyaculados que no mostraron un color amarillo, o la presencia de orina, sangre, gel o pasta. Un 87% de los eyaculados analizados fueron normales.

Para determinar los principales variables relacionadas con la producción y calidad espermática, los datos fueron analizados mediante procedimientos multivariantes para la determinación de componentes principales (CP) y análisis cluster por SAS.

Para dicho análisis, las variables de aptitud y aspecto del semen fueron descompuestas en variable tipo Dummy (0, 1). Para determinar la correlación entre los distintos factores controlados se utilizó el coeficiente de correlación simple por SAS.

Resultados y Discusión

Tras el análisis de CP, las 3 primeras CP explican un 47% de la variabilidad observada en los datos (**Tabla 1**). La CP1 se encuentra correlacionada positivamente con la concentración (+0.44), aptitud (+0.57) y la motilidad (+0.57) del semen. La CP2 se encuentra correlacionada positivamente con el peso del animal a los 63 días (+0.66) y con la GMD (+0.49). Finalmente, la CP3 se correlaciona negativamente con el aspecto normal del semen. Estos resultados indican que las principales características que nos permiten explicar la variabilidad de nuestros datos serían la calidad del semen (CP1) y la velocidad de crecimiento de los animales (CP2).

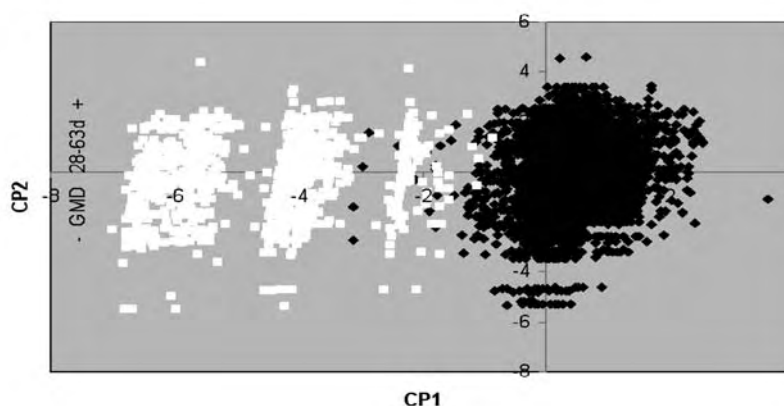
Tabla 2. Análisis de componentes principales. Variables más correlacionadas (r) con las 3 primeras componentes principales (CP1, CP2 y CP3).

	CP1	CP2	CP3
Varianza explicada (%)	17.80	33.03	46.70
Variables:			
Peso a los 63 días	0.033	0.663	-0.182
Ganancia media diaria	0.031	0.494	-0.141
Eyaculado: Volumen	0.226	0.011	0.011
Motilidad	0.572	0.021	0.184
Concentración	0.442	0.027	0.205
Aptitud ¹	0.572	0.017	0.169
Aspecto Normal ²	0.221	-0.188	-0.642

¹ Aptitud: apto (1), no apto (0). ² Aspecto normal: normal (1), no normal (0).

El análisis cluster muestra la existencia de 2 sub-poblaciones (**Figura 1**), que se diferencian entre ellas principalmente por las características seminales, mostrando el cluster 1 unos eyaculados con un mayor volumen (+0.63 mL), motilidad (+78%); concentración (+1 punto de escala) y porcentaje de espermatozoides aptos (+94%) que los incluidos en el cluster 2. Tal y como puede observarse en la **Figura 1**, los eyaculados del cluster 1 (color negro) se encontrarían a la derecha de la CP1, mientras que los eyaculados del cluster 2 (color blanco) estaría más a la izquierda. En cualquier caso, la Figura 1 muestra la inexistencia de relación entre la velocidad de crecimiento y las características cualitativas del semen controladas, al encontrarse ambas sub-poblaciones igualmente distribuidas respecto a la CP2 (correlacionada con la velocidad de crecimiento).

Figura 1. Representación de 2 sub-poblaciones de eyaculados en función de las 2 primeras componentes principales.



Estos resultados pueden ser confirmados a partir de los coeficientes de correlación simple mostrados en la **Tabla 3**. La GMD no se encontró correlacionada ni con la producción espermática (volumen y concentración), ni con la motilidad de los espermatozoides. Este resultado podría indicar que en los núcleos de machos seleccionados por velocidad de crecimiento destinados a la IA, cuyos integrantes son animales elegidos -por su elevada velocidad de crecimiento y su aptitud seminal inicial-

, la GMD que mostró el animal durante la fase de engorde no parece estar correlacionada negativamente con su futura producción y calidad seminal.

Tabla 3. Coeficientes de correlación simple entre distintas variables controladas (P-valor entre paréntesis).

	Volumen (mL)	Motilidad (%)	Concentración ¹
Edad (meses)	+0.374 (<0.0001)	+0.184 (0.0007)	+0.0678 (0.2153)
Ganancia media diaria (g/d)	+0.075 (0.1673)	+0.070 (0.1964)	+0.060 (0.2688)
T ^a exterior día extracción (°C)	-0.053 (<0.0001)	-0.072 (<0.0001)	+0.011 (0.1290)

¹Concentración determinada según una escala de 0 a 5 (ver texto).

La edad estuvo correlacionada positivamente con el volumen y la concentración del semen ($P < 0.001$). El IRRG (2005) ya indica que entre los principales factores que afectan a la producción y calidad espermática se encuentra la edad de los animales, aunque normalmente la calidad de éste suele disminuir cuando los animales superan los 2 años. Finalmente, y aunque la correlación fue muy baja (-0.05 a -0.08), se observó una correlación negativa entre la T^a diaria media en el exterior de la nave en el día de la extracción con el volumen y motilidad del semen ($P < 0.0001$), que nos podría indicar un efecto estación incluso para núcleos situados en zonas geográficas con bajo estrés térmico, aunque muy suave en comparación con el efecto observado en diferentes zonas del Mediterráneo (Pascual *et al.*, 2004) donde si existen situaciones de estrés térmico.

Podemos así concluir que en la peculiar población que constituyen los animales de un núcleo de machos seleccionados por velocidad de crecimiento destinados a la IA la velocidad de crecimiento no tiene por qué estar reñida con su futura producción y calidad espermática. Sin embargo, debemos seguir trabajando para conocer mejor cuales son los principales factores de desarrollo pre-monta que más pueden afectar a la productividad de los machos.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la colaboración y los consejos de Raquel Lavara y José Vicente (Laboratorio de Reproducción del Instituto de Ciencia y Tecnología Animal de la Universidad Politécnica de Valencia).

Referencias

- EL-Masry K.A., Nars A.S., Kamal T.H., 1994. Influences of season and dietary supplementation with selenium and vitamin E or Z on some blood constituents and semen quality of New Zealand White rabbit males. *World Rabbit Science*, 2: 79-86.
- Feki S., Baselga M., Blas E., Cervera C., Gómez E. 1996. Comparison of growth and feed efficiency among rabbit lines selected for different objectives. *Livestock Production Science*, 45: 87-92.
- García M.L., Baselga M. 2002. Estimation of correlated response on growth traits to selection in litter size of rabbits using a cryopreserved control population and genetic trends. *Livestock Production Science*, 78: 91-98.
- International Rabbit Reproduction Group. 2005. Guidelines for the handling of Rabbit bucks and semen. *World Rabbit Science*, 13: 71-90.
- Pascual JJ. 2002. Nutrición de machos destinados a inseminación artificial. *II Jornadas Internacionais de Cunicultura*, Vila Real, p 197-212.
- Pascual, J. J., García, C., Martínez, E., Mocé, E. and 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.
- Viudes de Castro MP, Vicente JS. 1997. Effect of sperm count on the fertility and prolificity rates of meat rabbits. *Animal Reproduction Science*, 46: 313-319. •

GESTIÓN TÉCNICO ECONÓMICA

Resultados productivos de sistemas extensivos y estimación de costes

Velasco B.¹, Rebollar P.G.^{1*}, Marco M.², Costa R.³, García-Rebollar P.¹

¹ Departamento de Producción Animal, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid.

² Cargill España S.A.

³ Desarrollo Agrorural S.L.

* pilar.grebollar@upm.es

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar dos ritmos de cubrición extensivos aplicados a gran escala en una granja industrial de producción de conejos. Las conejas se dividieron en dos grupos experimentales: uno con inseminaciones a 18 d postparto (EXT18) y destetes a 40 días y otro con inseminaciones a 25 d postparto (EXT25) y destetes a 47 días. Se analizaron un total de 90 bandas con un total de 33.499 inseminaciones artificiales (IA) realizadas con semen fresco. La fertilidad y la fecundidad obtenidas fueron estadísticamente similares, aunque las conejas del grupo EXT25 tendieron a ser más fértiles en todas las estaciones, excepto en los meses de verano en los que esta tendencia se invirtió. Los nacidos vivos por IA realizada fueron similares, pero la estación del año afectó a los nacidos vivos por parto del grupo EXT25 que disminuyeron en primavera. Como cabía esperar, el ritmo menos extensivo (EXT 18) tuvo una productividad mayor, con 0,5 gazapos más de media vendidos por parto, siendo además menor la diferencia entre el intervalo de partos teórico y el real obtenido. Analizando los resultados podemos afirmar que el manejo reproductivo que hemos denominado EXT25 puede ser un sistema viable desde el punto de vista del manejo de la explotación, ya que al no disminuir la fertilidad y dado que este sistema necesita únicamente una banda de cebadero, se podría contrarrestar la pérdida de productividad por hueco-nido, ampliando el número de los mismos.

Palabras clave: manejo reproductivo, sistema extensivo, destete tardío

Abstract

The aim of this work was to study two reproductive extensive managements, long term applied in an industrial rabbit farm. Rabbit does were distributed in two experimental groups: does inseminated on day 18 pp (EXT18) and weaned at 40 days of lactation and does inseminated on day 25 pp (EXT25) and weaned at 47 days. A total of 33.499 artificial inseminations (AI) were analysed using fresh semen.

Fertility and fecundity were similar, although rabbit does of EXT25 group tend to be more fertile in all seasons, except in summer. Kits born alive per AI were also similar, but in spring, a lower number of kits born alive per parturition were obtained in EXT25. Just as we expected, productivity of EXT18 group was higher, with 0.5 more kits sold per parturition, being lower too the difference between the theoretical and real parturition interval obtained. Analysing our results, from a practical point of view, we could affirm that the reproductive system EXT25 can be viable. This system is not detrimental to fertility and allows only one fattening band, so it could counteract the lower productivity, increasing the number of does.

Key words: reproductive management, extensive rhythms, delayed weaning

Introducción

En general, las conejas lactantes y sobre todo las que amamantan grandes camadas, son menos receptivas que las no lactantes (Díaz *et al.*, 1988). La inseminación artificial (IA) en día 18 y 25 post-parto (dpp) coincide con estados ya avanzados de lactación. En estos ritmos que podríamos llamar extensivos se insemina cuando los gazapos comienzan a alimentarse con pienso sólido, reduciendo paulatinamente el consumo de leche. Siempre se han considerado poco rentables, ya que se incrementa el intervalo entre partos, reduciéndose el número de los mismos al año. Sin embargo, Ubilla y Rebollar (1995), describieron un incremento de la receptividad sexual asociado a altos niveles de estrógenos en torno a los 23 y los 30 dpp, que hace pensar que la IA en ese momento mejoraría sensiblemente los resultados de fertilidad. Por otro lado, desde el punto de vista del manejo, el ritmo de cubrición a 25 dpp y destete a 47 d, permite alojar únicamente una banda de cebadero frente a las dos obligatorias que necesitan los ritmos a 18 y a 11 dpp, de modo que el nº de huecos-nido que podemos alojar en la misma granja puede alcanzar un 33% más en manejos a 25 dpp con respecto a día 11 (Marco, 2007).

Por esto, el objetivo de este trabajo fue estudiar en una granja comercial que realizaba inseminaciones a 18 dpp y destetes a 40 días, si los parámetros reproductivos se veían afectados al realizar un ritmo más extensivo con inseminaciones a 25 dpp y destetes a 47 días.

Material y métodos

Se han utilizado conejas (*Oryctolagus cuniculus*) híbridos de raza Neozelandés blanco x Californiano. Las abuelas, abuelos y madres son de la línea Hy-Cole, mientras que los ma-

chos utilizados para la IA son de la línea Hy-Cole XXL. Los animales pertenecen a la explotación “Desarrollo Agro Rural S.L.”, en la Provincia de Huesca. Se recogieron datos experimentales de las bandas de IA realizadas desde el 1 de enero de 2006 hasta el 1 de febrero de 2008.

El fotoperiodo es natural todo el año, excepto la semana antes de la IA, en la que mediante un programador, las conejas reciben 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad. La ventilación es estática en invierno y por sobrepresión en verano. La alimentación fue similar para todos los animales, mediante piensos comerciales (Cargill España S.A.), suministrados *ad libitum*, excepto las conejas de reposición a las que se les suministró 125 g de pienso al día.

Las conejas se inseminaron por primera vez a las 18 semanas de edad y a partir del primer parto se distribuyeron en dos grupos experimentales:

- EXT18: Inseminaciones realizadas a 18 dpp, y destete a 40 días de edad.
- EXT25: Inseminaciones realizadas a 25 dpp, y destete a 47 días de edad.

En todas las bandas de inseminación existían animales pertenecientes a ambos grupos experimentales. Al parto, se homogeneizaron camadas, dejando un máximo de 10 gazapos por nido, excepto en primíparas, en las que se dejó un máximo de 8. Los gazapos destetados del grupo 18, se trasladaron a una sala de cebo, distribuyéndose en jaulas con un máximo de 8 animales por jaula hasta los 63 días de edad. Los gazapos del grupo EXT25 no fueron trasladados, quedándose en jaulas agrupados de 7 en 7 y la que se desplazó fue la madre.

Se utilizaron pooles de semen fresco, recogido el mismo día de la IA, que se realizó con una pistola modelo “Serena” (MAGAPOR, S.L.), utilizándose una camisa desechable por coneja. La dosis de inseminación fue de 0,5 ml/coneja. Para inducir la ovulación se inyectó por vía intramuscular un análogo sintético de GnRH. En cada grupo se hizo una ficha individual a cada coneja desde el día del primer parto. Las conejas que presentaron tres palpaciones negativas, problemas reproductivos, sanitarios, de rendimiento o mal comportamiento en el nido fueron sacrificadas.

Se determinó la producción de leche (según la ecuación $PL = 0,75 + 1,75PC$; donde PC es el peso de la camada a los 21 días de vida; De Blas *et al.*, 1995), en tres grupos de 30 animales cada uno inseminados siguiendo el mismo protocolo de IA en días 11, 18 y 25 pp. El día 21 de lactación se pesaron las camadas de 18, 20 y 23 conejas de cada uno de los grupos experimentales que estaban gestantes y tenían camadas viables de un mínimo de 7 y un máximo de 10 gazapos cada una.

Se ha estudiado el efecto del ritmo reproductivo y de la estación del año, así como su interacción, sobre la fertilidad (número de conejas preñadas del total de conejas inseminadas), fecundidad (número de conejas paridas del total de conejas inseminadas), prolificidad (nacidos vivos por IA, nacidos vivos por parto), Vendidos por IA, Vendidos por parto y Bajas (pérdidas de gazapos muertos desde el nacimiento a la venta). Se realizó un análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM del programa estadístico SAS (Statistical Analysis System 8.2; 2001). Las medias se compararon con un test t y se muestran en las tablas como medias corregidas por mínimos cuadrados.

Resultados y discusión

Se han analizado un total de 90 bandas de IA con un total de 33.499 IA. Las bandas podían contener desde un mínimo de 228 IA hasta un máximo de 670 IA, realizadas en conejas nulíparas, primíparas y múltiparas que fueron inseminadas el mismo día.

Tal y como se muestra en la Tabla 1, tanto si se insemina a 18 dpp como a 25 dpp y en cualquier estación del año, la fertilidad y la fecundidad fueron estadísticamente similares.

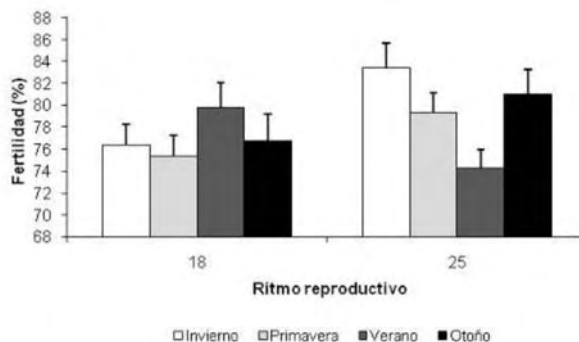
Tabla 1. Efecto del ritmo reproductivo y de la estación del año sobre los parámetros reproductivos obtenidos por banda de inseminación.

	Ritmo Reproductivo		Estación del Año			RSM	P > f			
	EXT18	EXT25	Invierno	Primavera	Verano		Otoño	P _R	P _E	P _{RAE}
Nº de bandas	42	48	22	25	26	17				
Fertilidad (%)	77,1	79,5	79,9	77,3	77,0	78,9	6,8	n.s.	n.s.	*
Fecundidad (%)	70,7	73,0	72,9	71,9	70,1	72,4	7,4	n.s.	n.s.	†
NV / IA	6,6	6,6	6,9	6,5	6,3	6,8	0,8	n.s.	n.s.	n.s.
NV / Parto	8,6	8,4	8,7a	8,4ab	8,2b	8,6a	0,6	n.s.	*	*
Vendidos / IA	5,1	4,9	5,1	5,1	4,8	5,0	0,8	n.s.	n.s.	n.s.
Vendidos/ Parto	6,7	6,2	6,4	6,6	6,3	6,4	0,8	**	n.s.	n.s.
Bajas (%)	22,5	25,6	26,5a	21,1b	22,8ab	25,9a	6,9	*	*	n.s.

NV: Nacidos Vivos. IA: Inseminación Artificial. EXT18: conejas inseminadas a 18 días post-parto. EXT25: conejas inseminadas a 25 días post-parto. RSM: Cuadrado Medio del Error. P: significación. R: Ritmo reproductivo. E: Estación del año. Medias en la misma fila con letras distintas son significativamente diferentes. n.s.: no significativo. †: p<0,1; *: p<0,05; **: p<0,01; Bajas: pérdidas de gazapos desde el nacimiento al sacrificio.

En estos dos parámetros, se observa una interacción significativa entre el ritmo reproductivo y la estación del año, sobre todo para la fertilidad (Figura 1), debida a que el grupo EXT25 tendió a ser más fértil en todas las estaciones del año excepto en verano, en el que esta tendencia se invierte y el grupo EXT18 tuvo mejores resultados.

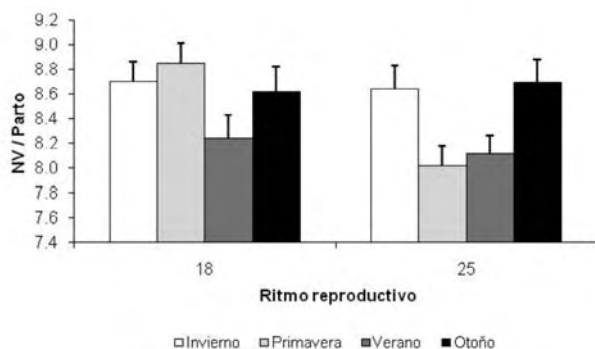
Figura 1. Fertilidad (%) obtenida con dos ritmos reproductivos (IA en 18 dpp ó 25 dpp) en las diferentes estaciones del año.



trimestre del año a todos los animales. Esto pudo afectar más a las conejas del grupo EXT25, que no llegaron al verano con una buena condición corporal, disminuyendo significativamente en esta estación el porcentaje de palpaciones positivas.

La prolificidad por IA realizada no se ve afectada al nacimiento, ni por la estación del año, ni por el ritmo de cubrición. Sin embargo, la prolificidad por parto fue mayor en los meses de invierno y otoño que en verano, mientras que en primavera se obtuvo una prolificidad por parto intermedia. Al estudiar la interacción entre los dos efectos principales (Figura 2), durante los meses de primavera se observa un descenso pronunciado de la prolificidad por parto del grupo EXT25 con respecto al grupo EXT18, difícil de explicar. En el resto de las estaciones del año no se observan diferencias entre los dos grupos.

Figura 2. Nacidos vivos por parto (NV) obtenidos con dos ritmos reproductivos (IA en 18 dpp ó 25 dpp) en las diferentes estaciones del año.



meses de primavera y verano la supervivencia de los gazapos en los dos sistemas fue mayor debido probablemente a que las camadas fueron más pequeñas en esas estaciones.

La gestación influyó negativamente en la producción de leche (Tabla 2) y las conejas del grupo EXT25 fueron significativamente más lecheras que las de los otros grupos.

Estudios previos (Fernández-Carmona *et al.*, 1995), ya han confirmado que un aumento de la temperatura ambiente causa una gran reducción en la ingesta de alimento por parte de la coneja, deteriora su condición corporal, incrementa el déficit de energía y empeora, a su vez, su rendimiento reproductivo. El déficit energético en verano para conejas del grupo EXT25 resultaría más crítico que en el EXT18, ya que en el primero la duración de la lactación es mayor (49 vs. 40 d, respectivamente). Debemos añadir, no obstante, la aparición de un brote de *Enteropatía mucocoides* en gazapos en el primer trimestre del 2007, que se extendió también a las madres, ya inseminadas, y que habían perdido su camada anterior. Intentando solventar el problema de diarreas en gazapos y ya que ambos compartían comederos con las madres, se suministró un pienso menos concentrado en proteína y energía en el segundo

No hubo diferencias entre los dos sistemas en el número de gazapos vendidos por IA. Sin embargo, dado que el intervalo entre partos obtenido fue inferior en el grupo EXT18 (51,4 d), con respecto a EXT25 (60,3 d), el número de conejos vendidos por parto lógicamente, fue de 0,5 gazapos más para las primeras y, en este caso, la estación del año no tuvo ningún efecto. Además, si se compara la diferencia entre el intervalo entre partos medio real y teórico de ambos ritmos reproductivos, las conejas del grupo EXT25 superaron en 4,3 días el intervalo teórico (60,3 vs. 56 d), mientras que las conejas inseminadas a 18 dpp alargaron este intervalo sólo en 2,4 días (51,4 vs. 49 d). Las diferencias entre ritmos reproductivos fueron debidas a que las bajas de gazapos desde el nacimiento a la venta del grupo EXT25 superaron en un 3,1% las bajas del grupo EXT18. Por otro lado, se observó que en los

Tabla 2. Producción de leche (PL) a día 21 de lactación de conejas inseminadas en día 11, 18 y 25 post-parto.

	Ritmo reproductivo			RSM	P>f
	Grupo 11	Grupo 18	Grupo 25		
PL(0-21 d)	4001,4c	4322,4b	5405,9a	464,4	***
PL (g/d)	190,5c	205,8	257,4	22,11	***
n	18	20	23		

n: nº de camadas. RSM: cuadrado medio del error. ***: p<0,001

Esto se puede traducir en mejores pesos de las camadas a la misma edad y a priori, en una mayor demanda energética de la madre para recuperar sus reservas corporales en el grupo EXT25.

Hemos considerado de particular interés, calcular el impacto antibiótico (piensos medicamentosos, antibióticos en agua de bebida, inyectables aportados por la gerencia de la empresa Cargill España SA), durante el primer trimestre de 2006 (cuando la explotación funcionaba mayoritariamente con EXT18) y durante el primer trimestre de 2008 (con EXT25), considerando para el estudio el mismo nº de jaulas (**Tabla 3**). Según los datos de la empresa Cargill España, proyectando estos resultados al año se podría conseguir un ahorro de más de 9.000 € en esta explotación.

Tabla 3. Sobrecoste antibiótico.

	EXT18, 2006	EXT25, 2008
Tm de pienso consumido	134,02	145,46
Kg carne vendidos	30967	33912
Índice de Conversión	4,33	4,29
Sobrecoste antibiótico periodo (€)	5534	3259
Sobrecoste antibiótico por Tm carne (€)	178,65	96,10

Desde el punto de vista del manejo de la explotación, con EXT18 todas las tareas de la granja se repiten 7,45 veces por año (365/IPP), mientras que con EXT25 sólo 6,52. Las tareas son más largas (se inseminan más conejas, se ponen más nidos, etc) pero más separadas en el tiempo. Esto consigue un mayor rendimiento efectivo de las mismas con menor trabajo (horas por operario). Cuando se aplica el ritmo EXT25, todos los animales del cebadero tienen la misma edad. Esto permite efectuar vacíos sanitarios estrictos con mayor facilidad que si manejamos con ritmos EXT11 ó EXT18, ritmos en los que siempre conviven dos edades en el engorde. Entre la venta a matadero con 65 días de edad y el siguiente destete hay un espacio de 11 días, tiempo suficiente para hacer una buena limpieza y desinfección del módulo de cebo completamente vacío. En mercados donde es posible la venta a matadero de conejo vivo >2 Kg, EXT25 permite también prolongar los días de cebado sin problemas (hasta 75 días de vida), de este modo conseguimos una mayor facturación de carne y una mejora del índice de conversión global. Queda por estudiar el impacto sobre la condición corporal que este sistema supone en la coneja, así como el incremento en el consumo de pienso resultante de una producción de leche mayor.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el CDTI (PIIC2007-0639).

Referencias

- De Blas C., Taboada E., Mateos G.G., Nicodemus N., Méndez J. 1995. Effect of substitution of starch for fibre and fat isoenergetic diets on nutrient digestibility and reproductive performance of rabbits. *Journal Animal Science*, 73: 1131-1137.
- Díaz P., Gosálvez L.F., Rodríguez J.M. 1988. Sexual behaviour in the postpartum period of domestic rabbit. *Animal Reproduction Science*, 17: 251-257.
- Ubilla E. y Rebollar P.G. 1995. Influence of the post-partum day on plasma estradiol-17-beta levels, sexual behaviour, and conception rate, in artificially inseminated lactating rabbits. *Animal Reproduction Science*, 38: 337-344.
- Fernández-Carmona J., Cervera C., Sabater C., Blas E. 1995. Effect of diet composition on the production of rabbit breeding does housed in a traditional building and at 30°C. *Animal Feed Science and Technology*, 52: 289-297.
- Marco, M. 2007. Sistema veinticinco (S25) una alternativa para la seguridad, rentabilidad y trazabilidad. *Cunicultura*, 32: 253-258.
- SAS Institute 2001. SAS/STAT® User's Guide (Release 8.2), SAS Inst. Inc., Cary NC, USA. •

Costes de producción en la cunicultura española en el 2008

“Al límite de la resistencia económica”

Pascual M.^{1*}, Gómez E.¹, Serrano P.¹,
INTERCUN

1Centro de Tecnología Animal. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Polígono La Esperanza 100. 12400 Segorbe. Castellón.

*pascual_mde@gva.es

Resumen

El aumento de los precios de pienso junto con la bajada del precio de la carne de conejo recibido por los cunicultores ha llevado a una pérdida de rentabilidad de las explotaciones cunícolas. En este trabajo se estiman los costes de producción en 2008 en una granja cunícola tipo de 600 jaulas nido y 112,7 kg de conejo vivo producido por jaula nido, a partir de los datos proporcionados por diferentes organizaciones integradas en la interprofesional INTERCUN. También se analiza la evolución de los precios de lonja de la carne de conejo en España durante el 2007 y 2008 y los diferentes criterios de gestión económica que puede seguir el cunicultor para conocer y mejorar la rentabilidad de la explotación. Los costes fijos considerados fueron la mano de obra (0,21 euros/kg peso vivo producido, 34,6% de los costes fijos), amortizaciones (0,15, 25,7%), gastos financieros (0,09, 14,8%), seguridad social (0,05, 7,9%), suministros (0,03, 5,4%), reparación y conservación (0,02, 3,2%), trabajos de terceros (0,02, 2,7%), primas de seguros (0,01, 1,7%), tributos (0,01, 1,8%) y otros gastos (0,02, 3,9%), siendo los costes fijos 0,60 euros/kg peso vivo producido (29,2% de los costes totales). Los costes variables considerados fueron alimentación (1,24 euros/kg peso vivo producido, 85,2% de los costes variables), medicaciones (0,08, 5,4%), inseminación (0,07, 4,5%), y reposición y varios (0,07, 4,8%), siendo los costes variables de 1,45 euros por kg de peso vivo producido (70,8% de los costes totales). Los costes totales en el 2008 se estiman en 2,05 euros /kg de peso vivo producido.

Palabras clave: costes de producción, gestión económica, conejo.

Abstract

The increase of feed prices and decrease of meat price received by the rabbit producers have led to a decrease in the profitability of the rabbit farms. The production costs in 2008 of a model rabbitry of 600 maternal cages and 112.7 kg of live-weight produced per breeding cage are reported, obtaining the data from different rabbit organizations added to the Spa-

nish interprofessional INTERCUN. Evolution of rabbit meat price received by the producers in Spain during 2007 and 2008 and possible criteria to improve the profitability by the rabbit farmer are also analyzed. Fix costs considered were labor (0.21 euros/kg liveweight produced, 34.6% of fix costs), recoveries (0.15, 24.7%), financial costs (0.09, 14.8%), social security (0.05, 7.9%), supplies (0.03, 5.4%), repairs and maintenance (0.02, 3.2%), external works (0.02, 2.7%), insurances (0.01, 1.7%), taxes (0.01, 1.0%) and other costs (0.02, 3.9%), being the fix costs 0.60 euros/kg liveweight produced (29.2% of total costs). Variable costs considered were feed (1.24 euros/ kg liveweight produced, 85.2% of variable costs), medications (0.08, 5.4%), artificial insemination (0.07, 4.5%), and rabbits replacement and others (0.07, 4.8%), being the variable costs 1.45 euros/kg liveweight produced (70.8% of total costs). The total costs in 2008 were 2.05 euros / kg liveweight produced.

Keywords: production costs, economic management, rabbit.

Introducción

El aumento de los costes de producción debido al incremento de los precios de pienso en los últimos años ha sido especialmente marcado en cunicultura, al suponer la alimentación un alto porcentaje de los costes totales (un 57% en el 2004, según INTERCUN, 2006). Como principales causas del aumento de precios de los piensos se han indicado el uso de cereales para producir biocarburantes, el crecimiento económico en la mayor parte del planeta, el incremento de la población mundial, la especulación internacional en bolsa con los cereales, las malas cosechas, el uso de maíz para producción de alcohol y la reducción de las reservas de cereales y de oleaginosas (Mozo, 2007). Además del incremento de los costes de producción (1,59 euros en 2004, según INTERCUN, 2006; 1,65 euros a finales de 2007, según la UPA) el precio pagado por el matadero al cunicultor según el MAPA (2008a) ha sido notablemente menor en el 2007 (1,46 euros/ kg peso vivo) con respecto al precio percibido en el 2006 (1,76 euros /kg peso vivo), lo que ha llevado a una pérdida de rentabilidad en las explotaciones cunícolas. Ante esta situación, la única solución en manos del cunicultor consiste en optimizar la productividad de la explotación para reducir los costes de producción.

El objetivo de este trabajo es analizar cuáles son los costes de producción estimados en 2008 y la evolución del precio del conejo en el mercado español y los criterios que debe seguir el cunicultor para conocer y mejorar la rentabilidad de su explotación.

Costes de producción e ingresos en una explotación cunícola

Los costes variables de una explotación son aquellos que están relacionados directamente con la mayor o menor producción, mientras los costes fijos no dependen de la cantidad producida (**Figuras 1 y 2**). La mayor parte de los ingresos en cunicultura proceden de la venta de animales de cebo al matadero, pero no hay que olvidar en la gestión económica añadir los ingresos por ventas de animales vivos y los posibles ingresos obtenidos por subvenciones. Conociendo los ingresos y costes totales (variables más fijos) es posible el cálculo de toda una serie de índices que nos indicarán la situación económica de la granja. El índice más utilizado en cunicultura es el margen coste alimentación o diferencia entre ingresos y coste del pienso. El índice es orientativo, ya que en cunicultura la alimentación supone un alto porcentaje de los costes totales, pero no considera otros muchos factores que pueden ser decisivos en la rentabilidad de la explotación, como la mano de obra. Por otro lado, según Rosell *et al.* (2000) los gastos de alimentación deberían incluir sólo el coste del pienso sin la parte correspondiente a la medicación (sólo coccidiostáticos), pero normalmente el cunicultor desconoce qué parte del coste corresponde al pienso y qué parte a la medicación. Otros márgenes más orientativos son el margen bruto, que se calcularía como los ingresos menos los costes variables, el margen de explotación, obtenido como los ingresos menos los costes totales a excepción de las amortizaciones, el margen neto o ingresos menos costes totales incluyendo amortizaciones, y el margen empresarial, calculado como el margen neto menos el coste de oportunidad y el coste de la mano de obra del propio cunicultor, en caso de que no se haya considerado dentro de los costes fijos.

Costes de producción de una explotación cunícola en el 2008

En las **Figuras 1, 2 y 3** se puede observar una estimación de los costes variables, fijos y totales de una granja cunícola tipo de 600 jaulas nido y 112,7 kg de conejo vivo vendido por jaula nido y año en el 2008. Los datos proceden de información proporcionada por Cogal, Cunigalicia, SAT Inco, ITG de Navarra, Cunicultura Villamalea SCL y la Federación del país Vasco a la interprofesional cunícola INTERCUN.

Figura 1: Costes variables en una explotación cunícola en el 2008 (euros/kg producido) y porcentaje que representan respecto a los costes variables.

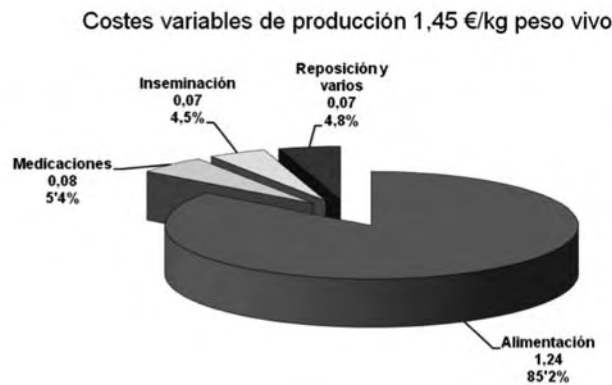


Figura 2: Costes fijos en una explotación cunícola en el 2008 (euros/kg producido) y porcentaje que representan respecto a los costes fijos.

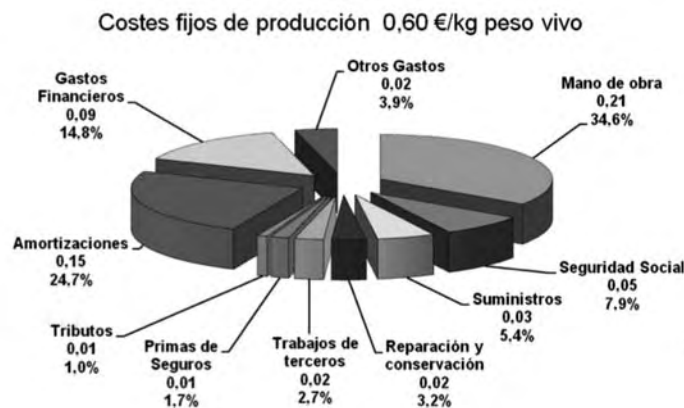
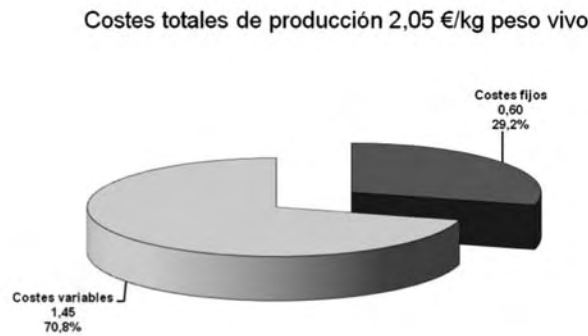


Figura 3: Costes variables y fijos en una explotación cunícola en el 2008 (euros/kg producido) y porcentaje que representan respecto a los costes totales.



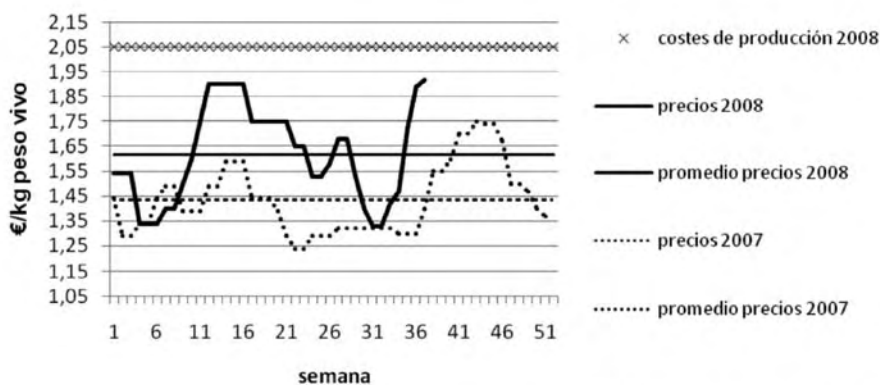
En comparación con los datos obtenidos en el 2004 (INTERCUN, 2006), el coste del pienso ha pasado de 0,91 a 1,24 euros/kg peso vivo producido. El porcentaje de coste de alimentación dentro de los costes variables se ha incrementado sólo de un 82% al 85,2%, debido a un ligero aumento del resto de los costes variables. Hay que tener en cuenta que el único coste que se ha incrementado relevantemente en cunicultura no ha sido sólo la alimentación sino también los gastos financieros, que han pasado de representar un 6% a un 14,8% de los costes fijos. El incremento de ambos costes ha llevado a que los porcentajes de costes variables y fijos respecto a los totales cambien sólo de un 69 y 31% en 2004 a un 70,8 y 29,2% en 2008. El coste total estimado ha pasado de 1,59 en 2004 a 2,05 euros /kg peso vivo producido en 2008.

Ingresos de una explotación cunícola

En la **Figura 4** podemos observar la evolución del precio acordado en Lonja durante los años 2007 y 2008. El año 2007 fue un año especialmente crítico, ya que el precio medio fue de 1,42 euros/kg peso vivo, siendo los costes de producción al final del año de 1,65 euros/kg peso vivo (según UPA). El precio medio del conejo en el 2008 (hasta la primera semana de septiembre) ha sido de 1,62 euros/kg peso vivo. Esta situación sigue siendo crítica para el sector, ya que el coste de producción medio en el 2008 se sitúa en 2,05 euros / kg peso vivo.

La situación de la rentabilidad podría mejorar en el caso de una disminución del precio de las materias primas. El precio del conejo aumentará con una reducción en la oferta de conejo en el mercado o un aumento de la demanda, como dicen los manuales de economía cuando el mercado es “transparente” (que no parece serlo en los últimos tiempos). En el aumento de la demanda podrían ser decisivas las campañas de promoción de carne de conejo promovidas por INTERCUN de acuerdo con la extensión de norma (BOE, 2008). En la campaña de promoción de 2007, el consumo de carne de conejo aumentó en un 10,3%, mientras que en ese mismo periodo del año en los 14 años anteriores el consumo había disminuido en un promedio de 19,1% (INTERCUN, 2008). La promoción del consumo de carne de conejo es necesaria, ya que el consumo estimado ha disminuido de 2,4 kg por habitante y año en 2000 a 1,6 en 2007 (MAPA, 2008b).

Figura 4. Evolución del precio medio de conejo en el mercado en 2007 y 2008 y costes de producción en 2008.



Fuente precios: www.asescu.com

Soluciones en manos del cunicultor

Hacer gestión y hacerla bien

El cunicultor debe hacer gestión técnico-económica de la explotación para saber en qué situación se encuentra. La gestión técnica en cunicultura requiere un mayor esfuerzo que en otras especies como porcino, ya que una coneja de 4-5 kg genera en 42 días la misma información que una cerda de 200 kg en 140 días. Por otro lado, la gestión técnica en cunicultura es más complicada, debido al solapamiento de lactación y gestación, la existencia en una misma explotación de reposición, maternidad y cebo con edades desde el nacimiento hasta estado adulto y la gran diversidad de tipos de manejo que se encuentran en el sector. En todo caso, es necesario realizar tanto gestión técnica como económica para tener una idea real de la situación, poder tomar decisiones y evaluar posteriormente el efecto de las mismas. El hecho de que una explotación obtenga buenos índices de gestión técnica no implica necesariamente que la explotación sea rentable.

El cálculo de los resultados de la explotación debe realizarse correctamente. En ciertas ocasiones no se tienen en cuenta los costes de amortización y de la mano de obra del propio cunicultor, lo que lleva a una estimación de los costes de producción inferior a la verdadera y a una percepción quizá errónea de que la explotación es rentable. En el caso de la amortización, algunos cunicultores consideran que su coste de amortización es nulo cuando ya no tienen ningún gasto generado por la construcción de la explotación o por la compra de animales y maquinaria. Sin embargo, es mejor considerar que los gastos de amortización nunca son nulos, ya que estos bienes se amortizan a lo largo de toda su vida útil, momento en el que son reemplazados por bienes nuevos que cumplen la misma función y que se tendrán que amortizar a partir del momento de su compra. En el caso de la mano de obra propia, algunos cunicultores consideran que su salario se obtiene de los beneficios, pero es recomendable considerarlo un coste más, siendo los beneficios ingresos adicionales a este salario.

Preguntarse si podría hacerlo mejor

Una vez realizada la gestión técnico-económica de la explotación es necesario conocer qué aspectos de la explotación se podrían mejorar para disminuir los costes de producción o aumentar los ingresos. Para ello es necesario comparar los resultados con lo obtenidos en otras explotaciones de características similares, y siempre teniendo en cuenta que los resultados se deben calcular siguiendo los mismos criterios en todas las explotaciones. Si esta comparación no se realiza o se comparan índices con el mismo nombre pero calculados de forma diferente, el cunicultor podría tener la idea falsa de que sus resultados son óptimos y no se pueden mejorar.

Bibliografía

- Boletín Oficial del Estado. 2008. ORDEN ARM/1677/2008, de 22 de mayo, por la que se extiende el acuerdo de la organización interprofesional para impulsar el sector cunícola, al conjunto del sector, y se fija la aportación económica obligatoria para la promoción del consumo de la carne de conejo y la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica, sobre el proceso de registro de medicamentos para uso específico de la especie cunícola durante el periodo 2008/2011. BOE 144: 27207.
- INTERCUN. 2006. Cuantificación de los costes de producción en la cunicultura industrial española. *Boletín de Cunicultura* 144: 6-10.
- INTERCUN. 2008. www.asescu.com/ficheros/BalancIntercun.pdf, consultado el 10/09/2008.
- MAPA, 2008a. www.mapa.es/app/Cunicultura/documentos/SITUACION%20MERCADOS%20AÑO%202007%20sector%20cunicola.pdf, consultado el 10/09/2008
- MAPA. 2008b. www.mapa.es/app/Cunicultura/documentos/INDICADORES%20ECONOMICOS%20SECTOR%20CUNICOLA%202007.pdf, 10/09/2008
- Mozo P.A. 2007. El precio de las materias primas y su incidencia en la actual crisis del sector cunícola. Perspectivas. *Boletín de Cunicultura* 152: 15-30.
- Rosell J., de la Fuente L.F., Fluvà M. 2000. Economía y sanidad. En: Enfermedades del conejo. Ed. Mundi Prensa, pp. 555-600. ●

NUTRICIÓN

Efectos de la incorporación de una mezcla de extractos vegetales en los piensos por engorde: resultados en granja experimental y en granjas comerciales

M. Colin¹, T. Atkari², A.Y. Prigent³

¹ COPRI, Coat Izella, 29830 - Ploudalmézeau (Francia)

² OLIVIA KFT, Szekesmajor I, 2634 – OCSA (Hungría)

³ EARL 3L, Coat Izella, 29830 - Ploudalmézeau (Francia)

copri@wanadoo.fr

Resumen

Los efectos de la incorporación de una mezcla de aceites esenciales y de extractos vegetales, el Digestarom®, en el pienso sobre la mortalidad y el crecimiento de los conejos se estudiaron en 19 000 conejos en 6 experimentos, cubriendo diferentes situaciones. Los 3 primeros han sido realizados en la granja EARL 3L donde el pienso está sin medicación y racionado; los otros 3 s en una granja comercial donde el pienso está medicado y distribuido ad libitum. En los 6 experimentos se compararon 2 piensos experimentales: un pienso testigo sin Digestarom® y un pienso experimental con 300 g/tonelada de Digestarom®. El resultado acumulado por las 6 experimentaciones muestra que se redujo la mortalidad significativamente con la incorporación de Digestarom®. Además, estas mejoras de mortalidad son muy comparables a pesar de las diferencias importantes que existen entre estas 2 situaciones: 1.66 % por la EARL 3L - 1.75 % por la granja comercial. Globalmente, el Digestarom® mejoró la viabilidad 4 veces sobre 6. Por otro lado, los pesos y la velocidad de crecimiento no son modificados por el Digestarom®. Los índices de conversión son estadísticamente más bajos con el pienso Digestarom® que con el pienso testigo. En resumen, el Digestarom® puede constituir una solución interesante por disminuir la mortalidad de los conejos porque concilia eficacia y apetencia y tiene una buena regularidad al nivel de sus efectos.

Palabras Clave: Conejo, mortalidad, aceites esenciales, extractos vegetales.

Summary

The effects of incorporation of an essential oils and plant extracts mix in the feed the Digestarom® on the mortality and the growth of rabbits were studied on 19 000 rabbits about

during 6 experimentation corresponding to different situations. The 3 first ones were localised at the EARL 3L using a restricted non medicated feed distributed; the 3 other ones in a commercial farm with a medicated feed distributed ad libitum. In the 3 trials, a control feed without Digestarom® were compared to a feed with 300 g/ton of Digestarom®. The cumulated mortality for 6 experimentations was lower with the Digestarom® feed. This improvement of the mortality is very close in the 2 studied situations even with the big existing differences between them: 1.66 % for the EARL 3L; 1.75 % for the commercial farm. Globally, the Digestarom® has improved the situation 4 times for the 6 carried out experimentations. Besides, no change was observed at the level weight and growth by Digestarom® incorporation. The feed conversion ratio was statistically lower with the Digestarom® feed compared to the control. In conclusion, the Digestarom® appears to be an interesting solution to decrease the rabbit mortality because conciliating efficiency and palatability and because the regularity of its effects.

Key words: Rabbits, mortality, essential oils, plant extracts.

Introducción

En un trabajo precedente (Colin y Prigent, 2006), demostramos que algunas mezclas de aceites esenciales y de extractos vegetales mostraron su eficacia en la prevención de la mortalidad. Sin embargo, algunas mezclas implican una pequeña disminución del crecimiento como consecuencia de un menor consumo de alimento (Briens y Grenet, 2001). DIGESTAROM® es una mezcla de aceites esenciales y de extractos de plantas que provienen de 9 especies botánicas diferentes: Cebolla (*Allium cepa*), ajo (*Allium sativum*), comino (*Carum carvi* L), genciana (*Gentiana lutea*), hinojo (*Foeniculum vulgare*), toronjil (*Melissa officinalis*), menta piperita (*Mentha arvensis*), anís (*Pimpinella anisum*), Roble (*Quercus cortex*), clavo de especia (*Syzygium aromaticum*). DIGESTAROM® es producido por la empresa alemana MICROPLUS en Alemania. Algunos experimentos demostraron que la incorporación de este producto mejoraba el crecimiento de pollos y del lechones (Anonymous 2008) y una publicación de Krieg *et al.* (2008) sobre un número limitado de conejos indica una reducción de mortalidad con la incorpora-

ción de DIGESTAROM® en el pienso. El objetivo del presente trabajo es verificar estos resultados sobre un gran número de conejos comparando los efectos del DIGESTAROM® incorporado en el pienso sobre la mortalidad, el crecimiento, y el índice de conversión de los conejos en engorde en una granja experimental y en una granja comercial.

Material y métodos

Presentación general: Se realizaron 6 experimentos que implicaron cerca de 19000 conejos, cubriendo diferentes situaciones productivas (Tabla 1). Las pruebas se realizaron entre el 7/3/2007 y los 14/4/2008, 3 en la granja EARL 3L en Bretaña y 3 en las naves de engorde de una granja comercial en Hungría (Capacidad: 6 000 conejos). Los piensos utilizados en las pruebas realizadas en la granja EARL 3L no tuvieron medicación añadida y se fabricaron en las instalaciones experimentales de la granja. Las experiencias llevadas a cabo en la granja comercial se realizaron con piensos suplementados con OTC y con colistine hasta 56 días (Prescripción veterinaria).

Animales: EARL 3L: En las 3 primeros experimentos, los 1 338 gazapos de genética HYPLUS procedían de la maternidad de EARL 3L. Fueron destetados a 35 días y quedaron en la nave de engorde hasta a la venta a 72 días aproximadamente. La granja EARL 3L funciona solamente con piensos no medicamentosos, incluida en maternidad.

Granja comercial: En los otros 3 experimentos los animales procedían de la maternidad de la granja comercial, con hembras sin genética determinada. Fueron destetados a 36 días y quedaron en la nave de engorde hasta a la venta a 77 o 83 días.

Tabla 1. Presentación de las 6 experimentaciones

Experimentación	Granja	Medicación en el pienso	Número de conejos	Edad a la matanza
1	EARL 3L	Sin medicación	460	73
2	EARL 3L	Sin medicación	439	72
3	EARL 3L	Sin medicación	439	72
4	Comercial (Hungría)	Con medicación	6180	83
5	Comercial (Hungría)	Con medicación	5940	83
6	Comercial (Hungría)	Con medicación	5400	77
Total			18858	80,5

Alojamiento: EARL 3L: La nave era sin calefacción y con ventilación con extracción. Las jaulas eran del tipo aire libre y los gazapos estuvieron alojados de 5 a 6 por jaula.

Granja comercial: La nave era con calefacción y con ventilación con extracción. Los conejos fueron alojados en parques de tipo "bienestar", con 9 conejos por parque.

Piensos experimentales: En los 6 experimentos se compararon 2 piensos experimentales: Un pienso testigo sin DIGESTAROM® y un pienso experimental con 300 g/tonelada de DIGESTAROM®. En la granja EARL 3L los conejos recibieron piensos de engorde sin medicación fabricados en la fábrica experimental de la granja 3 L según una formulación COPRI (Colin et Prigent 2006).

Los piensos fueron racionados (moderadamente) según el programa presentado la Tabla 2.

Tabla 2. Programa de racionamiento

Edad (días)		Pienso distribuido/conejo (g/día)
Principio	Fin	
35	42	75
42	49	90
49	56	105
56	63	120
63	70	135
70	77	150

En la granja comercial, los conejos recibieron piensos de engorde fabricados en una fábrica comercial según una formulación COPRI también. Los piensos fueron distribuidos *ad libitum*.

Análisis estadístico: Para cada experimento individualmente, se comparó la mortalidad entre tratamientos mediante el

procedimeto ji-quadrato. Para la acumulación de conjuntos de los resultados, estas tasas de mortalidad fueron comparadas estudiados por análisis de la variancia asignando el valor 1 a los conejos muertos y el valor 0 a los conejos vivos al final del experimento. Los pesos vivos y los crecimientos fueron estudiados por análisis de la variancia en interacción con el número de experimentación. Los valores para los cuales se dispone sólo de la media (Peso de las experimentaciones en del granja comercial; índices de conversión) han sido estudiados estadísticamente por los métodos descritos por Lebas (1986), Garcia *et al.* (2001), Colin *et al.* (2005).

Resultados

El resultado acumulado por las 6 pruebas (**Tabla 3**) muestra que las mortalidades disminuyó ($P=0.002$) con la incorporación de DIGESTAROM®. Este efecto se observó en 4 de las 6 pruebas, siendo la significativa la diferencia 3 de ellas. La incorporación de DIGESTAROM® disminuyó la mortalidad en 1.6 a 1.8 % de media en los dos tipos de granjas pero el número limitado de conejos en las pruebas realizadas en EARL 3L no permite conseguir diferencias estadísticamente significativas.

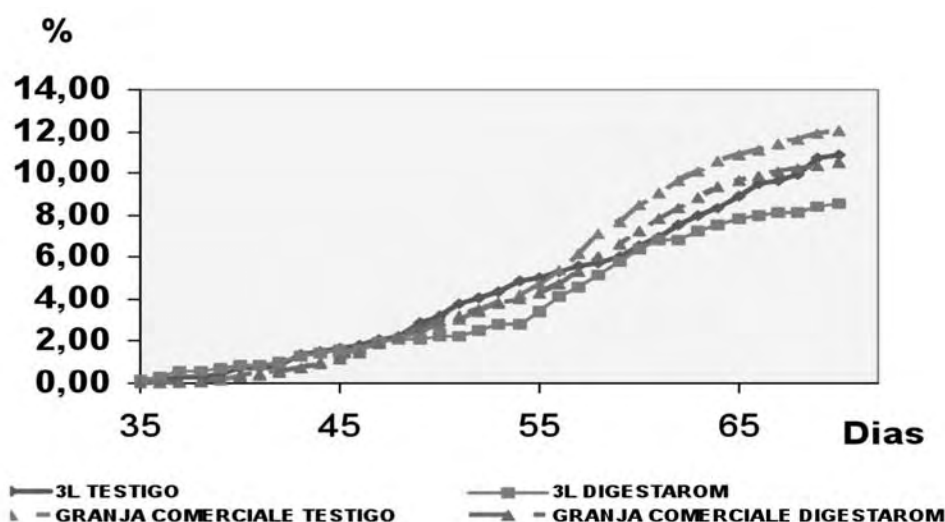
Tabla 3. Resultados acumulados de mortalidad por las 6 experimentaciones

Experimento	Testigo	Digestarom	Total	Ji-quadrato	P
Earl 3L 1	12,56	10,55	11,52	1,557	0,212
Earl 3L 2	13,64	8,22	10,93	5,573	0,018
Earl 3L 3	6,39	8,18	7,29	0,300	0,584
Total Earl 3L	10,88	9,02	9,94	1,286	0,257
Granja experimental 1	16,02	14,11	15,06	26,675	0,000
Granja experimental 2	15,25	11,08	13,06	49,954	0,000
Granja experimental 3	10,81	11,93	11,37	1,735	0,188
Total granja experimental	14,16	13,41	13,28	10,060	0,002
Total	13,92	12,17	13,04	11,178	0,001

La disminución de mortalidad debida a la incorporación de DIGESTAROM® es marcada sobre todo después de 56 días en las experimentaciones realizadas en la granja comercial (12.41 versus 14.16 - $P < 0.001$). Este fenómeno no se observó en la granja EARL 3L (**Figura 1**).

Las diferencias entre los 2 piensos son bajas para el peso final y el crecimiento (**Tabla 4**). En el caso de EARL 3L las diferencias no fueron significativas. Sin embargo, en la granja comercial, los resultados fueron significativamente peores ($P < 0.001$) en los animales alimentados con DIGESTAROM®, aunque las diferencias fueron pequeñas.

Tabla 4. Resultados de peso a la venta y de aumento de peso destete-venta por las 6 experimentaciones



Los índices de conversión fueron más bajos ($P < 0.001$) con el pienso DIGESTAROM® que con el pienso TESTIGO: - 0.11 la EARL 3L y - 0.06 a la granja comercial (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados de los índices de conversión por las 6 experimentaciones

Experimento	Testigo	Digestarom
Earl 3L 1	4,25	3,86
Earl 3L 2	3,70	3,56
Earl 3L 3	3,56	3,67
Total Earl 3L	3,81	3,69
Granja experimental 1	5,87	5,57
Granja experimental 2	4,62	4,51
Granja experimental 3	4,84	5,12
Total granja experimental	5,08	5,02
Total 6 experimentaciones	4,99	4,92
Media	4,40	4,31

Discusión

El DIGESTAROM® mostró su eficacia en la prevención de la mortalidad en las 2 condiciones de crías del EARL 3L donde el pienso está sin medicación y racionado y de la granja comercial donde el pienso esté medicado y distribuido a discreción. Confirmamos un efecto positivo de algunas mezclas de aceites esenciales o extraídas de plantas sobre la viabilidad de los conejos al engorde, como ya observado por Briens y Grenet (2001), Briens *et al.* (2005), Colin y Prigent (2006). Además, estas reducciones en mortalidad son muy comparables a pesar de las diferencias importantes que existen entre estas dos situaciones: 1.66 % para la EARL 3L y el 1.75 % para la comercial. Globalmente, El DIGESTAROM® mejoró la viabilidad 4 veces sobre 6.

Por otro lado, contrariamente a nuestras observaciones anteriores sobre otras mezclas de aceites esenciales y de extractos vegetales (Colin et Prigent 2006), no observamos ninguna disminución de los pesos y de la velocidad de crecimiento con el DIGESTAROM®. Los diferentes componentes de esta mezcla parecen conciliar eficacia y apetencia. Además, el DIGESTAROM® mejora el índice de conversión.

En resumen, el DIGESTAROM® puede constituir una solución interesante en el mejoramiento de la Salud de los conejos. En las experimentaciones presentadas aquí, tiene particularmente una buena regularidad al nivel de sus efectos, también en situaciones muy diferentes. Tiene positivos efectos simultáneamente sobre la mortalidad y sobre la eficacia alimentaria.

Bibliografía

- Anonymous., 2008. Influence of Digestarom 1317 Poultry premium on performances parameter and reduction oh NH3 – Emmission in broiler. www.micro-plus.com/447.0.html, Consulta: el 5 de septiembre 2008.
- Briens C., Grenet L., 2001. Effets d'huiles essentielles sur des épisodes spontanés d'entérocolite. *9^{ème} Journ. Rech. Cunicole Fr., Paris, 21-28 novembre 2001*, 87-96.
- Briens C., Arturo-Schaan M., Grenet L., Robert F., 2005. Effets d'extraits de plantes sur le statut antioxydant et la mortalité de lapins à l'engraissement. *11^{ème} Journ. Rech. Cunicole Fr., Paris, 29-30 novembre 2005*, 217-220.
- Colin M., Guttierrez G., Pinaut M., Prigent A.Y., Saliba C., 2005. Influence d'un stimulateur d'activation des protéines HSP, le COPRITEX sur la croissance et la mortalité du Lapereau sevré. *11^{ème} Journ. Rech. Cunicole Fr., Paris, 29-30 novembre 2005*, 213-216.
- Colin M., Prigent A.Y., 2006. Influencia de distintas mezclas de aceites esenciales y de extractos vegetales incorporados en el alimento sobre el crecimiento y la mortalidad de los conejos al engorde. *XXXI Symposium de cunicultura, Lorca (España)*, 24, 25 y 26 de Mayo de 2006, 111-116.
- García J, Nicodemus N., Carabaño R. Villamide M.J., De Blas C., 2001. Determination of the number of replicates required to detect a significant difference between two means in rabbit traits. *World Rabbit Science*, 9: 27-32.
- Krieg R., Vajhen W., Awad W., Sysel M., Kroeger S., Zoicher E., Zentek J., 2008. Phytogener Futter-zusatz gesteted. *DGS MAGAZIN*, Jult 2008, I – IV.
- Lebas F., 1986. Le testage d'un produit. Comment tester l'efficacité d'un produit devant améliorer les performances d'élevage. Exemple concret. *Cuniculture*, 13; 16-22. •

Evaluación de heno de avena y de paja de trigo como complemento de los piensos de conejos en Túnez

Haj Ayed M.¹, Nader, B.¹, Villamide M.J.^{2*}

¹ Institut Supérieur Agronomique. Chott Meriam 4042 Sousse TUNISIE

² Departamento de Producción Animal. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid

*mariajesus.villamide@upm.es

Resumen

En este trabajo se ha evaluado la digestibilidad *in vivo* del heno de avena y de la paja, como complemento de los piensos de conejos. Para ello se suministraron 3 dietas experimentales, una con pienso comercial y otras dos en las que se restringía el pienso a un 85 y 65%, respectivamente, y se complementaba con heno de avena, a 33 conejos de 33 días de edad. A los 50 días se repitió el experimento utilizando la paja como complemento. La complementación con el 8-10% de heno o paja, no tiene efecto negativo sobre la digestibilidad de la dieta (coeficiente de digestibilidad de la energía medio 55.6%) sin embargo al suplementar con el 15% disminuyó significativamente la digestibilidad de la dieta (a 48.9 y 52%, para el heno de avena y paja, respectivamente). La paja resultó un mejor complemento que el heno de avena, sin embargo el método no permitió valorar de forma precisa los alimentos al variar la digestibilidad de la dieta con el nivel de ingestión.

Palabras clave: valor nutritivo, forrajes secos.

Summary

In vivo digestibility was evaluated for oat hay and wheat straw used as dietary supplements in rabbits. Three experimental diets, a commercial feed or control and two experimental feed were used. Experimental feed were formulated to include 85% and 65% of ad libitum intake of the commercial concentrate and were complemented with 10 and 15% of oat hay, respectively. These diets were fed to 33 California x New Zealand rabbits of 33 days of age. At 50 days of age, animals were fed the same proportions of concentrate as in the first period but were complemented with wheat straw. The complementation of rations with 8-10% of oat hay or wheat straw had no negative effect on dietary digestibility (average energy digestibility was 55.6%). However, when 15% of forages were used, the dietary digestibility decreased to 48.9 and

52% for diets with oats hay and wheat straw, respectively. The use of wheat straw in the ration of rabbits resulted in a better digestibility than the use of oat hay. However, this method did not lead to an accurate feedstuff evaluation because diet digestibility varied with the intake level. Key words: nutritive value, oat hay, straw.

Introducción

La alimentación supone más del 55 % de los gastos de producción del conejo en España (Rosell, 2002). En Túnez, aunque apenas hay datos objetivos, debido al menor gasto de mano de obra e instalaciones, será del mismo orden o incluso superior. Tratar de disminuir estos costes sin perjudicar los rendimientos es uno de los objetivos que nos planteamos en la Universidad para fomentar la producción del conejo a pequeña escala, en explotaciones familiares. La disponibilidad de alimentos a lo largo de todo el año en estas explotaciones se restringe a algunos recursos alimenticios como los forrajes (Bergaoui, 1992), ya que el grano cosechado se destina a alimentación humana, avicultura o como suplemento eventual en las dietas de rumiantes.

El objetivo de este trabajo ha sido evaluar *in vivo* la digestibilidad en conejos en crecimiento de dos forrajes fácilmente disponibles en las explotaciones cunícolas: heno de avena y paja de trigo.

Material y métodos

Se recogieron muestras de 6 alimentos fibrosos disponibles en la zona para la alimentación animal de los que se seleccionaron para las pruebas *in vivo* los dos forrajes secos (heno de avena y paja de trigo), por ser los más habituales en las explotaciones y por la facilidad de su conservación. Su composición química se muestra en la **Tabla 1**. Se diseñaron tres dietas experimentales, la testigo en que los conejos solo consumen pienso concentrado comercial, la F10 o P10 en la que el concentrado representa el 90% de la ingestión y el forraje el otro 10% y la F15 o P15 donde el pienso concentrado representa el 85 % y el forraje el 15%. La evaluación de los forrajes se realiza aplicando el método de sustitución (Villamide, 1996). El pienso concentrado está constituido según la etiqueta por alfalfa, salvado de trigo, maíz, cebada, harina de soja y un complemento mineral vitamínico (CMV). Contiene también el 0.04 % de cisteína, el 0.5 % de treonina y el 0.2 % de

triptófano. Al analizar en el laboratorio su composición química resultó tener un 9.8 de cenizas, 19.7 de FB y 18.5 de PB (% MS). Debido a la imposibilidad de presentar los forrajes en forma de gránulo, se restringió el suministro del pienso para aumentar el consumo de los forrajes y conseguir el nivel de ingestión deseado. El porcentaje real de consumo de heno de avena fue menor al programado (8 y 15%).

Tabla 1. Composición química del pienso y de los forrajes evaluados (%MS)

	Pienso concentrado	Heno de avena	Paja
Cenizas	9.8	8.1	9.1
Fibra bruta	19.7	41.5	39.9
Proteína bruta	18.5	1.65	3.37
Energía bruta (Kcal/kg MS)		3991.8	4119.8

Para realizar la prueba de digestibilidad se utilizaron 33 gazapos de 34 días edad nacidos de un cruzamiento entre la raza California y la raza Neozelandesa. Los conejos se organizaron por peso y posteriormente se repartieron al azar entre los 3 grupos. Su peso medio fue de 780 g en el primer experimento y 1306 g en el segundo. Se utilizaron gazapos de ambos sexos. En la bibliografía el efecto del sexo no es significativo sobre el crecimiento ni sobre la digestibilidad porque el dimorfismo sexual es observado sólo a partir de la 15 semana de edad (Henaff y Jouve, 1988).

Los gazapos se alojaron en 28 jaulas, de las cuales 23 alojaron 1 gazapo y 5 alojaron 2. Los ensayos de digestibilidad se desarrollaron en período total de 27 días y se dividió en cuatro periodos: un período de adaptación a sus nuevos regímenes y a las jaulas de digestibilidad, durante los 14 primeros días. Durante los 4 días siguientes se recolectan diariamente para cada gazapo las heces duras y se controla el consumo diario de heno y pienso. Posteriormente se repartieron de nuevo los animales al azar y tras un periodo de adaptación de 5 días al alimento se controló el consumo y se recolectaron las heces correspondientes a los piensos experimentales de la paja. La distribución de los alimentos es controlada. Se hace cada día pesando el alimento que se distribuye, la cantidad rechazada, se recolecta y pesa durante los mismos días en que se recolectan las heces. Al final de cada periodo, también se controlan los pesos de los gazapos.

Por falta de medios, principalmente reactivos, solo se hicieron los análisis químicos de las muestras de 4 animales por pienso, que son los datos que posteriormente se analizan estadísticamente. Los análisis químicos realizados en los piensos, alimentos y excreta han sido la MS, fibra bruta (FB) y proteína bruta (PB) siguiendo las normas descritas por la AOAC (1990). La energía bruta (EB) se mide usando un calorímetro adiabático.

Para realizar el análisis estadístico de los datos se utilizó el procedimiento GLM del SAS, utilizando la dieta como efecto principal. También se realizaron análisis de correlación.

Resultados y Discusión

El pienso concentrado resultó ser muy rico en fibra bruta (19.7 %) de FB, por lo que no resulta el complemento esperado para los forrajes. La **Tabla 2** muestra los valores de digestibilidad de las dietas con heno de avena. La digestibilidad de MS de las dietas resultó muy baja, como corresponde a dietas con alto contenido en fibra. El pienso concentrado tiene una digestibilidad en la parte inferior del rango de piensos de conejos ($62.8 \pm 4.4\%$, $n=164$, Villamide *et al.* 2008). Al sustituir concentrado por heno de avena disminuyó significativamente la digestibilidad de MS, MO y energía, pero solo cuando los niveles de inclusión del heno de avena fueron elevados (15%). Sin embargo en la digestibilidad de la PB y de la FB no hubo efecto significativo. Al contrario de lo que sucedía con la digestibilidad de la MS, la de la proteína es superior a la media de la obtenida en el trabajo antes mencionado ($73.0 \pm 4.4\%$), lo que puede ser explicado por su relativamente elevado nivel de proteína y la utilización de la harina de soja como principal fuente nitrogenada.

Tabla 2. Valores de digestibilidad de las dietas con heno de avena

	Número	Pienso	F-8	F-15	SEM
CD _{MS}	4	54.45 ^a	54.10 ^a	48.92 ^b	1.07
CD _{MO}	4	54.45 ^a	54.18 ^a	49.27 ^b	1.02
CD _{PB}	4	75.92	76.93	76.22	1.00
CD _{FB}	4	15.89	19.27	12.33	1.87
CD _{EB}	4	55.34 ^a	55.77 ^a	48.84 ^b	1.62

^{a, b} Letras distintas en la misma fila son diferentes significativamente ($P < 0.05$).

Parte de las diferencias observadas en las digestibilidades pueden venir explicadas por la ingestión (**Tabla 3**) (Ramchuru y Dullull, 2001). A pesar de que el pienso tiene un valor nutritivo relativamente bajo, la calidad del heno de avena es muy baja y resulta poco apetecible para los conejos, por lo que aunque se restringieron a un 85 y 66%, para el tratamiento F8 y F15, respectivamente, solo se consiguió que consumieran una media de 6.9 y 10 g/d de heno de avena, respecti-

vamente. Esta disminución del consumo, cuando no es muy elevada (F8), puede suponer un aumento de la digestibilidad, ya que se ralentiza la velocidad de tránsito y las enzimas tienen más tiempo de actuación. Sin embargo, cuando el consumo es muy bajo, caso del F15, las pérdidas endógenas suponen un porcentaje muy elevado de la MS excretada, por lo que probablemente las digestibilidades estén infravaloradas (Llorente *et al*, 2005).

Tabla 3. Ingestión y Energía Digestible de las dietas (pienso mas forraje) con heno de avena

	Número	Pienso	F-8	F-15	SEM
Ingestión (g MS/d)	4	103.2 ^a	85.8 ^b	66.15 ^c	1.26
ED (Kcal/kgMS)	4	2324 ^a	2406 ^a	2040 ^b	77.2

^{a, b} Letras distintas en la misma fila son diferentes significativamente ($P < 0.05$).

Estimar el valor energético del heno a partir de estos datos supone resultados erráticos con una gran variabilidad, y además nos muestra la existencia de interacciones. La estimación a partir de la dieta F15 supone menos de 500 kcal ED/kg MS, lo que indicaría un valor energético inferior al de la paja, mientras que con la dieta F-8, debido al incremento de digestibilidad, el valor energético del heno de avena sería similar al del propio pienso. Desde un punto de vista metodológico no parece interesante la restricción del consumo de pienso por encima del 15%, cuando se ofrece un heno de tan mala calidad como este, ya que repercute en la digestibilidad. Es posible que con henos de pratenses estos resultados varíen. La correlación entre la digestibilidad de la MS, MO y energía fue muy elevada (0.993) e incluso con la ED 0.965 en estas dietas. Esto nos indicaría que la digestibilidad de la MS puede ser un buen estimador de la ED.

Al igual que anteriormente, las dietas con paja presentaron una digestibilidad de MS muy baja (Tabla 4). Al sustituir concentrado por paja disminuyó significativamente ($P < 0.05$) la digestibilidad de MS, MO y energía, solo cuando los niveles de inclusión de paja fueron elevados (15%), pero en este caso la disminución fue menor que en la del heno. Esto nos indicaría un valor nutritivo más elevado por parte de la paja que del heno de avena. La ingestión del alimento fue similar en este experimento al anterior, ya que el pienso que es el que define la ingestión estaba restringido en dos de los tratamientos (Tabla 5). En este caso, sin embargo la baja ingestión de la dieta P15 no dio lugar a una disminución tan severa de la digestibilidad, lo que nos indica un mayor grado de aprovechamiento de la paja respecto al heno de avena, que puede ser en parte debido a la mayor edad de los gazapos o a su mayor adaptación al consumo de estas dietas tan fibrosas. Al igual que sucedía en la prueba anterior la correlación entre las digestibilidades de la MS, MO y energía son muy elevadas (>0.8).

Tabla 4. Valores de digestibilidad de las dietas con paja

	Número	Pienso	P8	P15	SEM
CD _{MS}	4	53.26 ^a	53.08 ^a	50.38 ^b	1.23
CD _{MO}	4	54.84 ^a	53.05 ^a	50.73 ^b	1.31
CD _{PB}	4	76.18	75.97	76.09	0.97
CD _{FB}	4	15.29	18.63	14.84	1.41
CD _{EB}	4	55.68 ^a	55.56 ^a	51.96 ^b	0.68

^{a, b} Letras distintas en la misma fila son diferentes significativamente ($P < 0.05$).

Estimando la ED de la paja a partir de los datos de F15 nos da un valor de 1211 kcal/kg MS, que está en el rango superior de la valoración de este producto en la literatura. Este mayor valor nutritivo de la paja que el heno de avena puede venir explicado por su mayor nivel de PB y menor contenido en fibra.

Tabla 5. Ingestión y Energía Digestible (pienso mas forraje) de las dietas con paja

	Número	Pienso	P8	P15	SEM
Ingestión (g MS/d)	4	105.3 ^a	87.98 ^b	68.00 ^c	1.28
ED (Kcal/kgMS)	4	2338 ^a	2329 ^a	2175 ^b	57.7

^{a, b} Letras distintas en la misma fila son diferentes significativamente ($P < 0.05$).

De este trabajo se puede concluir: i) valorar los forrajes no incluidos en el pienso por el método de sustitución es complejo debido a la baja apetecibilidad y al bajo consumo que presentan, ii) el heno de avena presenta un menor valor nutritivo que la paja, iii) desde el punto de vista práctico no parece interesante la restricción del pienso por encima del 15% cuando se les suministra forrajes de baja calidad como henos de cereales y paja.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto de Cooperación Hispano-Tunecino A/5866/06

Referencias

- A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis (15th Ed.) *Association of official analytical chemists*, Arlington, V.A.
- Bergaoui R. 1992. L'élevage du lapin en Tunisie peut contribuer à résoudre le problème de déficit en viande du pays. *Options Méditerranéennes - Série Séminaires* 17, 23-32.
- Henaff R., Jouve D. 1988. Memento de l'éleveur des lapins. 7^{me} Ed. *Lavoisier*, Paris. Francia. 276.
- Llorente A., Garcia A.I., Nicodemus N, Villamide M.J., Carabaño R. 2005. Valoración nitrogenada de productos de soja y de harina de girasol en conejos. *Proc. XXX Symposium de Cunicultura*, Valladolid. 123-128
- Ramchurn R., Dullull Y. 2001. The intake and digestibility of stale bread by the domestic rabbit. *Livestock Research for Rural Development*. 13
- Rosell, J. 2002 Alimentación de conejos en explotaciones intensivas para carne. *Cunicultura*, 236-238
- Villamide M.J. 1995. Methods of energy evaluation of feed ingredients for rabbits and their accuracy. *Animal Feed Science and Technology*, 57: 211-223.
- Villamide M.J., Carabaño, R., Maertens L., Pascual J., Gidenne T., Falcao-E-Cunha L., Xiccato G. 2008. Prediction of nutritional value of European compound feeds for rabbits by chemical components and in vitro analysis. *Animal Feed Science and Technology*. (in press). •

Utilización de piensos peridestete con bajo contenido en proteína

Martínez-Vallespín B., Murillo M.,
Martínez E., Ródenas L., Blas E., Cervera C*

Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. UPV.
Camino de Vera s/n. 46022. Valencia.
ccervera@dca.upv.es

Resumen

Se utilizaron las camadas procedentes de 72 conejas multíparas entre el segundo y el cuarto parto, siendo el número total de gazapos empleados de 592, de los cuales, 144 se alojaron en jaulas individuales y los 448 restantes en jaulas colectivas con 8 gazapos cada una durante el periodo de engorde. Se utilizaron 2 piensos experimentales para peridestete (P10 y P12) con dos niveles distintos de proteína digestible (9,8% y 12,3%, respectivamente). Los piensos fueron administrados tanto a madres como a gazapos desde el día 17 de lactación hasta el destete para las madres, y hasta los 49 días de vida para los gazapos, que recibieron después un pienso comercial de retirada hasta los 60 días. El menor contenido en proteína digestible afectó a las madres en lactación de forma negativa, causando una disminución de la ingestión (332 g MS/día para P10 vs. 351 g MS/día para P12), por lo que perdieron peso (-50 g/día) y reservas corporales (-0,2 mm de grosor de los depósitos grasos peri-renales) hasta el destete. Por otro lado, el menor contenido en proteína digestible del pienso también ocasionó en los gazapos una menor ingestión diaria (44,75 g/día con P10 vs. 73,32 g/día con P12) y un menor crecimiento (17 g/gazapo y día con P10 vs. 22 g/gazapo y día con P12), que se tradujo en menor peso vivo al final del engorde (1962 g con P10 vs. 2074 g con P12).

Palabras clave: conejo, baja proteína, lactación, cebo

Abstract

A total of 72 rabbit does and their litters standardised at partum were used to study the effect of two diets (P10 and P12) with low digestible protein content (9.8 and 12.3%, respectively) during lactation and growing periods. The rabbits during fattening period were allocated individually (144 rabbits) or in groups of 8 rabbits each (592 rabbits). Does and litters (36 by group) received the experimental diet during lactation from 17 to 28 days post-partum (weaning day) and growing rabbit received the same diet from this moment to 49 days of age, then both groups was feed with a commercial fattening diet from 49 to 60 days of age. Does given P10 diet showed a lower feed intake (332 g DM/day with P10 diet vs. 351 g DM/day with P12 diet),

with a litter loss of live weight (-50 g/day) and body condition (-0,2 mm of perirenal fat thickness) from 17th lactation day to weaning. The lower dietary protein content significantly decreased the feed intake of fattening rabbits (44.75 g/day with P10 vs. 73.32 g/day with P12, from 28 to 49 days of age) and growth (17 g/rabbit and day for P10 vs. 22 g/rabbit and day for P12), consequently the live weight at the end of fattening period (60 days) was lower (1962 g for P10 vs. 2074 g for P12).

Key words: rabbit, low protein, lactation, fattening

Introducción

A partir de la aparición de la Enteropatía Epizoótica del conejo en la década de los noventa, se hizo necesaria la revisión de las necesidades nutricionales que hasta ese momento se habían utilizado en los gazapos desde el comienzo de la ingestión sólida hasta el final del cebo. Diversos estudios han demostrado la relación entre el contenido en fibra y almidón de los piensos con la incidencia de trastornos digestivos en gazapos en cebo (Gidenne, 1997). Por otro lado, se ha estudiado también el papel que desempeña el nivel de proteína de los piensos tanto en el crecimiento como en la salud intestinal de los gazapos (Carabaño *et al.*, 2008). En algunos estudios (Chamorro *et al.*, 2007) se ha observado que una reducción en el nivel de proteína bruta (PB) de 18% a 16% lleva a una disminución del flujo ileal, así como de la cantidad de bacterias patógenas y la mortalidad provocada por Enteropatía Epizoótica. Asimismo, Gidenne y García (2006) encontraron una disminución de la mortalidad provocada por diferentes patologías, entre ellas la ERE, tras la reducción del nivel de PB desde 18% a 14%.

Así pues, parece que una disminución del contenido en proteína del pienso de gazapos jóvenes podría mejorar los índices de mortalidad, pero también puede afectar al crecimiento de los animales. Trocino *et al.* (2000) llegaron a la conclusión de que una reducción proteica por debajo del 15.6% PB bruta durante el primer periodo del destete, del día 35 al 56, provocaba una acusada reducción del crecimiento de los gazapos afectando incluso al periodo de cebo posterior hasta el sacrificio. Sin embargo, García-Palomares *et al.* (2006) no observaron diferencias en el crecimiento desde los 39 días hasta el sacrificio con niveles de PB de 14%, siempre que la relación PD/ED fuese 9,5 y el aporte de aminoácidos suficiente para no presentar carencias.

A partir de estos resultados, parece interesante desarrollar piensos peridestete, que se administrarían a los gazapos desde que empiezan a ingerir alimento sólido (17 días de edad), con unos niveles nutricionales que difieren consi-

derablemente de aquellos utilizados para las madres y que constituye el primer pienso que los animales ingieren durante esta fase de lactancia, con el fin de favorecer el establecimiento de un ecosistema microbiano equilibrado en el ciego. Pero esta estrategia de alimentación también puede afectar a la madre, cuyas necesidades nutritivas son mayores, lo que podría aumentar el déficit nutricional que normalmente presentan al final de la lactación, pero este efecto no ha sido estudiado. Por todo ello, el objetivo de este trabajo es estudiar el efecto que tiene la administración conjunta a madres y camadas de dos piensos peridestete con bajos niveles de proteína sobre el crecimiento y la salud de los gazapos, así como sobre la producción y condición corporal de las madres.

Material y Métodos

Se fabricaron 2 piensos experimentales (P10 y P12) con distinto contenido en proteína y en energía digestible, según muestra la **Tabla 1**. Los piensos diferían principalmente en las fuentes de proteína (harina de pescado en P10 *vs.* torta de girasol en P12) y lignina (fundamentalmente por un alto contenido en paja en P10 *vs.* alto contenido en torta de girasol y la presencia de cascarilla de avena en P12). Los niveles de aminoácidos, vitaminas y minerales se mantuvieron dentro de las recomendaciones habituales.

Se utilizaron 72 camadas, estandarizadas en cada semana de parto, procedentes de conejas múltiparas entre segundo y cuarto parto, que fueron asignadas al azar a uno de los dos piensos. Las conejas consumieron un pienso de lactación hasta el día 17 postparto, momento en el que se administraron los piensos experimentales y fueron separadas de la camada para registrar el consumo de pienso de madre y camada por separado. Los gazapos lactaron una vez al día hasta el destete a los 28 días de vida, registrando la producción de leche por doble pesada de la madre. Tanto el pienso como el agua se suministraron *ad libitum*. El peso vivo de la madre y de la camada se registró a los 17 y a los 28 días post-parto, al igual que el grosor de los depósitos peri-renales de la madre según Pascual *et al.* (2000).

Tabla 1.- Composición química de los piensos experimentales

	P10	P12
Materia Seca (MS)	90	90
Proteína bruta (%MS)	14	15
Fibra neutra detergente (%MS)	41	44
Fibra ácido detergente (%MS)	20	24
Lignina ácido detergente (%MS)	3	5
Hemicelulosas (%MS)	20	20
Almidón (%MS)	12	11
Grasa bruta (%)	7	7
Energía digestible (MJ/kg MS) ¹	9.9	10.4
Proteína digestible (g/kg MS) ¹	98	123

¹ Valores calculados según datos FEDNA (de Blas *et al.*, 1999)

Ambos piensos incluyen coccidiostático (robenidina) y antimicrobiano (bacitracina de zinc)

A partir del destete algunas camadas (144 animales) se alojaron en jaulas de cebo individuales para medir la ingestión y el crecimiento desde los 28 a los 49 días y entre los 49 y los 60 días de vida, y las camadas restantes (448 animales) se mantuvieron en cebo colectivo de 8 animales por jaula, en los que se registró solo la mortalidad diaria. Se administraron los piensos experimentales hasta los 49 días, momento en el cual todos los animales pasaron a consumir un pienso de retirada comercial hasta los 60 días.

El peso de las madres, su ingestión de pienso, su potencial lechero y su condición corporal fueron analizados mediante el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS (SAS, 2000), considerando el contenido en proteína del pienso (2 niveles), el tiempo (3 niveles), la coincidencia o no de la lactación con la siguiente gestación (2 niveles) y sus interacciones como efectos fijos, y empleando el peso al parto como covariable. Por otro lado, el tamaño de la camada estandarizada, la ingestión de pienso, el consumo de leche y el incremento de peso de los gazapos durante la última fase de la lactación fueron analizados con el procedimiento GLM. El peso vivo de los gazapos, la ingestión de pienso, el índice de conversión y el incremento de peso en cebo individual fueron analizados con el procedimiento MIXED, con las diferentes fechas de control (3 niveles) y los niveles de proteína de los piensos experimentales (2 niveles) como efectos fijos, así como el peso a los 28 días como covariable. Los valores de mortalidad registrada en los dos grupos se compararon mediante la prueba de Chi-cuadrado.

Resultados y Discusión

Como puede verse en la **Figura 1**, el efecto más significativo registrado en las conejas afectó a la ingestión voluntaria de pienso. Hasta el día 17 de lactación la ingestión de las madres era de unos 360 g MS/día con un pienso de lactación y

cuando se empezaron a administrar los piensos experimentales se observó una caída en la ingestión, más acusada en el caso del pienso P10 ($P < 0,05$), que podría ser debida a un efecto de saturación de la capacidad de ingestión dada la alta cantidad de fibra de los piensos. Además, disminuyó el peso vivo de las conejas, con pérdidas cercanas a 50 g/día y el grosor de los depósitos grasos peri-renales se redujo en 0,2 mm entre los 17 y los 28 días de lactación, sin que se registraran diferencias significativas entre los dos piensos.

Las camadas lactantes tenían idéntico peso a los 17 días post-parto en los dos grupos, pero a partir de la utilización de los piensos experimentales se observó un incremento de peso y una ingestión en la cuarta semana de lactación mayor con el pienso P12 frente al pienso P10 ($P < 0,001$), tal como se muestra en la **Tabla 2**. La producción de leche de las conejas alimentadas con ese pienso fue también un poco mayor, aunque en el análisis estadístico las diferencias (16 g/día) no fueron significativas.

Figura 1. Evolución del consumo de las conejas (g/día) al cambiar a piensos peridestete (28D) de distinto contenido en proteína (P10 y P12) frente a pienso de madres (17D)

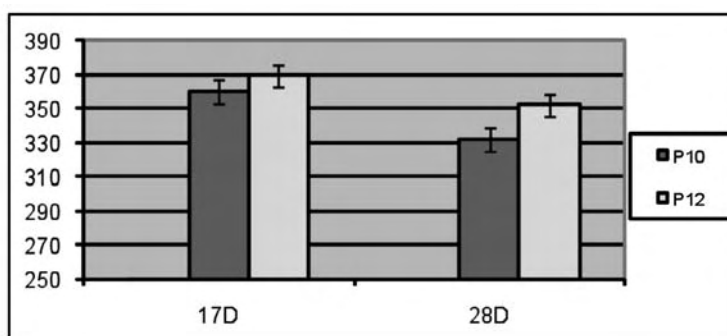


Tabla 2.- Efecto del contenido en proteína digestible del pienso (P10 y P12) sobre el crecimiento e ingestión de los conejos desde los 17 a los 28 días post-parto.

	P10	P12	P-value
Peso camada 17 días (g)	2548	2534	0.8526
Incremento de peso (g)	1660	2230	<0.0001
Ingestión pienso (g/día)	44.75	73.32	<0.0001
Ingestión leche (g/día)	220.6	236	0.1075
Peso camada 28 días (g)	4208	4764	0.0318

Igualmente, tal como puede verse en la **Tabla 3**, durante la primera fase del cebo, en la que los conejos continuaron consumiendo los piensos de peridestete, se observó un efecto altamente significativo ($P < 0,001$) del contenido en proteína digestible del pienso sobre la ingestión y sobre el crecimiento de los gazapos y, por tanto, sobre el peso vivo al final de este periodo, pero no sobre el índice de conversión.

Tabla 3.- Efecto del contenido en proteína digestible del pienso (P10 y P12) sobre la ingestión, el crecimiento y el índice de conversión de los conejos en cebo.

	P10	P12	P-value
Periodo comprendido entre el destete y los 49 días de vida			
Peso a 28 días (g)	509	490	0.5891
Peso a 49 días (g)	1359	1544	<0.0001
Aumento de peso (g/día)	40.5	50	<0.0001
Ingestión (g MS/día)	74	94	<0.0001
Índice conversión	1.82	1.88	0.3899
Periodo comprendido entre los 49 y los 60 días de vida			
Peso a 60 días (g)	1962	2074	0.0013
Aumento de peso (g/día)	54.1	48.5	0.0055
Ingestión (g MS/día)	162	166	0.4550
Índice conversión	3.03	3.52	<0.0001

A partir del día 49, en que se cambió al pienso de retirada a ambos grupos de animales, el consumo de pienso fue igual en ambos casos, pero los gazapos que habían recibido con anterioridad el pienso P10, mostraron un incremento más rápido de peso hasta el día 60, con un crecimiento compensatorio de algo más de 5 gramos diarios ($P < 0,01$), por lo que el índice de conversión del pienso en este grupo mejoró sensiblemente ($P < 0,001$). A pesar de ello, el peso vivo de los animales del grupo P10 era menor ($P < 0,01$) a la edad de sacrificio.

La mortalidad registrada durante el periodo de cebo fue muy alta (55%) debido a un brote de Enteropatía Epizoótica, aunque no se observó ninguna diferencia significativa entre los dos grupos.

Experimentos anteriores con piensos peridestete con un 17% de PB (Soler *et al.*, 2005) mostraron resultados similares en cuanto a ingestión y crecimiento, por lo que parece que la utilización de un 15% de PB también sería adecuado. Sin embargo la producción de leche de las madres fue menor en este experimento, lo que de nuevo parece indicar que estos piensos no cubren las necesidades de las hembras en un momento de alta producción de leche.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia (Proyecto AGL 2006-07596).

Bibliografía

- Carabaño R., Villamide M.J., García J., Nicodemus N., Llorente A., Chamorro S., Menoyo D., García-Rebollar P., García-Ruiz A.I., De Blas J.C. 2008. New concepts and objectives for protein-amino acid nutrition in rabbits. *Proc. 9th World Rabbit Congress*. Verona, Italy. 135-155.
- Chamorro S., Gómez Conde M.S., Pérez de Rozas A.M., Badiola I., Carabaño R., de Blas J.C. 2007. Effect on digestion and performance of dietary protein content and increased substitution of lucerne hay with soya-bean protein concentrate in starter diets for young rabbits. *Animal*, 1, 651-659.
- García-Palomares J., Carabaño R., García-Rebollar P., De Blas J.C., Corujo A., García-Ruiz A.I. 2006. Effects of a dietary protein reduction and enzyme supplementation on growth performance in fattening period. *World Rabbit Science*, 14, 23-26.
- Gidenne T. 1997. Caeco-colic digestion in the growing rabbit: impact of nutritional factors and related disturbances. *Livestock Production Science*, 51: 73-88.
- Gidenne T., García J. 2006. Nutritional strategies improving the digestive health of the weaned rabbit. In: *Maertens L., Coudert P. (Eds.) Recent advances in rabbit sciences. Ilvo, Merelbeke, Belgium, 211-227.*
- De Blas J.C., García-Rebollar P., Gonzalez-Mateos G. 1999. Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos. Ed. FEDNA. Madrid 1999.
- Pascual J.J., Castella F., Cervera C., Blas E., Fernandez-Carmona J. 2000. The use of ultrasound measurement of perirenal fat thickness to estimate changes in body condition of young female rabbits. *Animal Science*, 70 : 435-442.
- SAS. 2001. User 's guide: statistics version 9.1. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC.
- Soler M.D., Blas E., Cervera C., Biglia S., Casado C., Fernández-Carmona J. 2005. Ingestión de pienso en gazapos lactantes: efecto estacional y relación con la ingestión de leche. *Proc XXX Symposium de Cunicultura*, Valladolid. 129-134.
- Trocino A., Xiccato G., Queaque P.I., Sartori A. 2000. Feeding plans at different protein levels: effects on growth performance, meat quality and nitrogen excretion in rabbits. *Proc. 7th World Rabbit Congress*. Valencia. 467-474. •

PATOLOGÍA

Enterococcus hirae asociado a diarreas en conejos lactantes

Fernández A.^{1*}, Moreno B.¹, Chacón G.¹,
Villa A.¹, Casamayor A.², Vela A.I.²,
Fernández-Garayzábal J.F.², Comenge J.³

¹ Exopol. Autovacunas y Diagnóstico. Pol. Río Gállego, c/D, Parc. 8. 50840 San Mateo de Gállego. Zaragoza.

² Centro VISAVET. Universidad Complutense de Madrid. 28040 Madrid.

³ Nanta. SA. Ronda de Poniente 9m. 28760 Tres Cantos. Madrid.

*afernandez@exopol.com

Resumen

En este trabajo se describe por primera vez un caso de diarrea en conejos lactantes de 5-7 días de edad con desarrollo posterior de alopecia en gazapos de 10-18 días asociado a *Enterococcus hirae*. El proceso afectó principalmente a camadas de hembras primerizas con una prevalencia del 85%. Se analizaron un total de 45 muestras, 29 muestras digestivas y 16 de origen ambiental. Histológicamente se observó la presencia de numerosos cocos Gram positivos adheridos a la superficie epitelial del intestino delgado sin lesiones inflamatorias. *E. hirae* fue aislado en el 100% de gazapos diarreicos de 5-7 días de edad, en el 70% de los gazapos de 10-18 días y en varias muestras de origen ambiental. Ningún otro agente patógeno fue identificado. Mediante PFGE, los 42 aislamientos, incluyendo los aislados de diferentes muestras ambientales, mostraron idéntico patrón de restricción. No ha sido posible determinar el origen de la infección.

Palabras clave: conejo, *Enterococcus hirae*, diarrea.

Abstract

This is the first description of a disease in rabbits associated with *Enterococcus hirae* infection. *E. hirae* was isolated from 5-7 days old diarrhoeic suckling rabbits and from 10-18 days old suckling rabbits that also showed alopecia. They came from an industrial rabbit farm. The offspring of primiparous lactating does were the most affected ones with a prevalence of 85%. A total of 45 samples were analyzed, 29 from digestive origin and 16 from farm premises. The brush border of small intestine villi in affected animals was multifocally coated with numerous adherent gram-positive cocci and no significant inflammation was observed. *E. hirae* was isolated from 100% of 5-7 days old affected rabbits, from 70% of 10-18 days old animals and from several ambient samples. No other pathogens were detected. Forty-two *E. hirae* isolates were analyzed by sequencing the 16S rRNA gene revealing that all were genotypically identical. They were also genetically characterized by PFGE and dis-

played undistinguishable PFGE macrorestriction patterns indicating that all clinical isolates represent a single strain.

Key words: rabbit, *Enterococcus hirae*, diarrhoea.

Introducción

El género *Enterococcus* está formado por 40 especies de bacterias Gram positivas, de forma cocoide, catalasa negativas y anaerobias facultativas. Se trata de microorganismos considerados generalmente comensales no patógenos, presentes en el tracto gastrointestinal. Aunque su clasificación está constantemente cambiando, según el análisis de su 16S rRNA es posible distinguir dentro del género 5 grupos de especies (*E. faecium*, *E. faecalis*, *E. avium*, *E. gallinarum* y *E. cecorum*) además de otras especies que permanecen sin asociar a ninguno de estos grupos (Köhler, 2007). *E. hirae* pertenece al grupo de *E. faecium* y presenta gran similitud fenotípica con algunas especies del grupo como *E. faecium*, *E. durans* y *E. villorum* (Vancanneyt *et al.*, 2001, Devriese *et al.*, 2002), por lo que la historia bibliográfica de estas especies no puede tratarse por separado. Así, se han descrito procesos entéricos patológicos asociados a dichas especies en ratas lactantes (Etheridge *et al.*, 1988), potros (Tzipori *et al.*, 1984), gatitos lactantes (Lapointe *et al.*, 2000), perros y cachorros de perro (Collins *et al.*, 1988), terneros (Rogers *et al.*, 1992), pollos (Kondo *et al.*, 1997) y lechones antes del destete (Cheon y Chae, 1996; Vancanneyt *et al.*, 2001).

Entre las causas de problemas digestivos en conejos nunca se ha descrito a una especie de enterococo como agente etiológico. En el presente trabajo se describe un caso clínico de diarrea en conejos lactantes asociado a *Enterococcus hirae*.

Material y Métodos

Explotación. Se trata de una explotación industrial de cría de conejo compuesta por 7 naves de madres más una de reposición y otra mixta. Las primíparas entran en la sala de reposición a las 8 semanas y cuando alcanzan las 21 semanas son introducidas en las salas de partos. Los nidales son de madera y se les administra paja poco antes del parto para que hagan el nido, de modo que las hembras se comen parte de la paja. A las hembras se les permite el acceso a los nidos 3 días antes del parto y una vez se desteta la camada, a los 28 días, los nidales se limpian y desinfectan.

Historia clínica. A finales de 2006 se observa un incremento de camadas afectadas por diarrea. Esta aparecía en gazapos de entre 5 y 7 días de edad y se acompañaba de alopecia generalizada en aquellos gazapos que lograban sobrevivir cuando estos alcanzaban los 10-15 días de vida. Se constató que eran las camadas de hembras primerizas las más

afectadas por el problema alcanzando una morbilidad del 85% de las camadas afectadas y una mortalidad del 50% de los gazapos. En las hembras múltiparas la morbilidad en las camadas era de un 6-7%, mientras que la mortalidad se situaba en el 30% de los gazapos.

Análisis laboratoriales. La relación del total de muestras recibidas en Exopol fue la expuesta en la **Tabla 1**. La sospecha de un posible origen ambiental tras los primeros análisis realizados en los gazapos afectados hizo que además se tomaran otras muestras (de madres, pienso, paja y nidales).

Todas las muestras recibidas fueron sembradas en agar sangre Columbia, agar McConkey, agar XLD (Oxoid) y se incubaron a 37°C durante 24-48 horas. A partir de los animales se sembró tanto intestino delgado como ciego. Las bacterias aisladas se identificaron mediante pruebas bioquímicas convencionales y con el sistema comercial Rapid ID32 Strep (Biomerieux). La identificación bioquímica de los aislamientos fue confirmada mediante la secuenciación del 16S rRNA de cada aislamiento tal y como ha sido descrito previamente (Vela *et al.*, 2007). Las secuencias obtenidas fueron comparadas con las de otros microorganismos Gram positivos catalasa negativos en la base de datos GenBank utilizando el program BLAST (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>). Los aislamientos también fueron caracterizados genéticamente mediante electroforesis en gel de campo pulsado (PFGE) de acuerdo al protocolo de Vela *et al.* (2003), utilizando las enzimas de restricción *ApaI* y *SmaI* de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

En los órganos e hisopos digestivos se realizó además una inmunocromatografía para detección de *Cryptosporidium* mediante el sistema comercial IC Cryptosporidium (Exopol) y en 6 de los gazapos de entre 5 y 7 días se realizó la detección de rotavirus y coronavirus mediante inmunoperoxidasa indirecta tal y como ha sido descrito previamente (Villa *et al.*, 2002), utilizando como anticuerpos primarios un monoclonal anti Rotavirus (Chemicon) a dilución 1:100 y un monoclonal anti Coronavirus (Biogénesis) a dilución 1:200. Como conjugado se utilizó un anticuerpo anti IgG de ratón Fab específico marcado con peroxidasa (Sigma A-2304).

En 24 animales se realizó la necropsia completa, tomándose muestras para histopatología de intestino delgado y ciego en 12 de ellos (6 de cada grupo de edad) y de piel en 4 de los gazapos alopecicos. Las muestras se procesaron de forma rutinaria tiñéndose con Hematoxilina-Eosina y, en algunos, con tinción de Gram.

Resultados y Discusión

Las lesiones macroscópicas observadas en los gazapos necropsiados fueron muy inespecíficas y se circunscribían al aparato digestivo. Éstas se correspondían habitualmente con ligera congestión intestinal, en ocasiones moderada a intensa, y contenido cecal acuoso o semifluido de color amarillento. En la piel únicamente se observaba alopecia generalizada sin presencia de más lesiones. Histológicamente, en los gazapos de 5-7 días, se observó en intestino delgado la presencia de fenómenos vasculares sin inflamación, con ligera a moderada congestión y edema de la lámina propia y numerosas bacterias cocoides Gram positivas adheridas al epitelio y ocupando la luz intestinal. El ciego presentaba zonas con exudado neutrofílico en la luz asociado a bacterias cocoides y congestión y edema de la lámina propia. En los gazapos alopecicos, las lesiones a nivel digestivo variaron desde la ausencia total de ellas a la presencia de grupos de bacterias cocoides en la luz intestinal y focos de enteritis necrótica. En la piel se observó hiperqueratosis ortoqueratótica, atrofia de la dermis, menor densidad de folículos y ausencia de inflamación.

Los resultados microbiológicos quedan reflejados en la **Tabla 1**. En el 100% de los gazapos de 5-7 días analizados (todos ellos con diarrea) y en el 70% de los de 10-18 días que presentaban alopecia, algunos de ellos ya sin diarrea, se aisló únicamente una especie bacteriana en cultivo puro y masivo, tanto a partir de intestino delgado como de ciego, que se identificó bioquímicamente y genéticamente como *E. hirae*. A partir de ese momento se realizó la búsqueda de la misma especie en el resto de muestras. En ninguna de las muestras se detectaron virus ni parásitos.

Tabla 1. Muestras y agentes etiológicos encontrados (muestras positivas/total muestras analizadas)

Tipo de muestra	nº muestra	<i>E. hirae</i>	Rotav.	Coron.	Crypt.
Gazapos de 5-7 días diarreicos	11	11/11 (100%)	0/6 (0%)	0/6 (0%)	0/11 (0%)
Gazapos de 10-18 días alopecicos	13	9/13 (69,2%)	N.R*	N.R	0/13 (0%)
Digestivo hembra múltipara sin problemas en camada	1	0/1 (0%)	N.R	N.R	0/1 (0%)
Digestivo hembra primípara asintomática con camada afectada	1	1/1 (100%)	N.R	N.R	0/1 (0%)
Hisopo cecal camada no afectada	2	0/2 (0%)	N.R	N.R	0/2 (0%)
Hisopo cecal camada afectada	1	1/1 (100%)	N.R	N.R	0/1 (0%)
Paja (antes de contacto con animales)	1	0/1 (0%)	N.R	N.R	N.R
Heces de pájaros en comederos de madres	6	6/6 (100%)	N.R	N.R	N.R
Hisopo pared nidal con diarrea	3	3/3 (100%)	N.R	N.R	N.R
Hisopo pared nidal no afectado	1	1/1 (100%)	N.R	N.R	N.R
Hisopo nidales limpios y desinfectados	4	0/4 (0%)	N.R	N.R	N.R
Pienso (antes de contacto con animales)	1	0/1	N.R	N.R	N.R
TOTAL	45	32/45 (71,1%)	0/6 (0%)	0/6 (0%)	0/29 (0%)

*N.R. No realizado; *E. hirae*: Enterococcus hirae; Rotav.: Rotavirus; Coron.: Coronavirus; Crypt.: *Cryptosporidium*

De las 32 muestras positivas a *E. hirae* se obtuvieron un total de 42 aislamientos, todos ellos fenotípicamente idénticos (código numérico 3213551111 Rapid ID 32 Strep). El análisis del 16S rRNA (casi la secuencia completa, con más de 1400 nucleótidos) reveló que los todos los aislamientos eran genotípicamente idénticos, mostrando una similaridad del 100% con la cepa tipo de *E. hirae* (número de acceso AJ301834). El análisis mediante PFGE mostró un único patrón de restricción para todos ellos, lo que indica que todos los aislamientos pertenecen a una única cepa de *E. hirae*, presente en los gazapos afectados, la hembra primeriza asintomática, los nidales que contenían camadas de gazapos afectados y no afectados y las heces de pájaro recogidas en los comederos de las hembras, puesto que la explotación no estaba bien cerrada.

Los enterococos son considerados parte de la flora intestinal de los animales y el hombre y generalmente no se les atribuye un papel patógeno en muestras de origen digestivo (Hardie y Whiley, 1997). Sin embargo, los resultados obtenidos en este caso, en el que se observan lesiones a nivel histológico claramente asociadas al único agente aislado, *E. hirae*, hacen pensar que éste pueda tener un poder patógeno hasta ahora desconocido para la especie cunícula, aunque algunos casos similares han sido descritos en otras especies animales (Jubb *et al.*, 1993). Etheridge *et al.* (1988) describen un caso de diarrea en ratas lactantes y Lapointe *et al.* (2000) de enteropatía con colangitis y pancreatitis en un gato lactante. Otras especies de enterococo estrechamente emparentadas con *E. hirae* como *E. durans* o *E. villorum* también han sido descritas como causantes de procesos entéricos en potros (Tzipori *et al.*, 1984), perros (Collins *et al.*, 1988), terneros (Rogers *et al.*, 1992), pollos (Kondo *et al.*, 1997) y lechones antes del destete (Cheon y Chae, 1996; Vancanneyt *et al.*, 2001). Todos ellos tienen en común que afectan a animales neonatos, al igual que ocurre con los gazapos de este estudio, afectando más severamente a los animales más jóvenes y en ellos se han descrito lesiones similares a las observadas en este caso, con presencia de numerosos cocos Gram positivos adheridos a la superficie del epitelio del intestino delgado con escasa o nula inflamación y predominio de fenómenos vasculares (Jubb *et al.*, 1993). El mecanismo por el cual se produce la diarrea no está claro del todo. Tzipori *et al.* (1984) afirman que la bacteria se une al epitelio mediante estructuras similares a fimbrias, pero en ninguno de los trabajos publicados ha podido demostrarse daño estructural del borde de las vellosidades ni la presencia de toxinas. No obstante, se ha sugerido que la infección puede afectar a la actividad enzimática del epitelio (Cheon y Chae, 1996) sugiriendo así un síndrome de mala absorción, lo que provocaría a su vez la alopecia en los animales afectados durante más tiempo. En casos de colibacilosis en gazapos lactantes se ha descrito alopecia secundaria a mala absorción (Rosell, 2000). La ausencia de *E. hirae* y de lesiones intestinales en algunos gazapos alopecicos indica una posible recuperación de la infección inicial quedando sin embargo las secuelas del proceso. Aunque se ha demostrado que es una única cepa la implicada en este proceso, para poder demostrar su poder patógeno serían necesarios otros estudios que permitiesen reproducir la enfermedad y determinar sus factores de patogenicidad.

El hecho de que sean las camadas de hembras primerizas las más afectadas sugiere que la infección está presente en la explotación y que las primíparas se infectan al entrar en la nave con hembras de varios partos por lo que no tienen tiempo de que su sistema inmune sea capaz de transmitir inmunidad a sus primeros gazapos. Con los resultados obtenidos no ha sido posible demostrar el origen ambiental de la infección puesto que en el pienso y la paja no se aisló *E. hirae* y la desinfección de nidales parece ser efectiva frente a esta bacteria. No obstante, el análisis de única muestra de paja con resultado negativo no excluye necesariamente la posibilidad de que *E. hirae* estuviese presente en ella. La presencia de la misma cepa en las heces de pájaros y en los conejos hace pensar en una posible relación pero serían necesarios análisis más exhaustivos y un análisis epidemiológico más completo para poder afirmarlo.

Referencias Bibliográficas

- Collins J.E., Bergeland M.E., Lindeman C.J., Duimstra J.R. 1988. *Enterococcus (Streptococcus) durans* adherence in the small intestine of a diarrheic pup. *Veterinary Pathology*, 25: 396-398.
- Cheon D.S, Chae C. 1996. Outbreak of diarrhea associated with *Enterococcus durans* in piglets. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 8: 123-124.
- Devriese L.A, Vancanneyt M., Descheemaeker P., Baele M., Van Launduyt H.W., Gordts B., Butaye P., Swings J., Haesebrouck F. 2002. Differentiation and identification of *Enterococcus durans*, *E. hirae* and *E. villorum*. *Journal of Applied Microbiology*, 92: 821-827.
- Etheridge M.E., Yolken, R.H., Vonderfecht, S.L. 1988. *Enterococcus hirae* implicated as a cause of diarrhea in suckling rats. *Journal of Clinical Microbiology*, 26: 1741-1744.
- Fernández E., Blume V., Garrido P., Collins M.D., Mateos A., Domínguez L., Fernández-Garayzábal J.F. 2004. *Streptococcus equi* subsp. *ruminatorum* subsp. nov., isolated from mastitis in small ruminants. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 2004: 2291-6.
- Hardie J.M., Whiley R.A. 1997. Classification and overview of the genera *Streptococcus* and *Enterococcus*. *Journal of Applied Microbiology*. Symp. Suppl., 83: 1S-11S.
- Köhler W. 2007. The present state of species within the genera *Streptococcus* and *Enterococcus*. *International Journal of Medical Microbiology*, 297:133-50.
- Kondo H., Abe N., Tsukuda K., Wada, Y. 1997. Adherence of *Enterococcus hirae* to the duodenal epithelium of chicks with diarrhoea. *Avian Pathology*, 26: 189-194

- Jubb K.V.F, Kennedy P.C., Palmer N. 2007. Pathology of Domestic Animals. 5ª edición. Ed. Elsevier.
- Lapointe J.M., Higgins R., Barrette N., Milette S. 2000. *Enterococcus hirae* enteropathy with ascending cholangitis and pancreatitis in a kitten. *Veterinary Pathology*, 37: 282-284.
- Rogers D.G., Zeman D.H., Erickson E.D. 1992. Diarrhea associated with *Enterococcus durans* in calves. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 4: 471-472.
- Rosell J.M. 2000. Enfermedades del conejo. Tomo II. Ed. Mundi Prensa.
- Tzipori S., Hayes J., Sims L., Withers M. 1984. *Enterococcus durans*: unexpected pathogen of foals. *Journal of Infectious Diseases*, 150: 589-593.
- Vancanneyt M., Snauwaert C., Cleenwerck I., Baele M., Descheemaeker P., Goossens H., Pot B., Vandamme P., Swings J., Haesebrouck F., Devriese L.A. 2001. *Enterococcus villorum* sp. nov., an enteroadherent bacterium associated with diarrhoea in piglets. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 51: 393-400.
- Vela A. I., Goyache J., Tarradas C., Luque I., Mateos A., Moreno M.A., Borge C., Perea J.A., Domínguez L., Fernández-Garayzábal J.F. 2003. Analysis of genetic diversity of *Streptococcus suis* clinical isolates from pigs in Spain by pulsed-field gel electrophoresis. *Journal of Clinical Microbiology*, 41: 2498-2502.
- Vela A. I., García N., Latre M.V., Casamayor A., Sánchez-Porro C., Briones V., Ventosa A., Domínguez L., Fernández-Garayzábal J.F. 2007. *Aerococcus suis* sp. nov., isolated from clinical specimens from swine. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 57:1291-1294.
- Villa A., Fernández A., Gracia E. 2002. Abortos por *Coxiella Burnetti* en el Ganado Ovino y Caprino. XXVII Jornadas científicas y VI Jornadas internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia SEOC. Valencia. •

Comparación de la evolución clínica mediante el uso de neomicina o apramicina para el control de un caso de enterocolitis

DePaz X.¹, Lapuente S.¹, Mateo A.²

¹ Elanco Animal Health, Avenida de la Industria 30, 28108, Alcobendas, Spain

² Pangea. Avda de la Ilustración 11, c-37. 50012 Zaragoza.Spain

* de_paz_solanes_xavier@lilly.com

Resumen

Se realizó un estudio en dos granjas con historia clínica de problemas entéricos relacionados con enterocolitis para comparar tres tratamientos distintos después del destete y durante dos semanas: Control positivo, bacitracina (100ppm) y tiamulina (50ppm) (C), control positivo + Neomicina a 220ppm (N) control positivo + Apralan® a 100ppm (A). En la primera granja (1) se usaron 200 conejos mientras que en la segunda granja (2) se usaron 130 por grupo. Durante las dos semanas de prueba se realizaron evaluaciones clínicas para monitorizar la evolución del cuadro entérico. Además, se necropsiaron las bajas para identificar lesiones características. En la granja 1 con el uso de apramicina se redujeron los síntomas clínicos y se vio una reducción de la mortalidad. En la granja 2 no se vieron diferencias en estos parámetros. Sin embargo en ambas granjas las necropsias revelaron una menor presencia de lesiones compatibles con enteropatía y colibacilosis cuando se usaba apramicina en comparación con los animales del grupo control ($p < 0,05$). En conclusión, el uso de apramicina en granjas con riesgo de sufrir problemas entéricos reduce el impacto clínico de éstas.

Palabras clave: Apramicina, Neomicina, colibacilosis, enteropatía

Abstract

In order to compare three different in-feed treatment regimes after weaning a study was performed in two different farms in Spain with clinical history of enteric problems related with colibacilosis associated to enteropathy. The treatments compared were the following: Control (C), Neomycin at 220ppm (N), and Apralan® at 100ppm (A) during 2 weeks. All three treatments included zinc-bacitracine and tiamuline. In the first farm, 200 weaned rabbits were included in each treatment group,

while in the second farm only 130 rabbits were included per treatment. Clinical evaluations were performed in order to monitor the evolution of enteric disease in the farm; also, when mortality occurred, necropsies were done and gross characteristic lesions identified. In farm 1 there was a reduction of the clinical symptoms when using apramycin compared to the neomycin and the control group however this difference was not significant. Also, a lower percentage of mortality was reported A=11.5% vs C=19.0% ($p < 0.05$) and N=15.5% (ns). However, in farm 2 there was a very little reduction of the clinical symptoms when using apramycin compared to the neomycin and the control group. In both farms, the post-mortem evaluations showed a higher presence of enteropathy and colibacilosis related lesions in control group than in the apramycin treated groups ($p < 0,05$). In conclusion, the use of apramycin in at risk farms with history of enteric problems reduces the clinical impact of colibacilosis associated to enteropathy.

Key words: Apramycin, Neomycin, colibacilosis, enteropathy

Introducción

La enfermedad digestiva es la mayor causa de mortalidad en granjas comerciales siendo la colibacilosis y la enteropatía los principales problemas entéricos. Es relativamente frecuente que varios agentes actúen conjuntamente y provoquen un cuadro digestivo complejo (Marlier et al 2006). El impacto económico de un brote de enfermedad digestiva se ha estimado en 0,78€ por conejo producido (Morel et al., 2007), este elevado coste hace que una buena estrategia terapéutica sea rentable.

El objetivo de este estudio era comparar la evolución clínica después de aplicar tres tratamientos distintos en granjas con problemas entéricos asociados a colibacilosis y a enteropatía. Además, se realizaron evaluaciones de las lesiones para determinar si los tratamientos permitían controlar mejor o peor los procesos digestivos.

Material y métodos

Se seleccionaron animales de dos granjas que habían tenido varios episodios de problemas entéricos. Los animales se incluyeron en el estudio al destete. En total, se usaron 600 animales en la granja 1 (200 por tratamiento) y 390

de la granja 2 (130 por tratamiento). En ambas granjas se había establecido una medicación preventiva en el pienso con 50ppm de tiamulina y 100ppm de bacitracina y los tratamientos comparados en este estudio fueron la no inclusión de otra medicación (grupo Control, C); la inclusión de 220ppm de Neomicina (N) o la inclusión de 100ppm de Apramicina (A). Durante el estudio que duró 15 días, la mitad de las jaulas con animales fueron evaluadas para detectar la presencia o ausencia de varios síntomas de enfermedad: actividad reducida, dilatación abdominal, borborigmos, diarrea, deshidratación o pelaje alterado. Con esas valoraciones se obtuvo la suma de puntuación clínica global para cada uno de los tratamientos. La mortalidad también se monitorizó y cuando había animales muertos se realizaron necropsias para identificar las lesiones más compatibles con la presencia de colibacilosis (tiflitis o enteritis) y/o enteropatía (dilatación del ciego).

Análisis estadístico

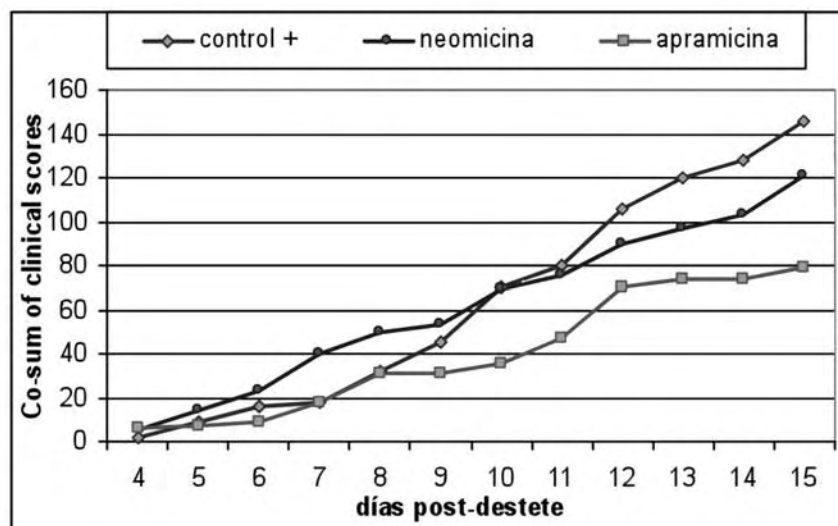
Los resultados se analizaron estadísticamente por granja y globalmente. Para comparar el efecto del tratamiento sobre el índice clínico se hizo un análisis de la varianza (proc GLM of SAS System) incluyendo los efectos del tratamiento y de la granja. La mortalidad y las lesiones se analizaron usando la regresión (proc LOGISTIC of SAS System) con un modelo que incluye también el efecto tratamiento y el efecto granja. Se obtuvo un valor de Odds Ratio con un intervalo de confianza. El nivel de significación fue 0,05.

Resultados y discusión

En la granja 1, como se puede ver en la gráfica 1, empezaron a detectarse síntomas clínicos a partir del día 4 post destete, cuando algunos animales tuvieron diarrea y/o dilatación abdominal. Sin embargo, a partir del día 7 el cuadro entérico fue mucho más evidente especialmente en el grupo control positivo y neomicina, en el grupo apramicina se vio una tendencia similar pero con menos jaulas afectadas (número total de síntomas: C=17, N=35 and A=16; ns).

Alrededor del día 11 post-destete hubo otro pico de expresión clínica siendo más evidente para el grupo control. Finalmente, hacia el final de las dos semanas de tratamiento hubo un recrudescimiento del proceso en los grupos control positivo y positivo + neomicina. La figura 1 e muestra que la suma total de puntuaciones clínicas fue inferior en el grupo apramicina que en los otros dos grupos.

Figura 1: Suma de los síntomas clínicos obtenidos en la granja 1.



En la granja 2, el proceso clínico fue más moderado que en la granja 1 para los tres tratamientos. La **figura 2** muestra que no se apreciaron diferencias entre los tres tratamientos.

Al final del periodo de tratamiento el índice de severidad clínica fue calculado como la suma de los síntomas detectados durante las evaluaciones. A pesar que el índice de enfermedad más bajo se obtuvo en el grupo apramicina, la diferencia no fue estadísticamente significativa (**tabla 1**).

Figura 2: Suma de los síntomas clínicos obtenidos en la granja 2.

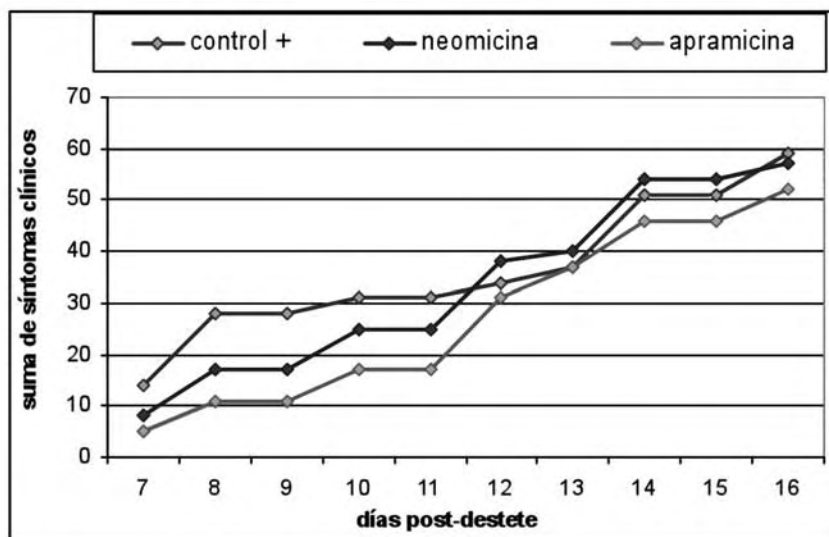


Tabla 1: Índice clínico durante el estudio.

	Granja		
	1	2	todas
Control	9,61	4,15	6,88
Neomicina	7,71	4,31	6,00
Apramicina	6,46	3,61	5,04
error est.	2,33	2,29	1,61
prob (1 vs 3)	0,3462	0,8688	0,4222
prob (2 vs 3)	0,7017	0,8318	0,6980

En relación con la mortalidad, la **Tabla 2** muestra el número de animales muertos en cada grupo. En la granja 1 hubo una diferencia entre la mortalidad del grupo apramicina con el control (11,5% vs 19%; $p < 0,05$). La mortalidad del grupo neomicina fue del 15,5% pero la diferencia con los otros grupos no fue estadísticamente significativa.

En la granja 2 la mortalidad fue prácticamente la misma para los tres tratamientos, lo cual confirma los resultados vistos en la evaluación clínica, donde no hubo diferencias.

Tabla 2: Mortalidad durante el estudio.

	Granja 1		
	Control	Neomicina	Apramicina
animales muertos	38	31	23
Mortalidad (%)	19,0 ^a	15,5 ^{a,b}	11,5 ^b
	Granja 2		
	Control	Neomicina	Apramicina
animales muertos	24	25	24
Mortalidad (%)	17,6 ^a	19,2 ^a	17,6 ^a

Superíndices con distintas letras son distintos estadísticamente

Se apreciaron diferencias en las lesiones detectadas durante las necropsias, en la **Tabla 3**, se resumen los resultados. El tratamiento con apramicina redujo significativamente el porcentaje de animales afectados por lesiones compatibles con colibacilosis y enteropatía.

El valor odds ratio (OR) de encontrar lesiones compatibles con enteropatía en el grupo control vs apramicina fue 1,881 ($p < 0,05$), mientras que para la neomicina vs apramicina fue 1,488 (ns). El valor odds ratio (OR) de encontrar lesiones compatibles con colibacilosis para el grupo control vs apramicina fue 1,591 ($p < 0,05$), mientras que para la neomicina vs apramicina fue 1,235 (ns).

Tabla 3: Identificación de lesiones en animales muertos

	Granja	Efecto	Odds ratio	Intervalo de confianza (95%)	
Enteropatía	1	C vs A	1.998	1.084	3.683
		N vs A	1.444	0.761	2.740
	2	C vs A	1.684	0.734	3.865
		N vs A	1.565	0.676	3.626
	Todas	C vs A	1.881	1.150	3.076
		N vs A	1.488	0.894	2.475
Colibacilosis	1	C vs A	1.657	0.931	2.949
		N vs A	1.209	0.660	2.214
	2	C vs A	1.479	0.676	3.236
		N vs A	1.282	0.575	2.858
	Todas	C vs A	1.591	1.001	2.530
		N vs A	1.235	0.762	2.001

Odds ratio= $(p2*(1-p1)/(p1*(1-p2))$ donde $p1$ =probabilidad del evento en el primer factor de comparación (C, control o N, neomicina) y $p2$ la probabilidad en el caso de usar A, apramicina. Si el intervalo de confianza al 95% no incluye el 1, el efecto es estadísticamente significativo.

Conclusión

En conclusión, con los resultados obtenidos en granjas con historial de problemas digestivos: el uso de apramicina ofrece un mejor control digestivo que si sólo se emplea una medicación con tiamulina para controlar organismos Gram+. Además, se observó una mejor respuesta de los animales cuando fueron medicados con apramicina (100ppm) que con neomicina (220ppm).

Referencias

- Marlier D., Dewrée R., Lassence C., Licois D., Mainil J., Coudert P., Meulemans L., Ducatelle R., Videvogel H. 2006. Infectious agents associated with epizootic rabbit enteropathy: isolation and attempts to reproduce the syndrome. *The Veterinary Journal*, 172: 493-500.
- Morel-Saives A., Limet A. 2007 Evaluation de l'impact technico-économique des maladies digestives chez le lapin d'élevage; Intérêt de la mise en place d'un traitement. 12^{ème} journée de la recherche cunicole, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France de la page 239 à 242.
- SAS Institute Inc., SAS 9.1.3 Help and Documentation, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2000-2004. •

Evolución de la resistencia a antibióticos frente a *Staphylococcus aureus* en las granjas cunícolas

Selva L.¹, Viana D.¹, Penadés J.R.²
y Corpa J.M.^{1*}

¹ Unidad de Histología y Anatomía Patológica. Departamento de Producción Animal, Sanidad Animal y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad CEU-Cardenal Herrera. Avda. Seminario, s/n. 46113 Moncada, Valencia.

² Centro de Investigación y Tecnología Animal. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (CITA-IVIA). Apdo. 187, 12.400. Segorbe, Castellón.

*jmcorma@uch.ceu.es

Resumen

En este trabajo se han analizado la evolución de la resistencia de *Staphylococcus aureus* frente a 11 antibióticos durante un periodo de siete años en muestras obtenidas en 38 granjas cunícolas. Se ha observado un incremento en la aparición de resistencias a lo largo del tiempo frente a la mayor parte de antibióticos analizados.

Palabras clave: *Staphylococcus aureus*, antibióticos, resistencia, conejo.

Abstract

In this work the evolution of the *Staphylococcus aureus* resistance to 11 antibiotics in samples obtained from 38 rabbitries during a period of 7 years has been analyzed. An increased in the appearance of antibiotic resistances has been observed.

Key words: *Staphylococcus aureus*, antibiotics, resistance, rabbit.

Introducción

Staphylococcus aureus desencadena una gran variedad de cuadros patológicos tanto a nivel local como sistémico, afectando a individuos en diversos estadios productivos. Esta bacteria infecta lesiones en la piel e invade el tejido subcutáneo provocando diferentes lesiones como abscesos, pododermatitis y mamitis (Okerman *et al.*, 1984; Segura *et al.*, 2007), afectando a la práctica totalidad de las explotaciones cunícolas. Por lo que las estafilococias constituyen uno de los principales problemas a nivel industrial.

En la especie cunícola se han caracterizado varios genotipos de *S. aureus* procedentes de diversas lesiones (Viana *et al.*, 2007). En esta especie se han descrito dos tipos de cepas de *S. aureus*: las denominadas “poco virulentas”, que afectan a un número reducido de animales y las “muy virulentas”, que causan una elevada morbilidad y mortalidad en las granjas (Hermans *et al.*, 1999). Aunque no se ha demostrado una relación directa entre factores de patogenicidad y lesiones, sí se ha observado, que las cepas “muy virulentas” presentan ciertos grupos de genes (*seg*, *sei*, *selm*, *seln*, *selo* y *selu*) que no se detectan en las “poco virulentas” (Vancraeynest *et al.*, 2006). Muchos de los genes bacterianos que codifican toxinas, adhesinas, invasinas u otros factores de virulencia, se encuentran formando parte de elementos genéticos móviles tales como transposones, plásmidos, bacteriófagos o bien forman parte de regiones particulares del cromosoma bacteriano denominadas islas de patogenicidad (IP). Las IP son elementos genéticos accesorios con un tamaño que varía de 10 a 200 Kb, contienen uno o más genes asociados con factores de virulencia (Hacker *et al.*, 1997). Se ha postulado que las IP pueden tener un importante papel en la evolución de los microorganismos al permitir la adquisición de grandes fragmentos genómicos por transferencia horizontal (Hacker and Kaper, 2000). La transmisión de genes de patogenicidad a cepas avirulentas de *S. aureus* a partir de cepas virulentas sometidas a una presión antibiótica, constituiría un ingenioso mecanismo de supervivencia del carácter patogénico de la cepa que justificaría la ineficacia de ciertos antibióticos y la resistencia de las bacterias a los mismos.

El objetivo de este trabajo preliminar es estudiar la evolución en el tiempo de las resistencias de *S. aureus* frente a un amplio panel de antibióticos.

Material y métodos

Se han estudiado 128 aislados de *S. aureus* procedentes de 38 granjas cunícolas industriales obtenidos a lo largo de los años 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 y 2007 (Tabla 1).

Se ha realizado una selección de antibióticos, empleados con cierta frecuencia en cunicultura industrial (Tabla 2). La Amoxicilina-ácido clavulánico es tóxico para la especie cunícola por lo que no se administra a estos animales. Por ello se ha incluido como control en el estudio.

Tabla 1. Resistencias antibióticas detectadas en el transcurso de los años.

	2001		2002		2003		2005		2006		2007		
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
GRANJAS	4		6		7		15		3		3		
AISLADOS	8		11		19		51		24		15		
RESISTENCIAS	ERI	0	0	1	9	1	5,3	22	43	19	79	15	100
	SPC	0	0	1	9	1	5,3	22	43	19	79	15	100
	G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PG	0	0	2	18,2	8	42	5	9,8	6	25	0	0
	AMC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TET	1	12,5	5	45,5	7	37	18	32,3	8	33,3	9	60
	D	1	12,5	5	45,5	7	37	18	32,3	5	20,8	9	60
	SD	8	100	11	100	19	100	51	100	24	100	15	100
	SXT	0	0	0	0	0	0	1	2	4	16,7	2	13,3
	ENO	0	0	1	9	0	0	7	14	9	37,5	2	13,3

Tabla 2. Relación de antibióticos estudiados.

Familia	Antibióticos
Macrólidos	Eritromicina (ERI), Espiramicina (SPC)
Aminoglucósido	Gentamicina (G), Neomicina (N)
Betalactámicos	Penicilina-G (PG), Amoxicilina-ácido clavulánico (AMC)
Tetraciclinas	Tetraciclina (TET), Doxiciclina (D)
Sulfonamidas	Sulfadiazina (SD), Trimetoprim-sulfametozalona (SXT)
Quinolonas	Enrofloxacin (ENO)

Resultados y discusión

En el año 2001, todos los aislados analizados fueron resistentes a la sulfadiazina y comenzaba a haber resistencia frente a las tetraciclinas (tetraciclina y doxiciclina). Estas resistencias se ven incrementadas al año siguiente, donde también aparecen frente a las penicilinas y a los macrólidos. En el 2003, aumentan las resistencias a las penicilinas, mientras que el resto de resistencias se mantienen. En el año 2005, sigue sin aparecer resistencias a gentamicina, neomicina y amoxicilina-ácido clavulánico. Disminuyen las resistencias a penicilina-G, mientras se mantienen las resistencias a ambas tetraciclinas y se incrementan las resistencias a ambos macrólidos (eritromicina y espiramicina). En el año 2006, sigue incrementándose la resistencia a eritromicina y espiramicina, al igual que frente a trimetoprim-sulfametozalona. El resto de resistencias se mantienen. Por último en el año 2007, sigue el aumento de resistencias a eritromicina y espiramicina, hasta alcanzar el 100%. La resistencia a penicilina-G vuelve a ser cero. Aumenta también la resistencia a tetraciclina y doxiciclina y sigue habiendo resistencia a trimetoprim-sulfametozalona.

Valorando los resultados globalmente, se detectaron resistencias frente a sulfadiazina, en la totalidad de las granjas, durante todo el estudio. Por otro lado, se ha producido un incremento de la resistencia a varios antibióticos a lo largo del tiempo (eritromicina, espiramicina, tetraciclina, doxiciclina, trimetoprim-sulfametozalona y enrofloxacin), destacando el caso de la eritromicina y espiramicina que pasaron de una resistencia del 0% en 2001 al 100% en 2007. La adquisición de resistencias a las tetraciclinas tiene lugar de forma lenta, progresiva y en múltiples escalones. Suele ser cruzada entre los distintos componentes de esta familia de antibióticos, aunque doxiciclina y minociclina pueden seguir siendo activos, dado que al disponer de mayor lipofilia pueden penetrar en el interior de la bacteria sin requerir un sistema de transporte activo. El mecanismo responsable de la resistencia bacteriana a las tetraciclinas es la disminución o pérdida de la permeabilidad celular, por una alteración del sistema de transporte activo a lo que se suma un cierto bombeo del fármaco hacia el exterior (Escolar *et al.*, 1998).

La espiramicina se ha prohibido para su uso en cunicultura, pasándose a emplear macrólidos (tilosina y tilmicosina), pero no se han analizado por la falta de disponibilidad de discos comerciales.

Excepto la penicilina-G, no existe ningún antibiótico cuya resistencia haya disminuido claramente. Aunque no se detectó resistencia alguna frente a gentamicina o neomicina. Los aminoglucósidos tienen muy poca acción sobre gram-positivos. Este hecho puede explicar la ausencia de resistencias frente a estos antibacterianos.

En resumen, de los 11 antibióticos analizados en 2001, únicamente se observaron resistencias frente a 3 de ellos (27,3%), mientras que en 2007 las resistencias afectaron a 7 (63,6%) de los fármacos empleados, siendo además considerablemente más altas. Por lo que se puede concluir que las resistencias de *S. aureus* frente a antibióticos han ido incrementándose a lo largo de los años. Se han señalado varios mecanismos que pueden explicar la aparición de resistencias de *S. aureus* frente a antibióticos. Se ha descrito que ocasionalmente las bacterias pueden producir enzimas inactivadoras que les permitiría neutralizar los antibacterianos (Escobar *et al.*, 1998). No obstante, actualmente se ha demostrado que los mecanismos de resistencia son transferibles de una bacteria a otra a través de elementos genéticos móviles (transposones, plásmidos, bacteriófagos o islas de patogenicidad) (Hacker and Kaper, 2000). Este hecho se demostró hacia 1940 cuando la efectividad de la penicilina frente a *S. aureus* fue anulada en sólo una década como consecuencia de la distribución del gen de la β -lactamasa en las poblaciones de *S. aureus* a través de un plásmido (Lencastre *et al.*, 2007).

Agradecimientos

Este trabajo se ha sido subvencionado por los proyectos de investigación PRUCH05/09 de la Universidad CEU-Cardenal Herrera y GV05/202 de la Generalitat Valenciana. Igualmente la Universidad CEU-Cardenal Herrera ha subvencionado las becas FPD1 de David Viana y Laura Selva.

Referencias

- Escobar Jurado M., Azanza Perea, J.R., Sádaba Díaz de Rada B. y Honorato Pérez J. 1998. Tetraciclinas, cloranfenicol y fosfomicina. *Medicine*, 7: 3524-3532.
- Hacker J., Blum-Oehler G., Mulhordorfer, I. y Tschape, H. 1997. Pathogenicity islands of virulent bacteria: structure, function and impact on microbial evolution. *Molecular Microbiology*, 23: 1089-1097.
- Hacker J. y Kaper, J.B. 2000. Pathogenicity islands and the evolution of microbes. *Annual Review of Microbiology*, 54: 641-679.
- Hermans K., De Herdt P., Devriese L.A., Hendrickx W., Godard C. y Haesebrouck F. 1999. Colonization of rabbits with *Staphylococcus aureus* in flocks with and without chronic staphylococcosis. *Veterinary Microbiology*, 67: 37-46.
- Lencastre de H., Oliveira D. y Tomasz A. 2007. Antibiotic resistance in *Staphylococcus aureus*: a paradigm of adaptive power. *Current Opinion in Microbiology*, 10: 428-435.
- Okerman L., Devriese L.A., Maertens L., Okerman F. y Godard C. Cutaneous staphylococcosis in rabbits. *Veterinary Record*, 114: 313-315.
- Segura P., Martínez J., Peris B., Selva L., Viana D., Penadés J. y Corpa J.M. 2007. Staphylococcal infections in rabbit does on two industrial farms. *Veterinary Record*, 160: 869-872.
- Vancraeynest D., Hermans K. y Haesebrouck F. 2006. Prevalence of genes encoding exfoliative toxins, leucotoxins and superantigens among high and low virulence rabbit *Staphylococcus aureus* strains. *Veterinary Microbiology*. 117: 211-218.
- Viana D., Selva L., Segura P., Penades J.R. y Corpa J.M. 2007. Genotypic characterization of *Staphylococcus aureus* strains isolated from rabbit lesions. *Veterinary Microbiology*. 121: 288-298. ●

Estudio experimental en conejos para evaluar el potencial efecto de la antibioterapia en la inmunidad humoral frente a mixomatosis

Pagès-Manté, A.* , Ruiz, M. C.

Laboratorios Hipra, S.A. Avda de la Selva 135 - 17170

Amer Girona

*apm@hipra.com

Resumen

El objetivo de este estudio experimental fue determinar si la administración de antibióticos, en pienso o en el agua de bebida, para el tratamiento y/o prevención de posibles problemas entéricos en conejos de engorde puede influir en el desarrollo de la inmunidad inducida por la vacunación contra la Mixomatosis. Los resultados obtenidos muestran que todos los tratamientos antimicrobianos parecen interferir con la respuesta humoral frente a la Mixomatosis. De los tratamientos ensayados, la combinación Bacitracina/Tiamulina/Colistina incorporada al pienso durante 14 días es la que muestra una mayor interferencia con la respuesta inmunitaria, mientras que la administración de Enrofloxacin en el agua de bebida durante 5 días es el tratamiento que presenta una mejor respuesta inmune.

Abstract

The main objective of this experimental study was to determine whether the administration of antibiotics in foodstuff or drinking water to prevent/treat possible enteric disturbances in fattening rabbits can interfere with the development of the immunity induced by the vaccination against Myxomatosis. The results obtained showed that all the antibiotic treatments tested seem to decrease the humoral response. From these treatments, Bacitracin/Tiamulin/Colistin premix administered through the granulated foodstuff for 14 days showed the highest interference level with the immune response, whereas the administration of Enrofloxacin in the drinking water for 5 days showed the highest immune response.

Introducción

Las deficiencias estructurales y de contención sanitaria en las granjas cunícolas, en comparación con el resto de

especies ganaderas industriales, favorecen la aparición de enteropatías. El control de estos procesos patológicos se realiza mediante la administración sistemática de antibióticos en pienso (Badiola et al., 2007), o bien en el agua de bebida durante el periodo de engorde, respetando dentro de lo posible el periodo de supresión aplicable en cada caso. Por otra parte, en muchas ocasiones estos engordes pueden verse afectados por brotes de mixomatosis, ya que, como norma general, los lotes de engorde no se vacunan habitualmente frente a esta enfermedad. De esta manera, ante situaciones de prevalencia elevada de mixomatosis en una zona determinada la instauración de programas vacunales es esencial, obteniéndose en algunos casos resultados irregulares.

Se intuye que los antibióticos pueden actuar como agentes inmunosupresores, por esta razón, en el presente estudio experimental se pretendió establecer si la administración concurrente de un plan vacunal frente a mixomatosis en el momento del destete y la utilización de antibióticos para prevenir posibles trastornos entéricos puede afectar al desarrollo de inmunidad frente a esta enfermedad. Dado que el concepto de inmunidad es muy amplio y complejo hemos evaluado el nivel de inmunidad humoral aún sabiendo que no es la fundamental para esta enfermedad (Joubert *et al.*, 1973) ya que consideramos que puede ser orientativa para este estudio y además más fácil de determinar (Alfonso y Pagès., 2003).

Material y métodos

Animales y alojamiento:

Se utilizaron un total de 50 conejos de 32 días de edad procedentes de una explotación libre de Mixomatosis, en la que se administra una vacunación heteróloga cada 6 meses.

Los conejos fueron distribuidos en 5 grupos de 10 animales cada uno (Grupos 1, 2, 3, 4 y 5), y alojados en jaulas flat-deck convencionales, a razón de 5 conejos/jaula, en una unidad independiente de granja provista de las medidas de aislamiento adecuadas. Los conejos fueron alimentados con pienso granulado comercial y agua *ad libitum*.

Tratamientos:

El primer día del estudio todos los conejos de los 5 grupos fueron vacunados con una dosis de vacuna viva homóloga (MIXOHIPRA®-H, laboratorios Hipra, S.A.). La vacuna fue administrada inmediatamente después de la reconstitución de la fracción liofilizada con el diluyente adjunto, mediante inyección subcutánea.

Simultáneamente, cada uno de los grupos recibió la siguiente pauta terapéutica:

- Grupo 1: control. No se aplicó ningún tratamiento adicional. Alimentación con pienso blanco granulado comercial y agua *ad libitum* hasta el día del sacrificio.
- Grupo 2: Enrofloxacin: 100 mg/litro de agua de bebida durante 5 días (periodo de supresión post-tratamiento: 2 días). Alimentación con pienso blanco granulado comercial y agua *ad libitum* hasta el día del sacrificio.
- Grupo 3: pienso medicado con Bacitracina 5% (4 kg/Tm)+ Tiamulina 2 % (2,5 kg/Tm)+ Colistina 4 % (2,5 kg/Tm) durante 14 días (período de supresión post-tratamiento: 10 días). Posteriormente se administró pienso granulado comercial *ad libitum* hasta el día del sacrificio.
- Grupo 4: pienso medicado con Apramicina 100 (2 kg/Tm) durante 14 días (período de supresión post-tratamiento: 1 día). Posteriormente se administró pienso blanco granulado comercial *ad libitum* hasta el día del sacrificio.
- Grupo 5: pienso medicado con Bacitracina 5 % (4 kg Tm) + Tiamulina 2 % (2,5 kg/Tm) + Oxitetraciclina 20 % (2,275 Kg/Tm) durante 14 días (período de supresión post-tratamiento: 28 días). Posteriormente se administró pienso blanco granulado comercial *ad libitum* hasta el día del sacrificio.

Los conejos fueron observados diariamente para evaluar la posible presencia de signos clínicos locales y/o generales, como anorexia, letargia, diarrea, nódulos en el punto de inoculación, etc. Veintiocho días después de la vacunación se tomaron muestras de sangre de todos los conejos incluidos en el estudio. Las muestras fueron obtenidas mediante punción de la vena marginal de la oreja izquierda (1,5 – 3 ml/conejo), recogidas en tubos con perlas para favorecer el desuerado y enviadas inmediatamente al centro de diagnóstico, donde fueron centrifugadas (2500 rpm durante 10 minutos) para obtener el suero. El suero extraído fue analizado para determinar y cuantificar la presencia de anticuerpos contra el virus de la Mixomatosis. Se utilizó un kit ELISA indirecto CIVTEST® CUNI MYXOMATOSIS, laboratorios Hipra, S.A.). Valores igual o inferiores a 1 fueron considerados negativos y valores igual o superiores a 2 fueron considerados positivos.

Estadística:

Se calculó en cada grupo la frecuencia de los animales seropositivos. Esta frecuencia se comparó mediante un test χ^2 . También se calculó la media y desviación estándar de la respuesta serológica en cada grupo de conejos, y los resultados fueron comparados mediante un análisis de varianza (ANOVA). El análisis estadístico se realizó con el programa estadístico SPSS® 14.0.

Resultados y discusión

Síntomatología clínica:

Los conejos no mostraron ningún síntoma clínico antes o después de la vacunación. Al final de la fase de engorde no se detectaron nódulos en el punto de inoculación en ningún animal. Uno de los conejos del grupo control murió por causas indeterminadas el día después de la extracción de sangre. Dicho animal no fue eliminado del estudio estadístico, ya que en el momento de la extracción de sangre no mostró ningún indicio de patología.

Respuesta serológica:

Los conejos eran seronegativos al inicio del estudio, ya que procedían de una granja libre de Mixomatosis, en la que se aplica un plan vacunal suave contra esta enfermedad, y además las muestras de sangre obtenidas de 5 animales fueron seronegativas. Cuatro semanas después se observó seroconversión en los cinco grupos de animales, en respuesta a la dosis vacunal recibida. La proporción de conejos que seroconvirtieron fue ligeramente inferior en los grupos 3 (90%) y 5 (80%), sin hallarse diferencias significativas entre grupos respecto a este parámetro (**Tabla 1**).

Tabla 1. Respuesta serológica tras la vacunación y porcentaje de seroconversión.

Grupo	Tratamiento	Nivel de anticuerpos (IR)	% Seroconversión ³
		Media y (Std)	(scropositivos/totales)
		Día 28 post-vacunación ²	
1	Control	7,2a (1,2293)	100,0% (10/10)
2	Enrofloxacino	6,0ac (1,0541)	100,0% (10/10)
3	Bacitracina + Tiamulina + Colistina	3,9b (2,2336)	90,0% (9/10)
4	Apramicina	5,8ab (2,394)	100,0% (10/10)
5	Bacitracina +Tiamulina + Oxitetraciclina	4,3bc (2,7508)	80,0% (8/10)
Sig. ¹		Sig*	No sig.**

¹Sig. p>0.05 ns; p<0.05 *; p<0.01; p<0.001 **.

²Letras diferentes indican diferencias significativas entre grupos

Respecto a la cuantificación del nivel de anticuerpos contra el virus de la Mixomatosis (**Tabla 1**), en general se observa una menor respuesta humoral en los grupos tratados con diferentes pautas antimicrobianas (Grupos 2 a 5) respecto al grupo control. Estas diferencias son significativas cuando comparamos el resultado obtenido en el Grupo control con los resultados de los Grupos 3 y 5, tratados durante 14 días con una combinación de Bacitracina/Tiamulina/Colistina, y Bacitracina/Tiamulina/Oxitetraciclina respectivamente. Dentro de los grupos de tratamiento la respuesta humoral es significativamente inferior en el Grupo 3 (grupo tratado con una combinación de Bacitracina/Tiamulina/Colistina durante 14 días), mientras que el grupo tratado con Enrofloxacino durante 5 días (Grupo 2) y el grupo tratado con Apramicina (Grupo 4) son los grupos que presentan una respuesta humoral más similar a la mostrada por el Grupo control (Grupo 1).

Los resultados obtenidos nos permiten intuir que la administración de un tratamiento antibiótico simultáneamente con un plan vacunal contra la Mixomatosis puede interferir en el desarrollo óptimo de la respuesta inmune humoral frente a esta enfermedad. De entre los tratamientos ensayados, los que parecen presentar una menor interferencia son aquellos basados en la administración de un único antibiótico (Enrofloxacino o Apramicina), mientras que las combinaciones de más de un antibiótico parecen interferir en mayor grado. Los datos obtenidos no permiten distinguir si esta mayor interferencia es debida a posibles sinergias entre los diferentes antibióticos o, por el contrario, es debida a uno solo de los antibióticos administrados conjuntamente. Asimismo, la menor interferencia registrada en el grupo tratado con Enrofloxacino podría ser atribuible al hecho de que el tratamiento antibiótico aplicado a este grupo fue de menor duración (5 días). Este hecho nos hace pensar que posiblemente la administración de más de un antibiótico durante un periodo menos prolongado podría tener una menor incidencia en el desarrollo de inmunidad humoral frente a la Mixomatosis. Consideramos que la obtención de más información sobre este aspecto sería también de gran interés en el caso de conejas reproductoras, ya que es esta categoría de animales en los que se aplica un programa vacunal frente a Mixomatosis con mayor frecuencia y regularidad. Además las conejas reproductoras también reciben diferentes tratamientos antibióticos a lo largo de su vida productiva, por tanto es en estos animales donde la respuesta inmunológica inducida tras la vacunación contra la mixomatosis puede verse más afectada.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a Josep Gifre y Xavier Mora por su colaboración en la realización de este estudio.

Referencias

- Alfonso, M.; Pagès Manté, A. 2003. Respuesta serológica tras la vacunación contra la mixomatosis mediante distintos sistemas de aplicación. *XXVIII Symposium de Cunicultura ASESCU. Alcañiz, Teruel*.pp 89-96.
- Badiola, J.I., Gonzalez, J., Aloy, N., Perez de Rozas, A.M. 2007. El uso de antimicrobianos en granjas cunícolas: necesidades de registro, uso prudente y medidas alternativas. *Proceedings of II Congreso Ibérico de Cunicultura, XXXII Symposium de ASESCU y IV Jornadas Internacionales de APEZ Vila Real (Portugal)*.pp.185-193.
- Joubert, L., Leftheriotis, E. Mouchet, J. 1973. La Myxomatose I. *L'expansion Scientifique Française 15*, Rue Saint Benoit, 75278 París CEDEX 06. •

Impacto de la mixomatosis en la cunicultura industrial española: análisis de las causas y propuesta de actuaciones

Kevin P. Dalton*, **Franziska Ringleb** y **Francisco Parra**

Instituto Universitario de Biotecnología de Asturias.
Departamento de Bioquímica y Biología Molecular.
Edificio Santiago Gascón, Campus El Cristo. Universidad
de Oviedo, 33006 Oviedo, España.

*daltonkevin@uniovi.es

La mixomatosis es una enfermedad altamente contagiosa que afecta al conejo europeo doméstico y de monte (Russell *et al.*, 2000). A pesar de la existencia de programas de vacunación, esta enfermedad sigue siendo uno de los principales problemas sanitarios de la cunicultura española. Debido a la importancia de la enfermedad y a sus repercusiones, es actualmente obligatorio declarar los nuevos brotes del virus mixoma (MV). La gravedad del problema ha llevado también a la implantación de normas para la ordenación de las explotaciones cunícolas (Real decreto 1547/2004) las cuales deberán llevar a cabo un programa sanitario encaminado al control de la mixomatosis, estableciendo así mismo procedimientos para la calificación sanitaria de las mismas con respecto a esta enfermedad. Sin embargo, actualmente no es técnicamente posible diferenciar los animales vacunados de los infectados con MV, debido a la naturaleza de las vacunas comerciales utilizadas, dificultando la calificación de las explotaciones como libres de la enfermedad.

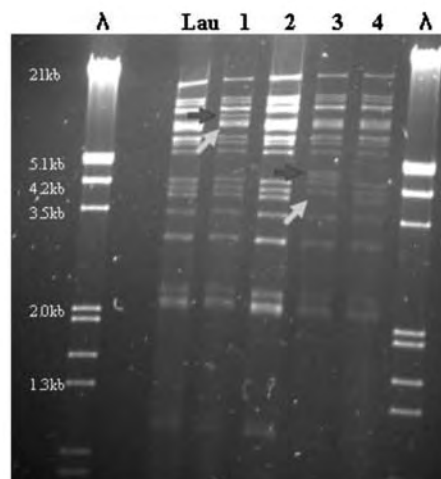
El agente causal de esta enfermedad es el virus mixoma (género *Leporipoxvirus* de la familia *Poxviridae*). Los virus de esta familia son muy complejos, antigénicamente y genómicamente. Esta complejidad justifica la existencia de multitud de cepas con distintos niveles de virulencia. Este proyecto de investigación que estamos iniciando tiene como objetivo principal estudiar el impacto de la mixomatosis en la cunicultura industrial española, hacer un análisis de las causas de los brotes y formular una propuesta de actuaciones para mejorar el control de esta enfermedad en las granjas españolas. Para alcanzar estos objetivos hemos empezado por desarrollar los instrumentos necesarios para aislar y caracterizar molecularmente los virus mixoma circulantes en nuestro país así como para diferenciarlos de las cepas vacunales utilizadas más comúnmente.

Para obtener datos sobre la prevalencia de la mixomatosis y ayudar a identificar las cepas de los virus que están circu-

lando en la actualidad estamos organizando una red de técnicos colaboradores, representativa de toda España, para la toma de muestras de conejos de granja con signos de mixomatosis así como de animales silvestres de las inmediaciones de las granjas afectadas. Paralelamente, estamos estudiado la supervivencia del virus en distintas condiciones (procedimiento y tipo de muestra, temperatura de almacenamiento etc..) para dar instrucciones claras a nuestros colaboradores en el campo a la hora de la toma de muestras. También hemos definido las mejores condiciones para el almacenaje, cultivo y aislamiento eficaz del virus a su llegada al laboratorio. Para acompañar a la toma de muestras, hemos elaborado un formulario en el que se incluyen no solo los datos de la muestra sino también sobre el manejo, las pautas de vacunación utilizadas y el tipo y estado general de la granja, con el fin de entender mejor otros posibles factores que contribuyen a la aparición de brotes.

Para investigar las causas de los brotes de mixoma y realizar la identificación de las cepas responsables de los mismos, es fundamental ser capaz de diferenciar distintas cepas de este virus mediante su caracterización genética (polimorfismos RFLP) ó antigénica. Para desarrollar las

Figura 1. Perfil electroforético (RFLP) de DNA genómico purificado a partir de viriones de MV digerido con EcoRI. Las flechas muestran varios RFLPs identificados en las cepas 1 y 3 con respecto a la cepa de referencia Lausanne (Lau) (λ) Marcadores de tamaño del DNA.



metodologías necesarias estamos analizando actualmente nueve cepas de virus mixoma aisladas en España entre los años 1992 y 1995, y que habían sido previamente caracterizadas y clasificadas en base a su grado de virulencia (Barcena *et al.*, 2000).

En primer lugar hemos puesto a punto los protocolos para el análisis inicial de muestras en el laboratorio, (la confirmación de la presencia del virus por PCR el aislamiento del virus en cultivo y su detección mediante inmunofluorescencia). Estos análisis nos han llevado a establecer una primera manera de diferenciar algunas de las cepas mediante la observación de los distintos tipos de efecto citopático que producen en cultivos de células RK13.

Para llevar a cabo la caracterización molecular del virus y desarrollar análisis diferenciales estamos usando los aislados de campo mencionados anteriormente y las tres principales cepas vacunales que se usan en España. Esta caracterización requiere el cultivo y purificación de viriones así como la identificación de polimorfismos mediante análisis RFLP (restriction fragment length polymorphism) presentes en sus genomas.

Para realizar esta caracterización molecular estamos usando técnicas cuya adecuación y eficacia para diferenciar cepas ha sido previamente demostrada (Saint *et al.*, 2001). Sin embargo, dichas técnicas son laboriosas y requieren el cultivo de grandes cantidades de virus. Por ello, hemos optimizado estos protocolos y reducido el tiempo necesario para el análisis de cada muestra. De esta forma, usando como referencia el genoma de la cepa Lausanne del MV, hemos identificado mutaciones genómicas que nos permiten distinguir muchas de las cepas de campo incluidas en este estudio. En la **Figura 1** se muestra resultado representativo de este tipo de análisis.

El tamaño del genoma de MV no permite el análisis mediante secuenciación del genoma completo de todas las cepas aisladas. Sin embargo, quizás sea posible identificar genes ó regiones del genoma que contienen mutaciones que permiten diferenciar las cepas. Por ello, también estamos investigando la posibilidad de usar PCR y secuenciación no solo para confirmar la presencia de MV sino también para realizar la identificación de mutaciones que puedan facilitar la diferenciación entre cepas. Usando este tipo de análisis hemos identificado mutaciones que se pueden usar para distinguir algunas de las cepas aunque su papel en el nivel de virulencia de las mismas todavía se desconoce. La **Figura 2** muestra un ejemplo de este tipo de análisis.

Por otro lado, la aplicación de estos métodos moleculares al análisis de las cepas vacunales utilizadas normalmente en nuestro país debería permitir encontrar alteraciones que posibiliten el diseño de diagnósticos para diferenciar animales infectados de modo natural de aquellos que han sido vacunados. A este respecto hemos confirmado que dos de estas cepas vacunales contienen deleciones importantes en distintas regiones de sus genomas (Guerin *et al.*, 1998). En la actualidad estamos investigando el genoma de la tercera cepa vacunal, todavía no caracterizada a este nivel. De existir diferencias adecuadas, estos métodos permitirían el diseño de diagnósticos diferenciales y la calificación sanitaria de las explotaciones cunícolas así como la investigación de la eficacia de las pautas vacunales utilizadas.

Referencias

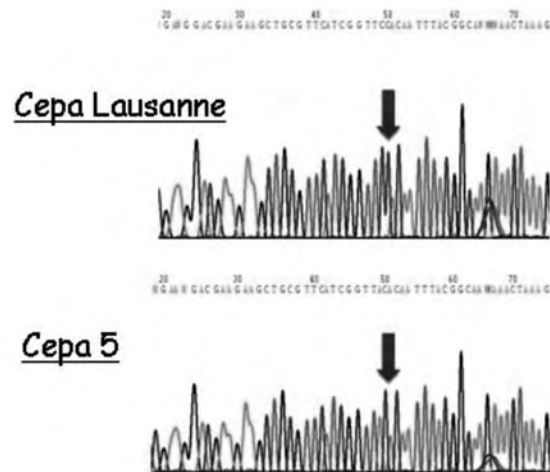
Barcena, J. et al., (2000) Arch. Virol. 146: 759-771.

Saint, K.M. et al., (2001) Arch. Virol. 146: 1105-1123.

Rosell, J.M., et al., (2000) En : Enfermedades del conejo. Capítulo XVIII Enfermedades víricas 301-353. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa.

Guerin, J-L. et al., (1998) *7^{èmes} Journ. Rech. Cunicole Fr.*, Lyon 53-56.

Figura 2. Análisis de la secuencia nucleotídica del gen M121R del virus de mixoma. La flecha indica una mutación en la cepa 5 por comparación con la cepa Lausanne



Sistema 25

ESTABILIDAD, RENTABILIDAD Y TRAZABILIDAD



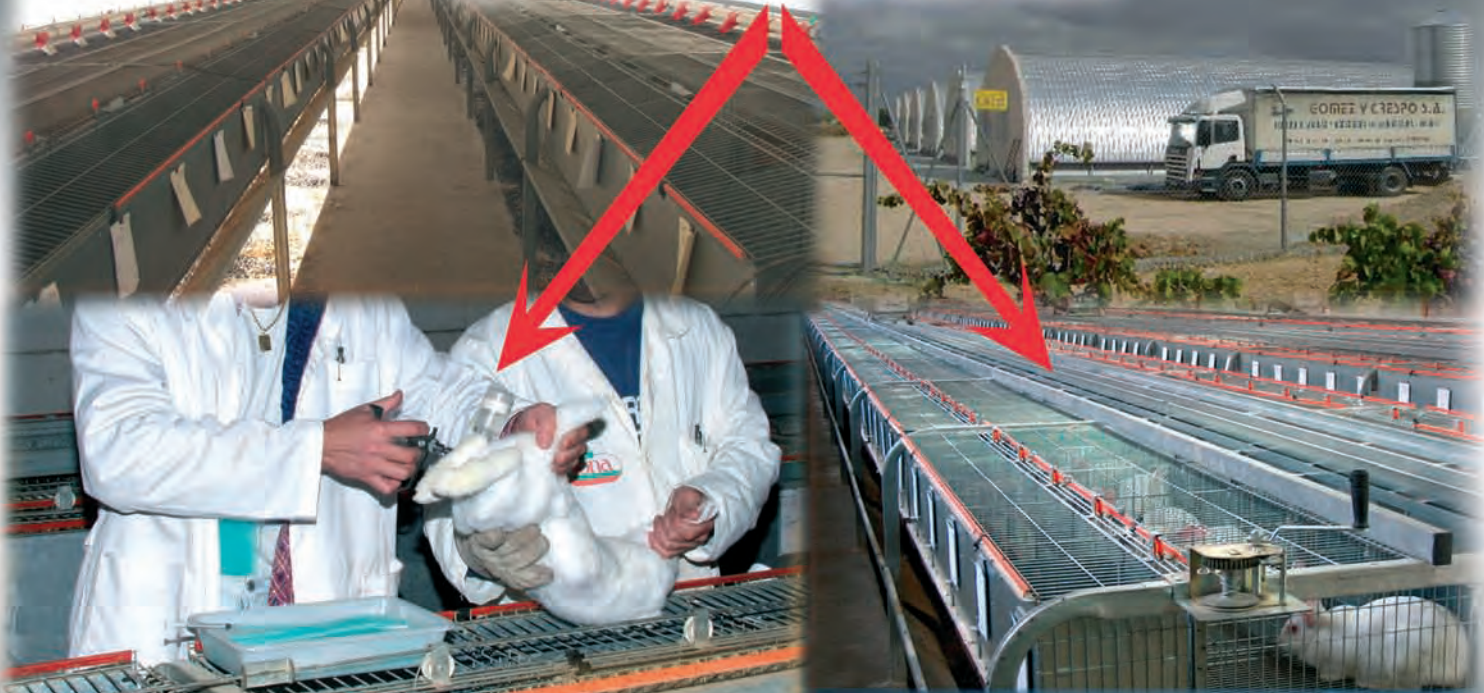
El **S25** es un sistema de manejo acompañado por un programa de alimentación específica que aúna la **ESTABILIDAD DIGESTIVA** en cebadero con una **RENTABILIDAD MÁXIMA** y con esquemas de **TRAZABILIDAD** sencillos que permiten ofrecer al consumidor una carne de conejo producida de manera más económica, con menos tratamientos antibióticos y más acorde con los requerimientos del mercado actual.

Se trata de un modelo con inseminación a dos bandas separadas 28 días y cuyas hembras se inseminarán a 25 días post parto con el objetivo de efectuar destetes a edad máxima de 49 días, este esquema productivo, permite obtener el mismo número de partos por explotación y año que el manejo tradicional.

GÓMEZ Y CRESPO

www.gomezycrespo.com

**Pensamos en
El Cunicultor**



**Trabajamos por
la Cunicultura**



E-mail: info@gomezycrespo.com

Teléf.: 988217754

Fax.: 988215063