



EFECTOS DEL CONTENIDO EN FIBRA, ALMIDÓN Y PROTEÍNA DEL PIENSO DE PERIDESTETE SOBRE LOS GAZAPOS Y LAS CONEJAS

Tesis de Máster en Producción Animal

Departamento de Ciencia Animal

Universidad Politécnica de Valencia

Alumna: Beatriz Martínez Vallespín

Directores: Enrique Blas Ferrer y Juan José Pascual Amorós

EFFECTOS DEL CONTENIDO EN FIBRA, ALMIDÓN Y PROTEÍNA DEL PIENSO DE PERIDESTETE SOBRE LOS GAZAPOS Y LAS CONEJAS

Beatriz Martínez Vallespín

RESUMEN

El presente trabajo se planteó para estudiar, en un sistema de alimentación conjunta de camadas y conejas, los efectos de i) la sustitución de almidón por FAD, ii) la sustitución de almidón por fibra digestible y iii) la reducción del contenido de PB en el pienso de peridestete, sobre el crecimiento y la mortalidad de los gazapos, así como sobre la producción lechera y condición corporal de las conejas.

Se utilizaron 8 piensos de peridestete distintos, en un factorial 2 x 2 x 2, sobre 136 hembras cruzadas de las líneas A y V del Departamento de Ciencia Animal de la Universidad Politécnica de Valencia y sus camadas (un total de 318), entre noviembre de 2007 y julio de 2008. Desde el parto hasta los 17 días de lactación, las conejas recibieron un pienso comercial de lactación *ad libitum*. A los 17 días de lactación, las conejas fueron desplazadas a jaulas individuales de reposición-gestación, mientras las camadas permanecieron en las jaulas de cría: a cada coneja y camada se le distribuyó uno de los piensos experimentales *ad libitum* y hasta el destete, a los 28 días, se realizó lactación controlada. Los gazapos destetados pasaron a la nave de cebo, alojándose en jaulas individuales (hasta un total de 784 animales) o colectivas (hasta un total de 1587 animales) y alimentándose con el pienso experimental *ad libitum* hasta los 49 días de vida, en que pasaron a recibir un pienso comercial de retirada hasta los 60 días de vida.

De los resultados obtenidos puede concluirse que las tres variaciones dietarias introducidas en el pienso de peridestete para alimentación conjunta de camadas y conejas lo alejan de los intereses de las conejas, ya que, en mayor o menor medida, reducen su producción lechera y empeoran su condición corporal. Por el contrario, aunque los gazapos se destetan con menos peso y presentan menor crecimiento postdestete, los cambios dietarios mencionados redujeron la mortalidad en el postdestete y en el conjunto del cebo, con efectos que además parecen aditivos.

INTRODUCCIÓN

La producción cunícola actual está fuertemente condicionada por la Enteropatía Epizootica, con mortalidades durante el cebo que alcanzan el 30-70% y que en la práctica está obligando a recurrir sistemáticamente a la antibioterapia como

única vía eficaz para reducir las pérdidas. Con la etiología de esta enfermedad aún por dilucidar, los diferentes grupos dedicados al estudio de la nutrición en esta especie han intensificado el esfuerzo para conocer mejor la relación entre el contenido nutritivo del pienso y la salud digestiva de los gazapos en crecimiento. Es sabido que alrededor del destete se producen una serie de modificaciones en el tracto digestivo de los gazapos en cuanto a la histomorfología de la mucosa intestinal, la actividad enzimática y fermentativa, la composición de la microbiota cecal y el tejido linfoide asociado al tubo digestivo. De particular relevancia es el desarrollo de los procesos fermentativos que empiezan durante la lactación y el establecimiento del ecosistema microbiano del ciego. La salud digestiva de los gazapos depende en buena medida de un correcto desarrollo de este compartimento, esencial para disminuir la mortalidad durante la fase crítica del postdestete.

En los últimos años se han realizado diversas revisiones sobre el papel de la fibra en la salud intestinal de los gazapos en crecimiento (De Blas *et al.*, 1999; Gidenne, 2003). A la vista de numerosos trabajos anteriores, en ambos trabajos se subraya la reducción en la aparición de problemas digestivos tras aumentar la fibra poco digestible (lignina y celulosa) en sustitución de parte del almidón. El papel de la fibra poco digestible en el mantenimiento del tránsito digestivo y la renovación del contenido cecal es bien conocido: la lignina y, en menor medida, la celulosa reducen el tiempo de retención en el ciego y aumentan la tasa de renovación del contenido cecal (Gidenne y Perez, 1994; Perez *et al.*, 1994); la mayor eficacia de la lignina en este papel explicaría que la incidencia de desórdenes digestivos pueda aumentar al disminuir la ratio lignina/celulosa (Gidenne *et al.*, 2001). Por otro lado, se ha sugerido que el tracto digestivo de los gazapos de 4-6 semanas no es lo suficientemente maduro como para poder digerir el almidón, por lo que piensos de mayor contenido en almidón aumentan la entrada de almidón en el ciego (Blas y Gidenne, 1998), lo que aumentaría el riesgo de alteraciones en la microbiota cecal.

El efecto de los niveles de fibra digestible (pectinas, hemicelulosas) sobre la salud digestiva de los gazapos en crecimiento ha sido menos estudiado. Perez *et al.* (2000) y Soler *et al.* (2004) observaron una reducción de la incidencia de problemas digestivos al aumentar el contenido en hemicelulosas y pectinas en detrimento del almidón. Sin embargo, parece que la inclusión de fibra digestible tiene un límite: Gidenne (2000) señala que para minimizar el riesgo sanitario hay que evitar una incorporación excesiva de pectinas y hemicelulosas con respecto a lignina y celulosa. En cualquier caso, parece que la sustitución de almidón por fibra (ya sea poco digestible o digestible) es beneficiosa para la salud intestinal de los gazapos.

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). Chamorro *et al.* (2007) han observado que una reducción en el nivel de proteína de 19% a 16% (PB, sobre fresco) lleva a una disminución del flujo ileal de proteína, así como de la cantidad de bacterias patógenas y la mortalidad provocada por Enteropatía Epizootica. Así pues, parece que una disminución del contenido en proteína del pienso podría reducir los índices de mortalidad, pero también puede afectar al crecimiento de los animales. Trocino *et al.*

(2000) llegaron a la conclusión de que un pienso con menos del 15.6% de PB provocaba una acusada reducción del crecimiento de los gazapos durante el post-destete (35-56 días), 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 14% de PB, en un pienso con 10 g de PD/MJ ED y niveles adecuados de los aminoácidos más limitantes.

Con todos estos antecedentes, se ha propuesto la utilización de piensos de peridestete que favorezcan la salud digestiva de los gazapos, en contraste con la práctica habitual de ofrecerles un pienso de conejas lactantes antes del destete y un pienso de engorde entre destete y sacrificio; para ello puede recurrirse al empleo de jaulas y comederos especiales que permitan la alimentación diferenciada de camadas y conejas) o a la alimentación conjunta de camadas y conejas hasta el destete, que es un sistema más sencillo y aplicable pero que obliga a valorar la repercusión que el consumo de tales piensos tiene sobre las conejas.

El presente trabajo se planteó como un diseño factorial para estudiar, en un sistema de alimentación conjunta, los efectos de i) la sustitución de almidón por FAD, ii) la sustitución de almidón por fibra digestible y iii) la reducción del contenido de PB en el pienso de peridestete, sobre el crecimiento y la mortalidad de los gazapos, así como sobre la producción lechera y condición corporal de las conejas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Piensos

Se formularon y fabricaron 8 piensos de peridestete distintos, en un factorial 2 x 2 x 2 (sustitución de almidón por FAD: +almidón-FAD, -almidón+FAD; sustitución de almidón por fibra digestible: +almidón-fibra digestible, -almidón+fibra digestible; nivel de PB: 175 g/kgMS, 145 g/kgMS). La composición de los piensos en materias primas y nutrientes viene recogida en las tablas 1 y 2 respectivamente. Todos los piensos incluyeron bacitracina de zinc (100 ppm) y robenidina (66 ppm).

Tabla 1. Composición en materias primas de los piensos experimentales (% MS)

	PRD-1	PRD-2	PRD-3	PRD-4	PRD-5	PRD-6	PRD-7	PRD-8
Trigo blando	18,000	9,000	9,000	---	18,000	9,000	9,000	---
Salvado trigo	4,000	---	4,000	---	4,000	---	4,000	---
Torta girasol 30	36,000	35,500	36,000	35,500	---	---	---	---
Concentrado proteico soja	---	---	---	---	7,500	7,500	7,500	7,500
Harina pescado LT	2,000	2,500	2,000	2,500	2,000	2,250	2,000	2,250
Cascarilla avena	4,000	10,000	9,000	15,000	4,000	10,000	9,000	15,000

Cascarilla soja	4,000	4,000	---	---	4,000	4,000	---	---
Orujo uva	8,000	1,000	7,000	---	10,000	3,000	9,000	2,000
Granilla uva desengrasada	2,000	15,000	2,000	15,000	8,000	21,000	8,000	21,000
Paja cereales	8,000	8,000	---	---	21,000	20,750	13,000	12,750
Pulpa remolacha	4,000	4,000	21,000	21,000	10,000	10,000	27,000	27,000
Aceite soja	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Melaza caña	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Almidón maíz	---	1,000	---	1,000	---	1,000	---	1,000
L-Lisina HCl	0,500	0,500	0,450	0,450	0,575	0,575	0,500	0,500
DL-Metionina	0,100	0,125	0,100	0,125	0,400	0,425	0,400	0,425
L-Treonina	0,150	0,175	0,125	0,150	0,350	0,375	0,325	0,350
L-Triptófano	0,150	0,150	0,150	0,150	0,225	0,225	0,225	0,225
Carbonato cálcico	1,200	0,850	1,125	0,775	0,300	---	0,300	---
Fosfato bicálcico	1,000	1,300	1,150	1,450	2,750	3,000	2,850	3,100
Sal	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Corrector	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400

Tabla 2. Composición en nutrientes de los piensos experimentales (g/kg MS)

	PRD-1	PRD-2	PRD-3	PRD-4	PRD-5	PRD-6	PRD-7	PRD-8
ED (kcal/kg MS) ^a	2606	2307	2609	2311	2391	2092	2394	2095
PB ^b	172	177	172	176	147	145	145	144
FND ^c	435	495	439	513	418	475	433	502
FAD ^c	236	292	236	310	228	282	229	290
LAD ^c	64	102	65	112	57	96	56	96
Hemicelulosas, FND-FAD	199	203	203	203	190	193	204	211
Celulosa, FAD-LAD	172	190	171	198	170	186	173	195
Pectinas ^a	13	13	47	47	26	26	60	60
Fibra digestible ^d	212	216	250	250	216	219	264	271
Almidón ^e	133	84	81	36	129	87	87	30
EE ^b	89	74	89	77	86	77	85	69

^a De Blas *et al.* (2003); ^b AOAC (2000); ^c Van Soest *et al.* (1991); ^d hemicelulosas+pectinas; ^e Blas *et al.* (1994)

Animales

En el estudio se utilizaron 136 hembras cruzadas de las líneas A y V del Departamento de Ciencia Animal de la Universidad Politécnica de Valencia y sus camadas (un total de 318), entre noviembre de 2007 y julio de 2008.

Al parto, en bandas semanales, las camadas se estandarizaron a 9-10 gazapos vivos, en función de los animales disponibles, mediante adopciones. Desde el parto hasta los 17 días de lactación, las conejas recibieron un pienso comercial de lactación *ad libitum*. Las conejas fueron inseminadas artificialmente a los 11 días postparto y, en caso de palpación negativa, 21 días después.

A los 17 días de lactación, las conejas fueron desplazadas a jaulas individuales de reposición-gestación, mientras las camadas permanecieron en las jaulas de cría dotadas de nido; las camadas se estandarizaron a 8-9 gazapos, por cesión a una nodriza del gazapo sobrante si la camada era de 10, para evitar que la densidad en las jaulas colectivas de cebo fuera excesiva. A cada coneja y camada se le distribuyó uno de los piensos experimentales *ad libitum*, procurando que el número de parto (entre 1º y 9º), el tamaño de la camada (entre 8 y 10) y el peso de la camada (estimador del potencial lechero de las conejas) se distribuyera homogéneamente entre los distintos

piensos experimentales. Hasta el destete, a los 28 días, las conejas se trasladaban diariamente (entre las 8 y 9 a.m.) a las jaulas de las camadas durante unos minutos, para amamantarlas; se realizó control de la ingestión de leche mediante doble pesada de la coneja en los días 21, 22, 23, 24 y 25 de lactación. Se controló el peso y la condición corporal de las conejas al parto, 17 días de lactación y destete, así como su ingestión de pienso en los periodos parto-17 días de lactación y 17 días de lactación-destete; también se midió el grosor de la grasa perirenal mediante ultrasonidos (Pascual *et al.*, 2000). Asimismo, se controló el tamaño y peso de las camadas al parto (antes y después de su estandarización), a los 17 días de vida (antes y después de la estandarización) y al destete, así como su ingestión de pienso desde los 17 días de vida hasta el destete.

Tras el destete, las conejas volvieron a las jaulas de cría y a recibir el pienso comercial de lactación *ad libitum*. Los gazapos destetados pasaron a la nave de cebo, alojándose en jaulas individuales (hasta un total de 784 animales, incorporados en 5 bloques mensuales) o colectivas (hasta un total de 1587 animales, distribuidos en bandas semanales) y alimentándose con el pienso experimental *ad libitum* hasta los 49 días de vida, en que pasaron a recibir un pienso comercial de retirada hasta los 60 días de vida; en los animales alojados en jaulas individuales se controló el peso (a los 28, 49 y 60 días de vida) y la ingestión de pienso (de 28 a 49 días de vida y de 49 a 60 días de vida); diariamente, se registró la morbilidad (signos de diarrea) y la mortalidad de los animales alojados tanto en jaulas individuales como en jaulas colectivas.

Análisis estadístico

Los datos de conejas y camadas al parto, 17 días de lactación y destete se analizaron mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS. Como efectos se consideraron la sustitución de almidón por FAD (2 niveles, 1: piensos 1, 3, 5 y 7 ó 2: piensos 2, 4, 6 y 8), la sustitución de almidón por fibra digestible (2 niveles, 1: piensos 1, 2, 5 y 6 ó 2: piensos 3, 4, 7 y 8) y el nivel de PB (2 niveles, 1: piensos 1, 2, 3 y 4 ó 2: piensos 5, 6, 7 y 8), así como sus interacciones; también se consideraron como efectos la coneja, el número de parto (9 niveles) y el solape (2 niveles, sí o no) de la gestación y la lactación previa para los datos al parto o de la lactación y la gestación siguiente para los datos a los 17 días de lactación y al destete. Para los datos al destete, se introdujeron como covariables los pesos de la camada a los 17 días, antes y después de su estandarización.

Los datos del cebo individual fueron analizados mediante el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS. Como efectos fijos se consideraron los factores dietarios descritos en el párrafo anterior y el día (28, 49, 60), así como las interacciones de uno, dos o tres factores dietarios con el día; también se consideraron como efectos la coneja y el bloque mensual de cebo. Se consideró el animal como efecto aleatorio y el día como factor de medidas repetidas.

La mortalidad conjunta del cebo individual y colectivo fue analizada mediante la prueba de Chi-cuadrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dado que el objetivo del trabajo fue estudiar los efectos dietarios y sus posibles interacciones, no se hará referencia a los otros efectos incluidos en los modelos estadísticos, porque son sobradamente conocidos o porque no son de interés.

Conejas y camadas

Las variables analizadas al parto y a los 17 días de lactación no mostraron diferencias significativas en función de los efectos dietarios o sus interacciones, como cabía esperar ya que los tratamientos experimentales comenzaron el día 17 de lactación y, además, los principales factores que afectan a tales variables se tuvieron en cuenta en la asignación de los piensos. Al parto, las medias (CV_{residual} entre paréntesis) para el peso vivo de las conejas y el grosor de su grasa perirenal fueron respectivamente 4372 g (4.9%) y 5.93 mm (9.7%); a los 17 días de lactación, los valores fueron respectivamente 4885 g (4.0%) y 6.02 mm (11.7%), con una ingestión desde el parto de 421.2 g MS/d (8.9%). Al parto, las medias para el tamaño de la camada total, viable y estandarizada fueron 10.40 (23.2%), 9.63 (26.4%) y 9.69 (4.9%) gazapos, siendo el peso de la camada 615 (16.4%), 576 (21.8%) y 588 (11.7%) g, respectivamente; el tamaño y peso de la camada a los 17 días de vida se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Tamaño y peso de las camadas a los 17 días de vida (LSM \pm SE)

	ALFAD ^a		P	ALFD ^b		P	PB ^c		P
	1	2		1	2		1	2	
nº gazapos	9.64 ± 0.11	9.62 ± 0.12	0.839	9.62 ± 0.11	9.64 ± 0.12	0.870	9.65 ± 0.11	9.61 ± 0.12	0.605
Peso (g)	2833 ± 38	2817 ± 41	0.609	2829 ± 38	2821 ± 41	0.800	2826 ± 39	2824 ± 40	0.957

^a sustitución de almidón por FAD: 1, +almidón-FAD; 2, -almidón+FAD

^b sustitución de almidón por fibra digestible (FD): 1, +almidón-FD; 2, -almidón+FD

^c nivel de PB (sobre MS): 1, 17.5%; 2, 14.5%

La tabla 4 muestra los rendimientos de conejas y camadas desde el día 17 de lactación hasta el destete, en función de los tres factores dietarios estudiados, ya que las interacciones entre ellos no fueron significativas.

Debe aclararse que los pesos vivos de las conejas en el día 17 de lactación y al destete no se registraron en las mismas condiciones: en el primer caso las conejas todavía no estaban en lactación controlada y se pesaron al mediodía, mientras que el peso al destete es el registrado inmediatamente después de la lactación controlada del día 28 (8-9 a.m.); ello supone muy probablemente una sobreestimación del peso en el día 17 de lactación (por la retención de la leche segregada desde la última tetada, en la noche anterior o de madrugada, cambios en el peso del contenido digestivo, ...), del

contenido energético/kg PV, calculado según Pascual *et al.* (2004) (a partir de peso del animal y del grosor de su grasa perirenal) y, sobre todo, del contenido energético/animal y por tanto de la pérdida de energía corporal desde el día 17 de lactación hasta el destete. No obstante, por tratarse de un error sistemático, cabe esperar que se mantenga la validez de las comparaciones entre los tratamientos experimentales.

Tabla 4. Rendimientos productivos en conejas y camadas entre el día 17 de lactación y el destete (LSM±SE)

	ALFAD ^a		P	ALFD ^b		P	PB ^c		P
	1	2		1	2		1	2	
Conejas									
Peso 17d (g)	4948 ±34	4922 ±36	0.352	4927 ±33	4942 ±37	0.615	4927 ±34	4943 ±35	0.554
GGP 17d (mm)	5.80 ±0.12	5.75 ±0.13	0.590	5.72 ±0.12	5.82 ±0.13	0.335	5.75 ±0.12	5.80 ±0.13	0.569
Ingestión (g MS/día)	360.6 ±6.0	384.7 ±6.4	<0.001	388.7 ±5.9	356.6 ±6.5	<0.001	384.3 ±6.0	361.0 ±6.2	<0.001
Pléche 21-25d (g/d)	251.6 ±5.3	239.6 ±5.6	0.006	256.8 ±5.2	234.4 ±5.7	<0.001	255.7 ±5.3	235.5 ±5.5	<0.001
Peso 28d (g)	4476 ±32	4394 ±34	0.002	4449 ±31	4422 ±35	0.319	4473 ±32	4398 ±33	0.004
GGP 28d (mm)	6.07 ±0.12	5.99 ±0.13	0.448	6.06 ±0.12	6.00 ±0.13	0.564	6.03 ±0.12	6.03 ±0.13	0.990
Camadas									
nº gaz. 17d *	8.96 ±0.05	8.95 ±0.05	0.713	8.96 ±0.05	8.95 ±0.05	0.739	8.96 ±0.05	8.95 ±0.05	0.659
Peso 17d * (g)	2704 ±35	2684 ±37	0.484	2694 ±34	2694 ±38	0.976	2693 ±35	2695 ±36	0.944
Ingestión (g MS/d)	71.2 ±3.5	69.8 ±3.7	0.624	76.6 ±3.4	64.4 ±3.8	<0.001	80.6 ±3.5	60.3 ±3.6	<0.001
nº gaz. 28d	8.91 ±0.06	8.88 ±0.06	0.497	8.91 ±0.06	8.88 ±0.06	0.504	8.92 ±0.06	8.87 ±0.06	0.372
Peso 28d (g)	4978 ±58	4880 ±61	0.037	5033 ±57	4825 ±63	<0.001	5182 ±58	4676 ±60	<0.001

* tras retirar un gazapo en las camadas de 10 gazapos

^a sustitución de almidón por FAD: 1, +almidón-FAD; 2, -almidón+FAD

^b sustitución de almidón por fibra digestible (FD): 1, +almidón-FD; 2, -almidón+FD

^c nivel de PB (sobre MS): 1, 17.5%; 2, 14.5%

Sustitución de almidón por FAD

Como puede verse, la sustitución de almidón por FAD aumentó la ingestión de las conejas (+6.7%), como consecuencia del efecto que esta fracción fibrosa tiene sobre el tránsito intestinal, sobre todo por su contenido en lignina (componente mayoritario del incremento en FAD). A pesar de ello, las conejas redujeron su producción lechera (-4.8%) y presentaron mayor pérdida de peso entre el día 17 de lactación y el destete (539 vs. 481 g, $P=0.034$) y menor peso al destete (-1.8%); aunque el cambio en el grosor de la grasa perirenal entre el día 17 de lactación y el destete no varió significativamente (+0.24 vs. +0.27 mm, $P=0.849$), la pérdida de energía corporal durante dicho periodo tendió a ser mayor (7.37 vs. 6.65 MJ, $P=0.105$). Con toda probabilidad, a pesar del incremento de la ingestión, las conejas no llegaron a compensar el menor contenido energético de los piensos con menos almidón y más FAD (-12% en ED), claramente por debajo de las recomendaciones habituales para piensos de conejas lactantes.

Esta sustitución de almidón por FAD, sin embargo, no modificó la ingestión en los gazapos lactantes, que aún no son capaces de variarla en función del contenido energético del pienso (Debray *et al.*, 2002). Como consecuencia de ello y de la menor disponibilidad de leche, las camadas presentaron menor peso al destete (-2%).

Sustitución de almidón por fibra digestible

Cuando el almidón fue sustituido por fibra digestible, la ingestión de las conejas disminuyó (-8.3%), ya que este tipo de fibra tiene una elevada capacidad de retención de agua, de manera que podría ralentizar el tránsito digestivo y aumentar el peso del contenido gástrico y cecal, lo que afectaría negativamente a la ingestión de pienso (Gidenne *et al.*, 1998). Sin embargo, Gidenne y Perez (2000) y Perez *et al.* (2000) encontraron, en conejos de cebo, que tal sustitución reduce el tiempo de retención cecal y aumenta la ingestión. Esta discrepancia podría deberse a que: i) en nuestro experimento, el almidón se sustituye esencialmente por pectinas, mientras que en los estudios citados fue sustituido por una mezcla a partes casi iguales de pectinas y hemicelulosas, que al ser mayoritariamente insolubles (se incluyen en la FND), y bastante menos hidrofílicas y fermentescibles que las pectinas, podrían estimular el tránsito digestivo y la ingestión, ii) lo anterior sería especialmente probable si consideramos el diferente nivel de lignina entre el presente trabajo (de media, 7.5% sobre MS) y los anteriormente citados (4.5% sobre MS), de forma que en esas circunstancias, sustituir almidón por hemicelulosas tendría todavía más efecto estimulante del tránsito digestivo y la ingestión, y iii) los niveles de almidón también son claramente distintos entre nuestro trabajo (desde 13% a 3% sobre MS) y los mencionados (desde 26% a 13% sobre MS).

Esta caída de la ingestión al sustituir almidón por fibra digestible condujo al descenso de la producción lechera de las conejas (-8.7%), que tendieron a presentar mayor pérdida de peso entre el día 17 de lactación y el destete (531 vs. 489 g, $P=0.128$); aunque las diferencias en el cambio del grosor de la grasa perirenal entre el

día 17 de lactación y el destete no fueron significativas (+0.18 vs. +0.34 mm, $P=0.270$), la pérdida de energía corporal durante dicho periodo tendió a ser mayor (7.41 vs. 6.60 MJ, $P=0.074$); además, debe considerarse el mencionado efecto de este tipo de fibra sobre el peso del contenido gastrointestinal, lo que supondría la sobreestimación del peso al destete, del contenido energético/kg PV y, sobre todo, del contenido energético/animal, lo que se traduciría en una subestimación de la pérdida de energía corporal desde el día 17 de lactación hasta el destete.

Las camadas también redujeron la ingestión al sustituir almidón por fibra digestible (-15.9%), en mayor medida que las conejas. Miralles (2005) ya observó que la ingestión en gazapos lactantes disminuye linealmente conforme aumenta la diferencia entre el contenido en fibra digestible y almidón, en piensos con el mismo contenido en FAD y PB. Lógicamente, el resultado de la menor ingestión tanto de pienso como de leche fue un apreciable descenso del peso de las camadas al destete (-4.1%).

Reducción del nivel de PB

En las conejas, la reducción del contenido en PB del 17.5% al 14.5% (sobre MS) se asoció a menor ingestión (-6.1%), menor producción lechera (-7.9%), mayor pérdida de peso entre el día 17 de lactación y el destete (556 vs. 464 g, $P<0.001$) y menor peso al destete (-1.78%); el cambio en el grosor de la grasa perirenal entre el día 17 de lactación y el destete no varió significativamente (+0.23 vs. +0.28 mm, $P=0.711$) pero la diferencia en la pérdida de energía corporal durante dicho periodo sí fue significativa (7.61 vs. 6.40 MJ, $P=0.006$). Debe tenerse en consideración que este descenso de la ingestión se produjo a pesar de que la reducción del contenido proteico se acompañaba de una reducción del contenido energético (-8.7% en ED). En un trabajo previo, Martínez-Vallespín *et al.* (2008) señalan que la reducción del contenido proteico del pienso de 12% a 10% de PD (sobre MS) también afectó negativamente a la ingestión y a la producción lechera de las conejas, aunque no al peso al destete ni al cambio en el grosor de la grasa perirenal desde el día 17 de lactación quizá porque la reducción del contenido energético fue menor (-4.8% en ED). Un bajo contenido en PB, por debajo de las recomendaciones habituales en piensos para conejas lactantes, podría haber limitado la síntesis de leche y resultar en un descenso de la ingestión de pienso; no pueden descartarse efectos dietarios no controlados relacionados con la notable diferencia en las fuentes de fibra utilizadas entre los dos niveles de PB.

La reducción del contenido proteico afectó muy negativamente a la ingestión de las camadas (-25.2%), lo que unido al menor consumo de leche provocó un claro descenso de su peso al destete (-9.8%). Estos resultados corroboran los obtenidos en el ensayo previo anteriormente citado (Martínez-Vallespín *et al.*, 2008).

Conejos de cebo

La tabla 5 presenta los resultados obtenidos durante el periodo de cebo, en función de los tres factores dietarios estudiados, ya que el análisis estadístico no reveló interacciones significativas entre ellos; sin embargo, como se verá más adelante, parece que sus efectos sobre la mortalidad fueron aditivos.

Tabla 5. Rendimientos productivos (LSM±SE) y mortalidad en conejos de cebo

	ALFAD ^a		P	ALFD ^b		P	PB ^c		P
	1	2		1	2		1	2	
28-49d									
Ingestión (g MS/día)	106.0 ±2.1	113.5 ±2.1	0.041	114.9 ±2.1	104.7 ±2.3	0.009	116.3 ±2.0	103.2 ±2.0	<0.001
GMD (g/d)	52.4 ±0.8	49.7 ±0.8	0.046	51.1 ±0.8	51.1 ±0.9	0.991	53.4 ±0.8	48.7 ±0.8	<0.001
IC	2.25 ±0.04	2.54 ±0.04	<0.001	2.49 ±0.04	2.30 ±0.04	0.002	2.42 ±0.03	2.37 ±0.04	0.401
Mortalidad (%)	56.9	46.7	<0.001	59.4	44.3	<0.001	61.4	41.5	<0.001
49-60d									
Ingestión (g MS/día)	158.3 ±2.1	158.6 ±2.1	0.948	161.7 ±2.1	155.2 ±2.3	0.090	160.9 ±2.0	156.0 ±2.0	0.148
GMD (g/d)	53.3 ±0.81	54.5 ±0.8	0.373	54.1 ±0.8	53.6 ±0.9	0.737	51.6 ±0.8	56.1 ±0.8	<0.001
IC	3.37 ±0.04	3.28 ±0.04	0.124	3.37 ±0.04	3.28 ±0.04	0.150	3.51 ±0.04	3.15 ±0.04	<0.001
Mortalidad (%)	4.3	3.0	0.268	3.6	3.6	0.956	4.1	3.2	0.429

^a sustitución de almidón por FAD: 1, +almidón-FAD; 2, -almidón+FAD

^b sustitución de almidón por fibra digestible (FD): 1, +almidón-FD; 2, -almidón+FD

^c nivel de PB (sobre MS): 1, 17.5%; 2, 14.5%

Rendimientos productivos

En las tres semanas postdestete, mientras los animales siguieron consumiendo los piensos experimentales respectivos, se observó que: i) a diferencia de lo que sucede con los gazapos lactantes, la sustitución de almidón por FAD aumentó la ingestión, aunque no lo suficiente para mantener la ganancia de peso, con el consiguiente deterioro de la eficacia alimentaria, ii) la sustitución de almidón por fibra digestible continuó afectando negativamente a la ingestión pero no redujo la ganancia de peso y produjo una mejora de la eficacia alimentaria, probablemente sólo aparente porque estaría asociada a un incremento del contenido gastrointestinal, y iii) la reducción del contenido en PB también siguió penalizando la ingestión y redujo la ganancia de peso.

Tras el cambio al pienso comercial de retirada no se observaron diferencias significativas en la ingestión en función de los factores dietarios (desaparecen casi por

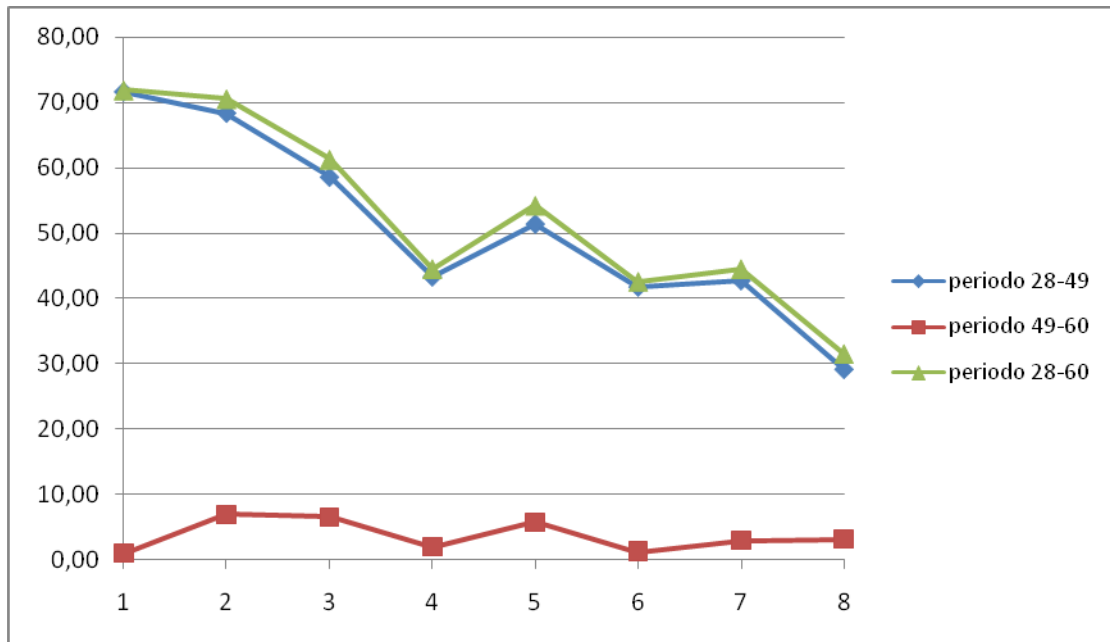
completo cuando se expresan por $\text{kg}^{0.75}$); tampoco se observaron en la ganancia de peso, salvo el crecimiento compensador que experimentaron los animales que venían de menor contenido proteico del pienso en peridestete, lo que resultó en mejor eficiencia alimentaria. Es destacable que la ganancia de peso en el conjunto del cebo fue casi idéntica en todos los casos (para ALFAD: 52.8 vs. 52.1 g/d, $P=0.534$; para ALFD: 52.6 vs. 52.3 g/d, $P=0.846$; para PB: 52.5 vs. 52.4 g/d, $P=0.962$), de forma que las diferencias de peso a los 60 días de vida fueron esencialmente un reflejo de las observadas ya al destete.

Mortalidad

Los tres factores dietarios estudiados tuvieron efecto significativo sobre la mortalidad en las tres semanas postdestete, que disminuyó con la sustitución del almidón por FAD, la sustitución de almidón por fibra digestible y la reducción del nivel de PB del pienso de peridestete, a pesar de que en mayor o menor medida, tales cambios implicaron menor peso al destete y menor crecimiento postdestete.

Como se ha indicado en la introducción del presente trabajo, estos efectos beneficiosos sobre la salud digestiva ya han sido evidenciados, por separado, en otros trabajos. La figura 1, en la que se ilustra la mortalidad registrada en los 8 piensos experimentales, permite ver que, además, estos efectos parecen aditivos. Así, la mortalidad se redujo al sustituir almidón por FAD (piensos 1 vs. 2, -4% y 5 vs. 6, -9%) y al sustituir almidón por fibra digestible (piensos 1 vs. 3, -13% y 5 vs. 7, -8%), pero mucho más claramente cuando se acumularon ambos cambios realizando la sustitución del doble de almidón por los dos tipos de fibra (piensos 1 vs. 4, -29% y 5 vs. 8, -22%). Por último, la disminución de la mortalidad es aún mayor cuando se une la reducción de PB (pienso 4 vs. 8, -14%).

Figura 1. Mortalidad registrada durante el periodo de cebo con los distintos piensos experimentales (%)



CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos puede concluirse que las tres variaciones dietarias (sustitución de almidón por FAD, sustitución de almidón por fibra digestible, reducción del contenido en PB) introducidas en el pienso de peridestete, para alimentación conjunta de camadas y conejas, lo alejan de los intereses de las conejas, ya que, en mayor o menor medida, reducen su producción lechera y empeoran su condición corporal. Por el contrario, aunque los gazapos se destetan con menos peso y presentan menor crecimiento postdestete, los cambios dietarios mencionados redujeron la mortalidad en el postdestete y en el conjunto del cebo, con efectos que además parecen aditivos.

BIBLIOGRAFÍA

- **AOAC.** 2000. Official Methods of Analysis of the AOAC Internacional. 17th Edition. *Association of Official Analytical Chemist, Arlington, USA.*
- **BLAS E., CERVERA C., FERNANDEZ-CARMONA J.** 1994. Effect of two diets with varied starch and fibre levels on the performances of 4-7 weeks old rabbits. *World Rabbit Science*, 2, 117-121.
- **BLAS E., GIDENNE T.** 1998. Digestion of starch and sugars. In *The nutrition of the rabbit* (ed. C. de Blas and J. Wiseman), CABI Publishing, Wallingford, UK, 17-38
- **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.
- **DE BLAS C., GARCÍA J., CARABAÑO R.** 1999. Role of fibre in rabbit diets. A review. *Annales de Zootechnie*, 48, 3-13.
 - **DE BLAS J.C., GARCÍA-REBOLLAR P., GONZÁLEZ-MATEOS G.** 2003. Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos. *Ed. FEDNA, Madrid*.
 - **DEBRAY L., FORTUN-LAMOTHE L., GIDENNE T.** 2002. Influence of low dietary starch/fibre ratio around weaning on intake behavior, performance and health status of young and rabbit does. *Animal Research*, 51, 63-75.
 - **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, 231-236.
 - **GIDENNE T.** 2000. Recent advances and perspectives in rabbit nutrition: Emphasis on fibre requirements. *World Rabbit Science*, 8, 23-32.
 - **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., PEREZ J.M.** 1994. Apports de lignines et alimentation du lapin en croissance. I. Conséquences sur la digestion et le transit. *Annales de Zootechnie*, 43, 313-322.
 - **GIDENNE T., PEREZ J.M.** 2000. Replacement of digestible fibre by starch in the diet of the growing rabbit. I. Effects on digestion, rate of passage and retention of nutrients. *Annales de Zootechnie*, 49, 357-368.
 - **GIDENNE T., ARVEUX P., MADEC O.** 2001. The effect of the quality of dietary lignocelluloses on digestion, zootechnical performance and health of the growing rabbit. *Animal Science* 73, 97-104.
 - **GIDENNE T., CARABAÑO R., GARCÍA J., DE BLAS C.** 1998. Fibre digestion. In *The nutrition of the rabbit* (ed. C. de Blas and J. Wiseman), *CABI Publishing, Wallingford, UK*, 69-88.
 - **MARTÍNEZ-VALLESPÍN B., MURILLO M., MARTÍNEZ E., RÓDENAS L., BLAS E., CERVERA C.** 2008. Utilización de piensos peridestete con bajo contenido en proteína. *XXXIII Symposium de Cunicultura, Calahorra*, 70-73.
 - **MIRALLES M.** 2005. Efecto de la relación fibra digestible/almidón y del contenido en grasa animal del pienso sobre los parámetros productivos de conejos de peridestete. *Trabajo Final de Carrera, Universidad Politécnica de Valencia*.
 - **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.
 - **PASCUAL J.J., BLANCO J., PIQUER O., QUEVEDO F., CERVERA C.** 2004. Ultrasound measurements of perirenal fat thickness to estimate the body condition of reproducing rabbits does in different physiological status. *World Rabbit Science*, 17, 7-21.
 - **PEREZ J.M., GIDENNE T., LEBAS F., CAUDRON I., ARVEUX P., BOURDILLON A., DUPERRAY J., MESSEGER B.** 1994. Apports de lignines et alimentation du lapin

- en croissance. II. Conséquences sur les performances de croissance et la mortalité. *Annales de Zootechnie*, 43, 323-332.
- **PEREZ J.M., GIDENNE T., BOUVAREL I., ARVEUX P., BOURDILLON A., BRIENS C., LE NAOUR J., MESSENGER B., MIRABITO L.** 2000. Replacement of digestible fibre by starch in the diet of the growing rabbit. II. Effects on performances and mortality by diarrhea. *Annales de Zootechnie*, 49, 369–377.
 - **SAS.** 2001. User's guide: statistics version 9.1. *Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC.*
 - **SOLER M.D., BLAS E., CANO J.L., PASCUAL J.J., CERVERA C., FERNÁNDEZ-CARMONA J.** 2004. Efecto de la relación fibra digestible/almidón y del contenido en grasa del pienso de arranque sobre la mortalidad de los conejos. *XXIX Symposium de Cunicultura, Lugo*, 143-146.
 - **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.
 - **VAN SOEST P.J., ROBERTSON J.B., LEWIS B.A.** 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.