

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

- Determinación de las necesidades de treonina en conejos de engorde a partir del nivel de nitrógeno ureico plasmático

Marín-García P.J., Martínez-Paredes E.M., Ródenas L., López M.C., Arnau-Bonachera A., Blas E., Pascual J.J.

- Efecto del nivel de fibra soluble e insoluble sobre el rendimiento de conejas primíparas y sus camadas hasta el segundo parto

Farias C., Noboa T., Delgado R., Allam-Sayed R., Brambillasca S., Ocasio-Vega C., Carabaño R., Nicodemus N., García J.

- Efecto del nivel de fibra soluble e insoluble sobre la digestibilidad fecal y la condición corporal de conejas nulíparas hasta el segundo parto

Noboa T., Farias C., Delgado R., Allam-Sayed R., Brambillasca S., Ocasio-Vega C., Carabaño R., García J., Nicodemus N.

- Efeito da incorporaco de palha de feijo frade (*Vigna unguiculata*) no tratada ou tratada com fungos (*Pleurotus citrinopileatus*) na dieta de coelhos em crescimento sobre as performances e digestibilidade

Andrade E., Pinheiro V., Gonçalves A., Marques Guilhermina G., Silva V., Martins J.J., Ferreira L., Rodrigues M.

- Efecto del nivel de restricción alimentaria y la densidad animal sobre los rendimientos productivos y de la canal en conejos en crecimiento

Medina J.A., García-Ruiz A.I., Marco M., Terreros E., Fernández-Schwarz B., Alfonso C., Saiz A.

- Performances e digestibilidade de coelhos na engorda sujeitos a uma restrico de gua

Pinheiro V., Gonçalves J., Monteiro D., Mourão J.L.

Determinación de las necesidades de treonina en conejos de engorde a partir del nivel de nitrógeno ureico plasmático

Determination of threonine requirements for growing rabbits using plasma urea nitrogen level

Marín-García P.J.^{*}, Martínez-Paredes E.M., Ródenas L., López M.C., Arnau-Bonachera A., Blas E., Pascual J.J.

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

^{*} Dirección de contacto: pabmarg2@upv.es

Resumen

El contenido proteico de los piensos de engorde se ha reducido para minimizar los riesgos de trastornos digestivos. Por lo que resulta crucial un correcto ajuste aminoacídico del pienso, especialmente de los principales aminoácidos limitantes (lisina, azufrados y treonina), siendo la treonina la menos estudiada de todos ellos. El presente trabajo trató de evaluar cuáles son los niveles de treonina adecuados en conejos de engorde, utilizando el nivel nitrógeno ureico plasmático (PUN) y las recomendaciones actuales para la lisina y azufrados (7.3 y 5.2 g/kg, respectivamente). Se formularon tres piensos donde únicamente se modificó el contenido en treonina: uno siguiendo las recomendaciones actuales (6.2 g/kg), otros dos con un 15% menos o más (5.3 y 7.1 g/kg, respectivamente). Se utilizaron 99 conejos (33 por pienso) donde se analizó el PUN a partir de una muestra a las 08:00h (bajo una alimentación *ad libitum*) y otra a las 21:00h (3 h después de restaurar el pienso tras una restricción alimenticia de 10h). No se observaron diferencias en el nivel de PUN de los animales a las 08:00h ($P > 0.05$) independientemente del pienso ofrecido, posiblemente asociado a una interacción con la cecotrofia. Sin embargo, a las 21:00h los niveles de PUN de aquellos animales alimentados con altos niveles de treonina fueron significativamente menores que aquellos alimentados con niveles bajos y medios (-1.60 ± 0.80 y -2.81 ± 0.80 mg/dL, respectivamente; $P < 0.01$). Aunque se deberán de realizar más estudios para confirmarlo, estos resultados podrían estar indicando unas necesidades de treonina para conejos de engorde superiores a las actuales, cuando las cantidades de lisina y azufrados del pienso presentan valores medios.

Palabras clave: Conejos de engorde, nitrógeno ureico plasmático, treonina, aminoácido.

Abstract

The protein content in growing rabbits' diets has been reduced to minimize digestive disorders. In this context it is necessary to adjust amino acid profile, especially those limiting-amino acids (lysine, methionine and threonine). Of all of them, threonine (tre) is the least studied. This work evaluated the levels of threonine suitable in growing rabbits using plasmatic urea nitrogen level (PUN). Three experimental diets were formulated, all of them, using the current recommendations for lysine (lys) and sulphure amino acids (saa). For this diet, tre content was introduced at 6.2 g/kg (MMX) or by 15% more or less (MMH; 7.2g/kg or MML; 5.33g/kg), A total of 99 rabbits (33 per feed) were used. PUN was analyzed from a samples obtained at 08:00h (under *ad libitum* feeding) and at 21:00h (3h after refeeding after a fasting). Average PUN level was the same ($P < 0.05$) at 08:00h, it could be by the cecotrophy. On the other hand, at 21:00h PUN level of animals that were fed using high levels of tre was lower. Although more studies are necessary, this results could show that threonine requirements for growing rabbits are higher than actually recommendations, when current recommendations of lysine and sulphur amino acids are used.

Keywords: Growing rabbits, plasma urea nitrogen, threonine, amino acid.

Introducción

Con el objetivo de mejorar el índice de conversión, uno de los factores de mayor peso económico en la producción cunícola (Cartuche *et al.*, 2014), es conveniente aportar en el pienso niveles de proteína y aminoácidos

necesarios para que los animales muestren todo su potencial. Sin embargo, los niveles proteicos de los piensos de engorde se han reducido en los últimos años (Carabaño *et al.*, 2009), como consecuencia de la irrupción de la enteropatía mucoide, cuya incidencia suele verse potenciada con el aumento del flujo de nitrógeno ileal (de Blas *et al.*, 2007).

Marín-García *et al.* (2016) observaron que los conejos con altas ganancias medias diarias (>50 g/día) retenían menos proteína de la esperada (en función de su crecimiento). Esta menor retención podría indicar que los niveles proteicos de los piensos actuales podrían no ser suficientes para cubrir las necesidades de estos animales, debido posiblemente a la existencia de algún aminoácido limitante. En conejos los aminoácidos esenciales típicamente limitantes son, por este orden, los azufrados (metionina y/o cistina), lisina y treonina. Al ser el tercer limitante, la treonina ha sido menos estudiada (de Blas *et al.*, 1998), resultando de especial interés desarrollar trabajos que permitan ajustar mejor las necesidades de este aminoácido.

Marín García (2016) mostró que el nitrógeno ureico plasmático (del inglés PUN), correspondiente con la cantidad de nitrógeno en forma de urea circulante por el torrente sanguíneo, tiene potencial como indicador de posibles desequilibrios aminoacídicos en los piensos de conejos de engorde (mostrando los piensos equilibrados valores menores de PUN). El presente trabajo tiene como objetivo evaluar cómo se ven afectados los niveles de PUN en conejos de engorde, cuando variamos los niveles de treonina manteniendo los niveles recomendados para los aminoácidos azufrados y lisina.

Material y métodos

Se formularon 3 piensos experimentales a partir de la misma mezcla base [14.1% proteína bruta, 2140 kcal energía digestible/kg, 7.3 g/kg lisina y 5.2 g/kg de metionina+cistina; recomendaciones actuales (de Blas y González-Mateos, 2010)], en la que únicamente se modificó la cantidad de treonina, presentando niveles Medio (6.2 g/kg; recomendaciones actuales), Bajo (5.3 g/kg; 15% menos) y Alto (7.1 g/kg; 15% más).

Un total de 99 animales fueron utilizados (33 por pienso). A los 28 días de edad fueron destetados, pesados y alojados en jaulas colectivas (n=8) alimentándose del pienso Medio hasta el día 47 cuando a cada jaula se le asignó un pienso experimental diferente. La extracción de muestras sanguíneas se hizo siguiendo las recomendaciones de Marín-García (2016) para la determinación del PUN en conejos de engorde. Tras un día de adaptación siguiendo una alimentación *ad libitum*, se produjo la primera extracción de sangre (08:00h). A continuación, se produjo una restricción alimenticia de 10 horas (hasta las 18:00h) y, tras tres horas desde el restablecimiento de la alimentación *ad libitum*, se produjo la segunda extracción (21:00h). Tras la última extracción, se ofrecía nuevamente el pienso Medio hasta el día 63, donde los animales volvían a ser pesados para calcular la ganancia media diaria entre el día 28 y 63.

Las muestras de sangre fueron inmediatamente centrifugadas 5 min a 2500 rpm recuperando el plasma sobrenadante. La determinación del PUN fue realizada usando un kit comercial para analizar la urea plasmática (Urea/BUN-COLOR; BioSystems S.A., Barcelona, España).

Los datos fueron analizados estadísticamente utilizando el paquete estadístico SAS (2009). Incluyendo los efectos fijos tanda (momento de extracción), hora, así como sus interacciones, y la ganancia media diaria como covariable.

Resultados y discusión

En la **Tabla 1** se recogen los efectos del nivel de treonina y la hora de extracción sobre los valores medios de PUN. Como se puede contemplar no existe un efecto significativo del nivel de treonina sobre el PUN ($P > 0.05$). Sin embargo, sí se observa un claro efecto de la hora de extracción, obteniéndose valores menores a las 08:00h *ad libitum* que a las 21:00h tras restricción (-6.86 ± 0.38 mg/dL; $P < 0.001$). Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Marín-García (2016) en estos mismos periodos y bajo el mismo manejo alimenticio, y relacionados con la mayor ingestión de pienso de los conejos a última hora de la tarde respecto a las primeras horas de la mañana.

Tabla 1. Efecto de la treonina (Bajo, 5.3 g/kg; Medio, 6.2g/kg; Alto, 7.1 g/kg) y de la hora de extracción en el nivel de PUN (mg/dL) a 48 días de edad de conejos de engorde.

		PUN (mg/dL)	P-valor
Treonina	Bajo	14.10±0.46	0.1427
	Medio	15.12±0.46	
	Alto	13.94±0.47	
Hora de extracción	08:00	10.95±0.33	0.0001
	21:00	17.81±0.33	
Treonina*Hora			0.0014

A pesar de no observarse diferencias significativas en función del nivel de treonina, sí se aprecian diferencias en la interacción treonina*hora de extracción, por lo que resulta interesante el estudio pormenorizado de la misma en la **Figura 1**. En dicha figura se observa la ausencia de diferencias en los valores de PUN entre los tres niveles de treonina a las 08:00h. Sin embargo, en el caso de las 21:00h aparecen niveles menores de PUN cuando los animales son alimentados con niveles de treonina altos que cuando son alimentados con niveles bajos (-1.60 ± 0.80 mg/dL; $P<0.05$) o medios (-2.81 ± 0.80 mg/dL; $P<0.001$).

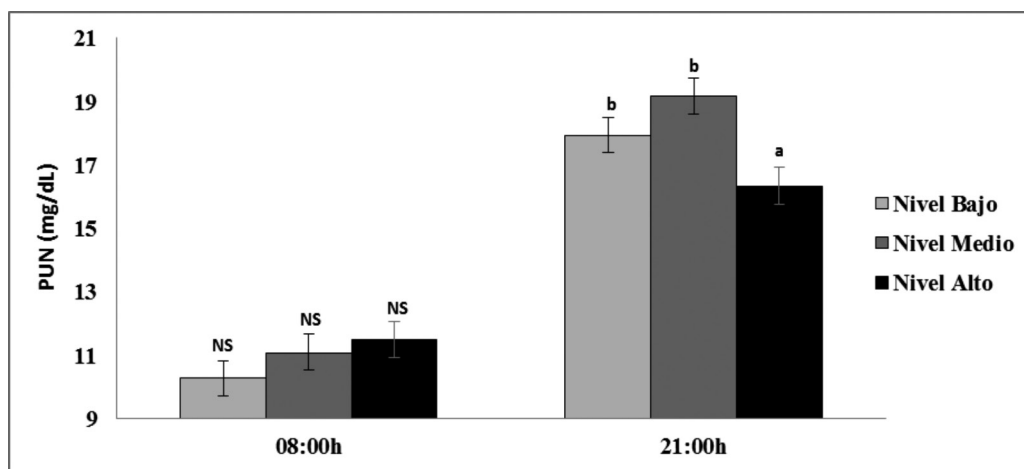


Figura 1. Niveles de PUN (mg/dL) en función del momento de extracción (08:00 y 21:00) y los niveles de Treonina del pienso (Bajo, Medio y Alto). Barras para un mismo periodo que no comparten letra son diferentes significativamente ($P<0.05$).

El método utilizado a las 21:00, está dirigido a maximizar y fomentar la homogeneidad de la ingestión de los animales. En estas condiciones, la disminución en los niveles de PUN cuando los animales son alimentados con piensos con niveles altos de treonina podría indicar que cuando los animales maximizan su ingestión requieren de un mayor aporte de este aminoácido (o alguno sintetizado a partir de éste) para optimizar la síntesis proteica. Estos requerimientos son diferentes (15% mayores) a los obtenidos por de Blas *et al.* (1998) como óptimos para el crecimiento. Estas diferencias pueden quizás deberse al mayor crecimiento diario de los animales en el presente experimento (25% mayor), al diferente contenido en lisina y azufrados (8.1 y 6.6 g/kg, respectivamente) del pienso experimental utilizado por de Blas *et al.* (1998), o por el efecto de la maximización de la ingestión.

Por el contrario, la falta de diferencias significativas a las 08:00h ($P>0.05$) podría indicar una menor dependencia del nivel de treonina del pienso a estas horas (o aminoácidos provenientes de ella). Una posible explicación reside en el papel de la cecotrofia, ya que proporcionalmente suelen haber mayores niveles de treonina, tanto en la proteína endógena de aquellos animales que practican la cecotrofia (García *et al.*, 2001), como en los cecotrofos (Carabaño *et al.*, 2000).

Conclusiones

Se puede concluir que, cuando se maximiza la ingestión de pienso en conejos de engorde se minimiza el nivel de PUN cuando el pienso tiene un nivel de treonina un 15% por encima de las actuales recomendaciones. Aunque debemos hacer más estudios para confirmarlo, estos resultados podrían estar indicando unas necesidades de treonina para conejos de engorde superiores a las actuales cuando los niveles de lisina y metionina son los recomendados.

Agradecimientos

Este estudio ha sido apoyado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) del Gobierno de España (AGL2014-53405-C2-1-P). También se agradece la beca concedida a Pablo Jesús Marín García del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (FPU-2014-01203).

Bibliografía

- de Blas C., Astillero R., Chamorro S., Corujo A., García-Alonso J., García-Rebollar P., García-Ruiz I., Menoyo D., Nicodemus N., Romero C., Carabaño R. 2007. Efectos de la nutrición y el manejo sobre el desarrollo de patologías digestivas de gazapos en un entorno de enteropatía epizoótica. XXIII Curso de especialización FEDNA, Madrid.
- de Blas J.C., Gonzalez-Mateos G. 2010. Feed Formulation. En: de Blas C., Wiseman J. (eds). *Nutrition of the Rabbit*. CABI Publishing, CAB International, Wallingford Oxon, UK, 222-232.
- de Blas 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 and Technology*, 70: 151-160.
- Carabaño R., de Blas C., García A.I. 2000. Recent advances in nitrogen nutrition in rabbits. 7th World Rabbit Congress. Valencia, España. *World Rabbit Science*, 8, Suppl., 15-28.
- 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. 2009. New concepts and objectives for protein-amino acid nutrition in rabbits: a review. *World Rabbit Science*, 17: 1-14.
- Cartuche L., Pascual M., Gómez E.A., Blasco A. 2014. Economic weights in rabbit meat production. *World Rabbit Science*, 22: 165-177.
- García A.I., Espinosa A., de Blas C., Carabaño R. 2001. Effect of caecotrophs on the composition of protein and amino acids in endogenous nitrogen in rabbits. ITEA, Zaragoza, Spain.
- Marín-García P.J., Blas E., Cervera C., Pascual J.J. 2016. A deficient protein supply could be affecting selection for growth rate in rabbits. Annual Meeting of the European Federation of Animal Science. Belfast, UK.
- Marín-García P.J. 2016. El nitrógeno ureico plasmático como indicador de desequilibrio en aminoácidos en los piensos de conejos. XXXII Curso FEDNA. Madrid, España.

Efecto del nivel de fibra soluble e insoluble sobre el rendimiento de conejas primíparas y sus camadas hasta el segundo parto

Effect of level of soluble fibre and insoluble fibre level on the performance of rabbit does and their litters until the second parturition

Farias C., Noboa T., Delgado R., Allam-Sayed R., Brambillasca S., Ocasio-Vega C., Carabaño R., Nicodemus N., García J.*

Departamento de Producción Animal, ETSIA, Universidad Politécnica de Madrid

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

Resumen

En el presente trabajo se estudió si el efecto del nivel de fibra soluble (FS) sobre los rendimientos de las conejas reproductoras y sus camadas depende del nivel de fibra insoluble (FI). Para ello se utilizó un diseño factorial 2×2 con dos niveles de (FI) (33,5 vs. 42,0% FND, sobre MS) y dos niveles de fibra soluble (FS) (6,8 vs. 11,8 % MS) dando lugar a cuatro piensos: bajo en FI y bajo en FS, bajo en FI y alto en FS, alto en FI y bajo en FS y alto en FI y en FS. La prueba se realizó con 96 conejas nulíparas (24/tratamiento). Los niveles de fibra soluble o insoluble administrados no afectaron al número de gazapos nacidos vivos por camada (12,4 gazapos/camada de media; $P \geq 0,43$). Sin embargo, al destete (25 d), las conejas alimentadas con mayor nivel de fibra soluble tuvieron 0,82 gazapos más por camada que aquellas que recibieron los piensos con menor nivel de fibra soluble ($P \leq 0,017$), sin afectar al peso de las mismas. Por otro lado, las camadas de las conejas que recibieron los piensos con mayor contenido en fibra insoluble pesaron un 9% más al destete que las que recibieron el pienso con menor nivel de fibra insoluble ($P = 0,013$). Estos resultados implicaron que el peso individual medio de los gazapos al destete aumentó con el nivel de fibra insoluble, y disminuyó con el nivel de fibra soluble del pienso ($P \leq 0,022$).

Palabras clave: fibra soluble, fibra insoluble, conejas reproductoras.

Abstract

The aim of this work was to study whether the effect of dietary level of soluble fibre (SF) on performance of rabbit does and their litters depends on the level of insoluble fibre (IF). To this end diets were formulated according to a 2×2 factorial design with two levels of IF (33.5 vs. 42.0% NDF, on DM basis) and two levels of SF (6.8 vs. 11.8 % DM). The four diets, low in IF and SF, low in IF and high in SF, high in SF and low in IF, and high in SF and IF were fed to 96 nulliparous does (24/diet). The level of insoluble and soluble fibre did not influence the number of kits born alive (12.4 kits/litter; $P \geq 0.43$). However, the increase of soluble fibre improved the number of kits at weaning (25 d), obtaining 0,8 kits more per litter than those fed the low soluble fibre diets ($P \leq 0.017$), with no effect on the litter weight at weaning. Litters from does fed with the high level of insoluble fibre were heavier at weaning (by 9%, $P = 0.013$). These results implied that the average mean kit weight at weaning increased with the level of insoluble fibre and decreased with the level of soluble fibre ($P \leq 0.022$).

Keywords: soluble fibre, insoluble fibre, rabbit does.

Introducción

El incremento del nivel de fibra soluble en piensos con niveles moderados de fibra insoluble modifica el perfil microbiano de las heces y de la leche de las conejas, no modifica su condición corporal y reduce su tasa de eliminación al comienzo de su carrera reproductiva (Delgado *et al.*, 2015 y datos no publicados). Sin embargo, cuando se aumenta el nivel de fibra soluble en piensos con un elevado contenido en fibra insoluble empeora el balance energético de la coneja y el rendimiento de la camada al destete (Martínez-Vallespín *et al.*, 2011). Por tanto, resulta de interés estudiar si los efectos observados de la inclusión de fibra soluble dependen del nivel de fibra insoluble del pienso.

Materiales y métodos

Se diseñaron 4 tratamientos organizados factorialmente (2×2), con dos niveles de fibra insoluble (FI) (33,5 vs. 42,0% MS) y dos niveles de fibra soluble (FS) (6,8 vs. 11,8 % MS) (**Tabla 1**). De este modo se obtuvieron 4 piensos: bajo en FI y bajo en FS (BFIns/BFSol), bajo en FI y alto en FS (BFIns/AFSol), alto en FI y bajo en FS (AFIns/BFSol) y alto en FI y en FS (AFIns/AFSol). Los niveles de PB fueron del 18,8% MS, mientras que el nivel de almidón fue superior en los piensos con bajo contenido en fibra insoluble. Los piensos con mayor nivel de fibra insoluble se suplementaron con grasa para equilibrar su contenido en energía digestible. Para llevar a cabo la prueba, se utilizaron 96 conejas nulíparas Neozelandés blanco × California que se inseminaron a los 130 días de edad con un peso medio de $3,91 \pm 0,38$ kg. Las conejas fueron asignadas al azar a los piensos experimentales (24/tratamiento) el día de la primera inseminación artificial. Tras el parto, se hicieron adopciones entre los gazapos de las conejas pertenecientes a un mismo tratamiento, de manera que las camadas se igualaron de media a $12,1 \pm 1,35$ gazapos. Las conejas estuvieron restringidas (150 g de pienso/día) en el caso de no haber quedado gestantes en la cubrición anterior, mientras que en el resto de periodos tuvieron acceso *ad libitum* al pienso. Los datos procedentes del ensayo de lactación se analizaron mediante un modelo mixto de medidas repetidas que incluyó como factores fijos el nivel de fibra insoluble, el nivel de fibra soluble, el número de parto de la coneja (factor de

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

Ítem	BFIns/BFSol	BFIns/AFSol	AFIns/BFSol	AFIns/AFSol
<i>Ingredientes %</i>				
Cebada	15,0	14,1	7,0	5,64
Trigo	15,0	14,1	7,0	5,64
Pulpa de remolacha	0,0	17,0	0,0	17,0
Paja	12,0	9,0	24,19	20,24
Alfalfa deshidratada	10,18	10,18	15,39	15,4
Gluten feed	9,0	3,0	7,1	2,0
Salvado	17,0	6,0	13,5	4,0
Torta de girasol	12,0	17,1	13,0	17,5
Torta de soja	6,0	6,0	6,0	6,0
Manteca	0,0	0,0	3,5	3,5
Melaza de caña	1,0	1,0	1,0	1,0
L-Lisina 50	0,30	0,26	0,28	0,22
Alimet	0,05	0,06	0,07	0,08
L-Treonina	0,10	0,08	0,1	0,06
L-triptófano	0,02	0,02	0,02	0,02
Cloruro de sodio	0,25	0,25	0,25	0,25
Carbonato cálcico	1,6	0,8	1,0	0,4
Fosfato cálcico	0,35	0,9	0,45	0,9
Corrector vitamínico-mineral	0,15	0,15	0,15	0,15
<i>Composición química,% MS</i>				
Materia seca	90,4	90,6	90,9	90,8
Proteína bruta	19,5	19,4	18,3	18,1
Fibra dietética total	40,9	45,2	48,7	53,5
FND	33,5	33,6	42,5	41,5
FAD	16,2	17,9	23,0	24,7
LAD	3,66	3,83	6,64	6,52
Fibra soluble	7,4	11,6	6,2	12,0
Almidón	21,1	18,2	11,5	8,10

repetición) y las interacciones entre estos factores, mientras que la coneja se consideró como un efecto aleatorio. La fertilidad fue analizada mediante una regresión logística (procedimiento GENMOD de SAS, considerando una distribución binomial), incluyendo en el modelo las mismas variables.

Resultados y discusión

A continuación se presentan los primeros resultados obtenidos. Los niveles de fibra soluble o insoluble administrados no afectaron al número de gazapos nacidos vivos por camada (12,4 gazapos/camada de media; $P \geq 0.43$), ni al número de gazapos tras la homogeneización de las camadas. Sin embargo, tanto a los 20 d de lactación como al destete (25 d), las conejas alimentadas con mayor nivel de fibra soluble tuvieron 0,65 y 0,82 gazapos más por camada, respectivamente, que aquellas que recibieron los piensos con menor nivel de fibra soluble ($P \leq 0,017$), sin afectar al peso de las mismas. Este es un resultado inesperado y que difiere de lo observado por Martínez-Vallespín et al. (2011) y Delgado et al. (2014 y otros datos no publicados). Por otro lado, el

Tabla 2. Efecto del nivel de fibra soluble e insoluble sobre los rendimientos productivos de conejas reproductoras hasta el segundo parto.

	Piensos				Parto		EEM			P-valor			
	BFIns BFSol	BFIns AFSol	AFIns BFSol	AFIns AFSol	1	2	FI y FS	FIxFS	Parto	IF	SF	FIxFS	Parto
N	24	24	24	24	96	88							
<i>Nª gazapos por camada</i>													
Nacidos totales	12,9	13,3	12,8	13,3	12,2	13,9	0,37	0,52	0,34	0,99	0,43	0,93	0,002
Nacidos vivos	12,3	12,3	12,4	12,6	11,5	13,3	0,37	0,53	0,35	0,65	0,84	0,86	<0,001
Nacidos muertos	0,62	0,98	0,41	0,68	0,85	0,49	0,18	0,25	0,16	0,30	0,21	0,86	0,085
Inicial (tras homogeneizar)	12,4	12,1	12,2	12,4	11,5	13,0	0,12	0,17	0,12	0,88	0,91	0,20	<0,001
20 d	9,70	10,5	10,0	10,8	10,2	-	0,21	0,29	0,15	0,28	0,017	0,91	-
25 d (destete)	9,65	10,4	10,0	10,7	10,2	-	0,20	0,28	0,14	0,31	0,005	0,97	-
<i>Peso de la camada, kg</i>													
Nacimiento	0,621	0,637	0,645	0,644	0,561	0,713	0,014	0,020	0,013	0,45	0,71	0,68	<0,001
Inicial (tras homogeneizar)	0,682	0,640	0,670	0,688	0,577	0,762	0,015	0,022	0,014	0,41	0,58	0,17	<0,001
20 d	2,595	2,531	2,696	2,752	2,643	-	0,059	0,084	0,042	0,056	0,96	0,48	-
25 d (destete)	3,384	3,211	3,565	3,627	3,447	-	0,083	0,12	0,059	0,013	0,63	0,32	-
<i>Peso gazapos, g</i>													
Nacimiento	51,6	51,2	52,9	51,6	49,9	53,73	0,76	1,08	0,75	0,43	0,44	0,73	<0,001
Tras homogeneizar	54,6	52,7	54,7	55,4	50,2	58,4	1,16	1,64	1,06	0,41	0,70	0,42	<0,001
20 d	270	243	272	256	260	-	4,18	5,91	2,96	0,21	<0,001	0,35	-
25 d (destete)	353	307	362	337	340	-	5,88	8,31	4,16	0,022	<0,001	0,22	-
Eficiencia alimenticia ³	0,252	0,259	0,250	0,251	-	-	0,005	0,005	-	0,53	0,61	0,74	-
Fertilidad	93,5	87,5	84,1	93,5	100	78,4	-	-	-	0,79	0,79	0,087	<0,001

¹kg destetados/kg consumidos coneja+camada.

nivel de fibra insoluble tuvo efecto sobre el peso de las camadas a los 20 y 25 d de edad. Así las camadas de las conejas que recibieron los piensos con mayor contenido en fibra insoluble pesaron un 9% más al destete que las que recibieron el pienso con menor nivel de fibra insoluble, independientemente del nivel de fibra soluble del pienso ($P = 0,013$). Esto podría estar relacionado con una mayor producción de leche debido al mayor nivel de grasa de los piensos con mayor nivel de fibra insoluble (Pascual et al., 2003). Estos resultados implicaron que el peso individual medio de los gazapos al destete aumente con el nivel de fibra insoluble, y disminuya con el nivel de fibra soluble del pienso ($P \leq 0,022$).

En el segundo parto las conejas tuvieron 1,7 gazapos nacidos totales más que en el primer parto ($P = 0,002$), incrementándose el número de nacidos vivos por camada en 1,8 gazapos ($P < 0,001$) ya que el número de muertos tendió a disminuir en 0,36 gazapos ($P = 0,085$), lo cual dio lugar a que tras la homogeneización las camadas presentaran 1,5 más ($P < 0,001$) respecto al primer parto. Debido al mayor tamaño de las camadas, su peso aumentó con el número de parto un 24,3 % una vez fueron homogeneizadas ($P < 0,001$) teniendo los gazapos un 14,0 % más de peso ($P < 0,001$). Estos resultados productivos son superiores a los obtenidos recientemente por Delgado et al. (2017).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado gracias a la financiación del proyecto AGL2015-66485-R. Agradecemos a Pilar Cachaldora (COREN) la fabricación de los piensos experimentales.

Bibliografía

Delgado R., Abad-Guamán R., Nicodemus N., Villamide M.J., Ruíz N., Menoyo D., Carabaño R., García J. 2014. Efecto del nivel de fibra soluble y del nivel de ácidos grasos w_3 sobre el rendimiento de las conejas y sus camadas durante las dos primeras lactaciones. XXXIX Symposium de Cunicultura. pp. 82-85. Tudela.

Delgado R., Badiola I., Abad-Guamán R., Nicodemus N., Villamide M.J., Pérez de Rozas A., Menoyo D., Carabaño R., García J. 2015. Efecto del nivel de fibra soluble y de la relación omega-6/omega-3 sobre la colonización microbiana en gazapos lactantes. XL Symposium de Cunicultura. pp 61-65. Santiago de Compostela.

Delgado R., Abad-Guamán R., de la Mata D., Menoyo D., Nicodemus N., García J., Carabaño R. 2017. Effect of dietary supplementation with arginine and glutamine on the performance of rabbit does and their litters during the first three lactations. Anim. Feed Sci. Technol. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.anifeedsci.2017.02.015>

Martínez-Vallespín B., Martínez-Paredes E., Ródenas L., Cervera C., Pascual J.J., Blas E. 2011. Combined feeding of rabbit female and Young: partial replacement of starch with acid detergent fibre or/and neutral detergent soluble fibre at two protein levels. Livest. Sci., 141: 155-165. doi 10.1016/j.livsci.2011.05.014.

Pascual J.J., Cervera C., Blas E., Fernández-Carmona J. 2003. High-energy diets for reproductive rabbit does: effect of energy source. Nutr. Abstr. Rev., 73: 27-39.

Efecto del nivel de fibra soluble e insoluble sobre la digestibilidad fecal y la condición corporal de conejas nulíparas hasta el segundo parto

Effect of level of soluble fibre and insoluble fibre level on the faecal digestibility and body condition of nulliparous rabbit does until the second parturition

Noboa T., Farias C., Delgado R., Allam-Sayed R., Brambillasca S., Ocasio-Vega C., Carabaño R., García J., Nicodemus N.*

Dpto. Producción Agraria, ETSI Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas, Universidad Politécnica de Madrid

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

Resumen

En este trabajo se estudió si el efecto del nivel de fibra soluble (FSol) sobre la digestibilidad y condición corporal de las conejas reproductoras hasta el segundo parto depende del nivel de fibra insoluble (FIns). Para ello, se utilizó un diseño factorial 2×2 con dos niveles de FIns (33,5 vs. 42,0% FND, sobre MS) y dos niveles de FSol (6,8 vs. 11,8 % MS) dando lugar a cuatro piensos. La condición corporal se determinó en 96 conejas nulíparas (24/tratamiento) mediante la técnica de impedancia bioeléctrica (BIA) en el día de la inseminación, un día antes del parto (pre-parto), inmediatamente tras el parto y al destete (25 d). Para la prueba de digestibilidad se utilizaron 32 conejas durante su primera gestación (16/tratamiento). El consumo de las conejas aumentó un 13% ($P = 0,036$) al aumentar el nivel de FIns debido a que la digestibilidad fecal de la MS y energía se redujo un 12% y la de la proteína un 2% ($P \leq 0,023$). El incremento del nivel de FSol aumentó la digestibilidad fecal de la MS y energía en un 5% ($P < 0,001$). El ratio PBd/ED aumentó con el nivel de FIns y se redujo con el nivel de FSol (especialmente entre los piensos AFIns y AFSol. $P < 0,001$). El incremento del nivel de FSol aumentó el nivel de grasa y energía corporal y redujo el contenido de agua corporal el día 29 de la primera gestación (pre-parto), efecto que se observó de manera más marcada con el nivel más bajo de FIns ($P \leq 0,066$). Sin embargo, no se observó ninguna diferencia entre tratamientos tras el parto. En el destete, el contenido en proteína tendió a ser menor en los animales que recibieron los piensos BFIns/AFSol y AFIns/BFSol con respecto a aquellas alimentadas con los piensos BFIns/BFSol y AFIns/AFSol ($P = 0,054$), sin observarse ningún efecto en el nivel de grasa.

Palabras clave: fibra insoluble, fibra soluble, digestibilidad, condición corporal, conejas reproductoras.

Abstract

The aim of this work was to study whether the effect of dietary level of soluble fibre (SF) on digestibility and the evolution of body composition of rabbit does until the second parturition depends on the level of insoluble fibre (IF). To this end diets were formulated according to a 2×2 factorial design with two levels of IF (33.5 vs. 42.0% NDF, on DM basis) and two levels of SF (6.8 vs. 11.8 % DM). The four diets were fed to 96 nulliparous does (24/diet) that were used to determine body composition by bioelectrical impedance analysis (BIA) at artificial insemination, pre-partum, post-partum and weaning (25 d). In the digestibility trial were used 32 rabbits does in their first pregnancy (16/diet). Feed intake increased by 13% ($P = 0.036$) with the high level of IF because fecal digestibility of DM and energy decreased by 12% and 2% for protein ($P \leq 0.023$). The highest level of SF increased by 5% fecal digestibility of DM and energy ($P < 0.001$). The ratio DP/DE increased with the IF level and decreased with SF (especially in HighIF and HighSF diets. $P < 0.001$). The increase of SF level increased body fat and energy, and decreased body water on day 29th of gestation (pre-parturition), especially in the HighIF group ($P \leq 0.066$). At weaning, body protein content tended to be lower in animals fed with diets LowIF/HighSF and HighIF/High SF than in those fed LowIF/LowSF and HighIF/HighSF ($P = 0.054$), without any effect in body fat.

Keywords: insoluble fiber, soluble fiber, digestibility, body condition, rabbit does.

Introducción

La condición corporal de las conejas es un factor que está vinculado con la eliminación de conejas reproductoras (Rosell y de la Fuente, 2009). En general, parece que el tipo de pienso (siempre que cumpla con las recomendaciones) no parece que modifique la condición corporal de las conejas a medio-largo plazo (Theilgaard et al., 2006; Romero et al., 2011; Delgado et al., 2014 y 2017 y datos no publicados). Por otra parte, un aumento del nivel de fibra soluble parece que reduce la tasa de reposición de las conejas (Delgado et al. Datos no publicados), sin modificar la condición corporal. Por el contrario, algunos estudios en momentos concretos del ciclo productivo han observado alguna influencia del pienso: nivel y tipo de fibra (Rebollar et al., 2011) y nivel de fibra y proteína (Martínez-Vallespín et al., 2011). Estos últimos autores observaron que la inclusión de fibra soluble por almidón redujo el contenido energético de las conejas en lactación con el mayor nivel de proteína estudiado. En este contexto, resulta de interés estudiar si la inclusión de fibra soluble (FSol) puede afectar a la condición corporal de las conejas y si este efecto depende del nivel de fibra insoluble (FIns) del pienso.

Materiales y métodos

En este trabajo se utilizaron los mismos piensos descritos en la comunicación de Farias et al. (2017) y los mismos animales para la obtención de los resultados. Para determinar la digestibilidad fecal de la MS, PB y energía se utilizaron un total de 32 conejas (16 conejas/tratamiento) elegidas al azar entre las conejas que formaban parte del experimento. Se realizó una recogida diaria de heces durante cuatro días consecutivos (entre los días 7 y 11 de la primera gestación) y se midió el consumo durante ese periodo (acceso *ad libitum* al pienso). Las heces fueron almacenadas a -20°C, se secaron a 80°C durante 48 h y se molieron a 1mm para la realización de los análisis. La composición corporal de las conejas (humedad, proteína, grasa, cenizas y energía) se estimó mediante las ecuaciones de regresión desarrolladas por Nicodemus et al. (2009) y Pereda (2010), a partir de los datos de impedancia bioeléctrica (BIA), el peso de la coneja y su estado fisiológico. Las medidas de BIA se realizaron el día de la inseminación (IA), un día antes del parto (pre-parto), inmediatamente tras el parto y al destete. Los datos se analizaron mediante un modelo mixto de medidas repetidas donde el factor de repetición fueron los eventos reproductivos a lo largo del tiempo (IA, parto, destete) y la coneja se consideró como un efecto aleatorio.

Resultados y discusión

Las conejas alimentadas con el mayor nivel de FIns aumentaron su consumo durante el periodo de digestibilidad un 13% con respecto al grupo con menor nivel de FIns ($P = 0,036$, **Tabla 1**). Esto se debió a que la digestibilidad fecal de la MS y energía se redujo un 12% y la de la proteína un 2% al aumentar el nivel de FIns ($P \leq 0,023$).

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

	Pienso				EEM		P-valor		
	BFIns/ BFSol	BFIns/ AFSol	AFIns/ BFSol	AFIns/ AFSol	FI y FS	FI×FS	FI	FS	FI×FS
N	5	7	6	8					
Consumo, g MS/d	141	140	153	164	7,92	11,2	0,036	0,59	0,43
<i>Digestibilidad fecal aparente,%</i>									
Materia seca	64,5	67,2	56,1	59,4	0,52	0,73	<0,001	0,001	0,69
Energía	66,6	69,2	58,2	62,1	0,51	0,71	<0,001	0,001	0,40
Proteína bruta	81,3	82,4	79,7	80,4	0,53	0,75	0,023	0,26	0,83
[PB digestible/ED], g/MJ	12,2	11,9	13,7	13,0	0,007	0,011	<0,001	<0,001	0,062
ED, MJ/kg MS	12,0	12,1	11,0	11,4	0,091	0,13	<0,001	0,097	0,34
PB digestible, % MS	15,8	16,0	14,6	14,5	0,10	0,14	<0,001	0,64	0,42

BFIns: baja fibra insoluble, BFSol: baja fibra soluble, AFIns: alta fibra insoluble, AFSol: alta fibra soluble. EEM: error estándar de la media.

Tabla 2. Efecto de los niveles de fibra insoluble y soluble sobre la composición química corporal de conejas nulíparas hasta el segundo parto.

	Pienso				Partos		EEM				P-valor				
	BFIns/ BFSol	BFIns/ AFSol	AFIns/ BFSol	AFIns/ AFSol	1	2	FI y FS	FI× FS	FS Parto	Cov1 ¹	Cov ²	FI	FS	FI× FS	FS Parto
N	24	24	24	24											
Inseminación Artificial 1															
Humedad, %	59,4	59,3	59,3	59,2	58,8	59,7	0,18	0,25	0,18	<0,001	0,24	0,64	0,66	0,98	0,002
Proteína, %	17,9	17,9	17,9	17,9	18,0	17,8	0,03	0,04	0,03	<0,001	0,85	0,42	0,16	0,51	<0,001
Grasa, %	16,0	16,1	16,1	16,1	16,3	15,9	0,19	0,27	0,19	<0,001	0,59	0,90	0,87	0,95	0,12
Cenizas, %	3,08	3,09	3,10	3,09	3,10	3,08	0,01	0,01	0,009	<0,001	0,21	0,55	0,98	0,78	0,32
Energía, kJ/100gPV	1104	1109	1111	1115	1159	1060	7,98	11,3	9,71	<0,001	0,21	0,58	0,70	0,97	<0,001
Preparto															
Humedad, %	60,5 ^b	59,0 ^a	59,9 ^b	59,7 ^{ab}	-	-	0,21	0,30	-	0,005	0,59	0,92	0,004	0,044	-
Proteína, %	17,1	17,1	17,2	17,2	-	-	0,05	0,07	-	0,007	0,51	0,64	0,99	0,93	-
Grasa, %	16,3	17,7	16,8	17,1	-	-	0,27	0,39	-	<0,001	0,060	0,89	0,003	0,066	-
Cenizas, %	2,93	2,91	2,92	2,93	-	-	0,01	0,01	-	<0,001	0,67	0,75	0,39	0,14	-
Energía, kJ/100gPV	1234 ^a	1297 ^c	1258 ^{ab}	1270 ^{bc}	-	-	8,90	12,6	-	<0,001	0,060	0,91	0,004	0,045	-
Parto 1															
Humedad, %	60,7	60,3	60,4	60,4	60,3	60,6	0,24	0,34	0,21	0,29	0,024	0,68	0,64	0,61	0,14
Proteína, %	18,1	18,0	18,0	18,0	17,9	18,1	0,04	0,06	0,04	0,16	0,57	0,52	0,33	0,91	0,001
Grasa, %	14,6	15,1	14,7	15,0	15,5	14,3	0,21	0,30	0,19	0,26	<0,001	0,95	0,17	0,67	<0,001
Cenizas, %	3,20	3,15	3,15	3,15	3,13	3,20	0,02	0,02	0,01	0,003	0,58	0,18	0,18	0,34	<0,001
Energía, kJ	1096	1121	1107	1114	1130	1089	8,78	12,4	7,94	0,56	<0,001	0,90	0,20	0,47	<0,001
Destete 1															
Humedad, %	62,2	61,3	61,9	61,9	-	-	0,37	0,52	-	0,99	0,020	0,77	0,40	0,34	-
Proteína, %	19,1	18,8	18,8	19,1	-	-	0,10	0,14	-	0,57	0,84	0,88	0,90	0,054	-
Grasa, %	14,1	14,9	14,3	14,5	-	-	0,34	0,48	-	0,55	0,055	0,84	0,34	0,55	-
Cenizas, %	3,05	3,04	3,05	3,03	-	-	0,01	0,02	-	0,004	0,52	0,96	0,64	0,86	-
Energía, kJ/100gPV	1060	1099	1074	1075	-	-	14,8	20,9	-	0,94	0,020	0,81	0,34	0,36	-

BFIns: baja fibra insoluble, BFSol: baja fibra soluble, AFIns: alta fibra insoluble, AFSol: alta fibra soluble. EEM: error estándar de la media.

¹ Peso inicial de la coneja. ² Condición corporal inicial. a-c Medias con letras diferentes indican que difieren con P<0,050.

Debido a ello, al aumentar el nivel de FIns se observó una reducción de la energía digestible y de la proteína digestible (12,0 vs. 11,2 MJ/kg MS y 15,9 vs. 14,5% MS, respectivamente; P < 0,001), tal como se esperaba. Por otra parte, el incremento del nivel de FSol aumentó la digestibilidad fecal de la MS y energía en un 5% (P < 0,001), sin modificar el de la proteína bruta. La energía digestible tendió a aumentar con el incremento del nivel de FSol en el pienso (P = 0,097). En consecuencia, el ratio PBd/ED aumentó con el nivel de FIns y se redujo con el nivel de FSol (especialmente entre los piensos AFIns y AFSol). El incremento del nivel de FSol aumentó el nivel de grasa y energía y redujo el contenido de agua corporal el día 29 de la primera gestación (pre-parto), efecto que se observó de manera más marcada con el nivel más bajo de FIns (Tabla 2. P ≤ 0,066), sin observarse diferencias en la prolificidad entre las conejas de los distintos tratamientos (Farias et al., 2017). Sin embargo, no se observó ninguna diferencia entre tratamientos tras el parto. En el destete, el contenido en proteína tendió a ser menor

en los animales que recibieron los piensos BFIns/AFSol y AFIns/BFSol con respecto a aquellas alimentadas con los piensos BFIns/BFSol y AFIns/AFSol ($P = 0,054$), sin observarse ningún efecto en el nivel de grasa.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado gracias a la financiación del proyecto AGL2015-66485-R y MEDGAN ABI-2913. Agradecemos a Pilar Cachaldora (COREN) la fabricación de los piensos experimentales.

Bibliografía

Delgado R., Abad-Guamán R., Nicodemus N., Villamide M.J., Ruiz N., Menoyo D., Carabaño R., García J. 2014. Efecto del nivel de fibra soluble y del nivel de ácidos grasos w_3 sobre el rendimiento de las conejas y sus camadas durante las dos primeras lactaciones. XXXIX Symposium de Cunicultura. pp. 82-85. Tudela.

Delgado R., Abad-Guamán R., de la Mata D., Menoyo D., Nicodemus N., García J., Carabaño R. 2017. Effect of dietary supplementation with arginine and glutamine on the performance of rabbit does and their litters during the first three lactations. *Anim. Feed Sci. Technol.* <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.anifeedsci.2017.02.015>

Farias C., Noboa T., Delgado R., Allam-Sayed R., Brambillasca S., Ocasio-Vega C., Carabaño R., Nicodemus N., García J. 2017. Efecto del nivel de fibra soluble e insoluble sobre el rendimiento de conejas nulíparas y sus camadas hasta el segundo parto. XLII Symposium de Cunicultura. Murcia.

Martínez-Vallespín B., Martínez-Paredes E., Ródenas L., Cervera C., Pascual J.J., Blas E. 2011. Combined feeding of rabbit female and young: partial replacement of starch with acid detergent fibre or/and neutral detergent soluble fibre at two protein levels. *Livest. Sci.*, 141: 155-165. doi 10.1016/j.livsci.2011.05.014.

Nicodemus N., Pereda N., Romero C., Rebollar P.G. 2009. Évaluation de la technique d'impédance bioélectrique (IBE) pour estimer la composition corporelle de lapines reproductrices. In: *Proc. 13èmes Journées de la Recherche Cunicole*. p. 109-112.

Pereda N. 2010. Evaluación de la técnica del Análisis de Impedancia Bioeléctrica (BIA) para predecir la composición corporal: aplicación en conejas sometidas a diferentes sistemas de alimentación durante la recría, PhD Thesis, UPM., Madrid, Spain.

Rebollar P.G., Pereda N., Schwarz B.F., Millán P., Lorenzo P.L., Nicodemus N. 2011. Effect of feed restriction or feeding high-fibre diet during rearing period on body composition, serum parameters and productive performance of rabbit does. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 163: 67-76.

Romero C., Nicodemus N., Martínez de Morentin C.G., García A.I., De Blas C. 2011. Effect of grinding size of barley and dehydrated alfalfa on performance and body composition of does during their early reproductive cycles. *Livest. Sci.*, 140: 55-61.

Rosell J.M., de la Fuente L.F. 2009. Culling and mortality in breeding rabbits. *Prev. Vet. Med.*, 88: 120-127.

Theilgaard P., Sánchez J.P., Pascual J.J., Friggens N.C., Baselga M. 2006. Effect of body fatness and selection for prolificacy on survival rabbit does assessed using a cryopreserved control population. *Livest. Sci.*, 103: 65-73.

Efeito da incorporação de palha de feijão frade (*Vigna unguiculata*) não tratada ou tratada com fungos (*Pleurotus citrinopileatus*) na dieta de coelhos em crescimento sobre as performances e digestibilidade

*Effects of the dietary incorporation of cowpea (*Vigna unguiculata*) stover untreated and pre-treated with white-rot fungi (*Pleurotus citrinopileatus*) on performance and digestibility of rabbits*

*Efecto de la incorporación de paja de judía de careta (*Vigna unguiculata*) no tratados y tratados con hongo de la pudrición blanca (*Pleurotus citrinopileatus*) en el rendimiento y digestibilidad de conejos*

Andrade E.^{1,2}, Pinheiro V.^{1,3*}, Gonçalves A.⁴, Marques Guilhermina, G.⁴, Silva V.¹, Martins J.J.^{1,3}, Ferreira L.^{1,4}, Rodrigues M.^{1,4}

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

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

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

⁴ CITAB, Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, 5000-801 Vila Real, Portugal.

* Dirección de contacto: vpinheir@utad.pt

Resumen

El objetivo de este estudio fue el de evaluar el efecto de incorporación de paja de judía de careta no tratada y tratada con el hongo *Pleurotus citrinopileatus* en los rendimientos y digestibilidad de conejos en crecimiento. Un total de 80 animales fueron distribuidos aleatoriamente cinco tratamientos: control sin paja (FF0), incorporación de 5% (FF5) y 10% (FF10) de paja no tratada; y de 5% (FF5T) y 10% (FF10T) de paja tratada con el hongo. El experimento ha transcurrido entre el 35° y el 63° día de edad, siendo los conejos alojados individualmente y alimentados *ad libitum* con dietas no medicamentadas. El peso final ha sido afectado por el nivel de la incorporación de paja de judía de careta ($P = 0,040$), donde los animales del tratamiento control alcanzaron un peso superior al tratamiento con 10% de incorporación de paja (2365 vs. 2196 g). El peso final de los animales alimentados con paja tratada con *Pleurotus citrinopileatus* fue mayor ($P < 0,05$) que el de los animales alimentados con la paja no tratada (2323 vs. 2264 g). En ninguna de las otras variables (ingestión media diaria, ganancias de peso, índice de conversión y la digestibilidad) se han observado cambios entre tratamientos ($P > 0,05$). Los resultados indican que la incorporación de paja de judía de careta no afectó la mayoría de los parámetros de rendimiento de los animales y la digestibilidad de la dieta, excepto el peso final de los animales, y que el tratamiento de la paja con *Pleurotus citrinopileatus* inhibe los efectos negativos de la incorporación paja de judía de careta en la dieta de conejos en crecimiento.

Palabras clave: conejos, alimentación, basidiomicetos, paja de judía de careta, subproductos.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of the incorporation of untreated and treated cowpea stover with *Pleurotus citrinopileatus* white-rot fungus on the productive performance of growing rabbits (live weight, feed intake and conversion feed rate) and digestibility of diets. A total of 80 animals were randomly

allocated among five dietary treatments; incorporation of 0% (FF0), 5% (FF5) and 10% (FF10) of untreated stover, and 5% (FF5T) and 10% (FF10T) of fungus treated stover. The trial was conducted between the 35th and 63rd days of age, with rabbits housed individually and fed *ad libitum* with non-medicated diets. The final live weight was affected by the level of incorporation of untreated cowpea stover ($P = 0.0401$), and control animals reached a higher weight than the treatment with 10% stover incorporation (2365 vs. 2196 g). The final live weight of the animals fed treated stover was also higher ($P > 0.05$) than the animals fed with untreated straw (2323 vs. 2264 g). No changes between treatments ($P < 0.05$) were observed in any of the other analyzed variables (average daily feed intake, weight gain, feed conversion and nutrient digestibility). The results obtained indicate that the incorporation of cowpea stover did not affect the general parameters of animal performance and nutrient digestibility, except for the final weight of the animals. The results demonstrate that the treatment of cowpea stover with *Pleurotus citrinopileatus* inhibited the negative effects of cowpea stover incorporation in diets of growing rabbits.

Keywords: rabbit, basidiomycetes, by-products, feeding, cowpea stover.

Introdução

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

Devido às suas características nutricionais e abundância, os subprodutos provenientes do cultivo de leguminosas para a obtenção de grão, nomeadamente as palhas e vagens são materiais que podem ser incorporados nos alimentos compostos para herbívoros. Com efeito, estudos anteriormente desenvolvidos apontam para valores elevados de proteína bruta (14%) e digestibilidade da matéria orgânica (da ordem de 60%) para a palha de feijão-frade (*Vigna unguiculata*, Andrade *et al.*, 2016). No entanto, devido à colheita tardia do grão, o estágio de desenvolvimento fenológico avançado da planta acarreta a deposição de fatores antinutricionais (Andrade *et al.*, 2016) que reduzem o seu aproveitamento pelo animal e condicionam a sua utilização nas dietas para animais criados de forma intensiva.

Neste sentido, têm vindo a ser utilizados diversos tratamentos (químicos, físicos e biológicos) para melhorar o valor nutritivo destes subprodutos. O uso de fungos de podridão branca é uma destas alternativas, principalmente por promover alterações na estrutura da lignina, facilitando o acesso aos polissacarídeos estruturais, potencialmente digestíveis (Ribeiro *et al.*, 2012; Andrade *et al.*, 2016). Estudos anteriores mostraram que o tratamento de palha de feijão-frade (Andrade *et al.*, 2016), ou folhas de oliveira (Ribeiro *et al.*, 2012), com fungos da podridão branca melhoraram o valor nutritivo e podem ser incorporadas em dietas para coelhos. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a inclusão de palha de feijão-frade não tratada e tratada com o fungo *Pleurotus citrinopileatus* em alimentos compostos e seus efeitos na performance de crescimento dos coelhos e digestibilidade das dietas.

Materiais e métodos

Dietas, animais e delineamento experimental

Cinco dietas experimentais foram preparadas contendo 0, 5 e 10% de palha de feijão-frade não tratada (FF0, FF5 e FF10, respetivamente); e 5 e 10% de palha de feijão-frade tratada (FF5T e FF10T, respetivamente) com o fungo *Pleurotus citrinopileatus*. A palha tratada foi obtida após um processo de incubação de fermentação em estado sólido em caixas Microbox TP3000 + TPD3000 XXL (Microbox Combiness, Nevele, Bélgica) durante 22 dias, conforme descrito por Andrade *et al.* (2016). As dietas foram formuladas para suprir as necessidades nutricionais de coelhos em crescimento de acordo com as recomendações de De Blas e Mateos (1998). A composição química da palha de feijão-frade não tratada e tratada e das dietas é apresentada nos **Quadros 1 e 2**, respetivamente.

Quadro 1. Composição química da palha de feijão-frade (*Vigna unguiculata*) não tratada e tratada com o fungo *Pleurotus citrinopileatus*.

	Parâmetros ¹			
	MS	MO	NDF	PB
Palha de feijão-frade	897	889	576	105
Palha de feijão-frade tratada	915	891	668	122
Variação	+ 2%	+ 0,2%	+ 16%	+ 16%

¹ MS, matéria seca; MO, matéria orgânica; NDF, fibra do detergente neutro; PB, proteína bruta; dados expressos em g/kg de MS, com exceção da fração MS que está expressa em g/kg.

O ensaio com os animais foi desenvolvido no Departamento de Zootecnia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, no período entre Novembro e Dezembro de 2016. Os animais foram manuseados segundo os princípios de bem-estar animal, conforme legislação portuguesa (Portaria n° 1005/92, 214/08, 635/09). Foram utilizados 80 coelhos do tipo Neozelandês × Californiano, de ambos os sexos, alojados em jaulas individuais num pavilhão com controlo de temperatura (18-23°C) e de fotoperíodo (12 horas de luz; 08:00h às 20:00h). Durante todo o ensaio, os coelhos foram alimentados *ad libitum* com dietas não medicadas e com acesso permanente à água de abeberamento. O período de avaliação experimental decorreu entre o 35º ao 63º dia de idade dos coelhos.

Quadro 2. Ingredientes e composição química de dietas para coelhos em crescimento com inclusão de 0%, 5% e 10% de palha não tratada (FF); e 5% e 10% de palha tratada (FFT) com fungo

	Dietas experimentais				
	FF0	FF5	FF10	FF5T	FF10T
Ingredientes (g/kg, de alimento)					
Farelo de trigo	263	300	300	300	301
Luzerna	220	170	120	170	120
Semente de girassol	209	210	219	209	219
Polpa de beterraba	159	131	108	125	92
Grão de cevada	69	77	66	80	80
Melaço de cana-de-açúcar	18	10	16	14	20
Óleo de soja	8	2	3	2	3
Grão de soja (47%)	0	0	9	0	7
Palha de feijão-frade	0	50	100	0	0
Palha de feijão-frade tratada	0	0	0	50	100
Minerais, vitaminas e aditivos	54	51	58	50	58
Composição química (g/kg MS)					
Matéria seca (g/kg)	895	902	902	902	904
Matéria orgânica	883	888	883	886	883
Proteína bruta	162	162	163	162	163
Energia Bruta (kJ/kg MS)	18,0	18,0	18,1	17,9	18,0
Fibra em Detergente Neutro	392	406	412	418	419

Determinações

Foram realizadas pesagens semanais dos animais e do alimento e calculado o ganho médio diário (GMD), a ingestão média diária de alimento (IMD) e o índice de conversão alimentar (ICA), pelo quociente entre o IMD e o GMD. A análise da composição química das dietas e das fezes foi efectuada de acordo com as metodologias propostas pela AOAC (1990) e Van Soest *et al.* (1991). Entre o 55º e o 59º dia de idade dos coelhos, foram colhidas amostras das dietas e as fezes de 50 coelhos (10 por tratamento) para determinação da digestibilidade in vivo da matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro isento de cinzas (NDFa), de acordo com o método de referência Europeu (Perez *et al.*, 1995).

Tratamento estatístico

Os dados foram analisados através de um delineamento inteiramente casualizado, com tipo de dieta como a principal fonte de variação, utilizando o programa JMP 7. (SAS, 2007). Contrastes não-ortogonais (FF0 vs. FF5 vs. FF10) foram utilizados para avaliar o efeito do nível de inclusão de palha não tratada na performance e digestibilidade dos coelhos. Contrastes ortogonais (FF5+FF10 vs. FF5T+FF10T) foram utilizados para avaliar os efeitos da inclusão de palha não tratada ou palha tratada nas mesmas variáveis. As diferenças foram consideradas significativas para $P < 0,05$.

Resultados e discussão

Durante a realização do ensaio houve registo de apenas duas mortes (FF5T e FF10) pelo que a taxa de mortalidade não foi calculada. O efeito das dietas nas performances de crescimento e na digestibilidade das dietas é apresentado no Quadro 3. O peso vivo final foi afetado pelo nível de incorporação de palha de feijão-frade não tratada ($P=0,041$) que decresceu cerca de 7%, entre os grupos controlo e com 10% de incorporação de palha. Em nenhuma das outras variáveis analisadas (consumo diário, ganho de peso, conversão alimentar e digestibilidade dos nutrientes) foram observadas alterações entre tratamentos ($P < 0,05$). Os animais alimentados com palha tratada apresentaram peso vivo final 5% superior ($P=0,0391$) aos alimentados com palha não tratada (2323 vs. 2215 g).

Embora a formulação das dietas tenha tido por objetivo desenhar dietas isoproteicas, isoenergéticas e isofibras, é de salientar que a incorporação de palha de feijão frade na dieta resultou num aumento da fração NDF (**Quadro 2**). De facto, a quantidade e a composição química e física da fibra dos componentes de uma dieta tem efeitos importantes na digestão e no crescimento dos animais (Garcia *et al.*, 1999). A degradação das performances com a incorporação de palha não tratada e a sua melhoria com a palha tratada com os fungos, alterou possivelmente algumas características das dietas que levou a uma melhoria na ingestão e no crescimento.

Quadro 3. Performance de crescimento de coelhos e digestibilidade da dieta com inclusão de 0%, 5% e 10% de palha não tratada (FF); e 5% e 10% de palha tratada (FFT) com fungos.

	Dietas experimentais					SEM	P valor	
	FF0	FF5	FF10	FF5T	FF10T		FF0 vs. FF5 vs. FF10	FF5+FF10 vs. FF5T+FF10T
Performance de crescimento (n = 16/grupo)								
Peso vivo aos 35 d (g)	1061	1022	995	1045	1058	37,5	0,435	0,249
Peso vivo aos 63 d (g)	2365 ^b	2233 ^{ab}	2196 ^a	2290	2356	52,5	0,041	0,039
Ganho médio diário (g/d)	46,6	43,3	42,9	44,4	46,3	1,45	0,141	0,098
Ingestão média diária (g/d)	155	148	153	151	163	4,9	0,587	0,190
Índice de conversão alimentar	3,35	3,44	3,57	3,42	3,52	0,074	0,121	0,063
Digestibilidade aparente (n = 10/grupo)								
Matéria seca (g/kg)	567	566	566	569	556	11,2	0,993	0,792
Matéria Orgânica (g/kg)	578	571	568	573	562	11,5	0,831	0,848
NDFa (g/kg)	362	375	378	385	359	18,2	0,772	0,797
Proteína Bruta (g/kg)	709	690	689	684	661	11,0	0,474	0,104

Os resultados obtidos indicam que o tratamento da palha tratada com *Pleurotus citrinopileatus* inibiu os efeitos negativos da incorporação de palha de feijão-frade não tratada na dieta dos animais. Este efeito foi também observado por Ribeiro et al. (2012), ao fornecer folha de oliveira não tratada e tratada com *Ganoderma resinaceum* a coelhos em crescimento.

Conclusão

Os resultados obtidos permitem concluir que a incorporação de palha de feijão-frade não afetou a generalidade dos parâmetros de performance animal e digestibilidade das dietas, exceto o peso final dos animais. Para além disso, os resultados indicam que o tratamento da palha com *Pleurotus citrinopileatus* inibiu os efeitos negativos da incorporação de palha de feijão-frade na dieta de coelhos em crescimento, aumentando o peso vivo final.

Agradecimentos

Estudo financiado pelo 7º Programa Quadro da União Europeia através do projeto nº 613781 "Eurolegume – Enhancing of legumes growing in Europe through sustainable cropping for protein supply for food and feed".

Bibliografia

Andrade E.A., Silva V., Gonçalves A., Pinheiro V., Marques G.M.S., Ferreira L.M.M., Rodrigues M.A.M. 2016. Efecto del tratamiento biológico con hongo de la pudrición blanca en paja de judía de careta (*Vigna unguiculata*) en la alimentación de los conejos. En: 41º Symposium de Cunicultura ASESCU, Hondarribia, España. pp. 74-77.

AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*, 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.

De Blas J. C., Mateos G.G. 1998. *Feed formulation*. En: *The Nutrition of the Rabbit*. pp 241-253.

García J., Carabaño R., de Blas C. 1999. *Effect of fibre source on cell wall digestibility and rate of passage in rabbits*. *Journal Animal Science*, 77: 898-905.

Oliveira A.F.G., Scapinello C., Maria B.G., Jobim C.C., Monteiro A.C., Furuta L., Ferreira W.M. 2008. *Use of simplify diet with cassava by products for rabbits*. En: *9th World Rabbit Congress*. Verona, Italia, pp. 10-13.

Perez J.M., Lebas F., Gidenne T., Maertens L., Xiccato G., Parigi Bini R., Dalle Zotte A., Cossu ME., Carazzolo A., Villamide M.J., Carabaño R., Fraga M.J., Ramos M.A., Cervera C., Blas E., Fernandez Carmona J., Falcão-e-Cunha L., Bengala Freire J. 1995. *European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbits*. *World Rabbit Science*, 3: 41-43.

Portaria 1005/92. *Portaria de 23 de Outubro de 1992, que aprova as normas técnicas de protecção dos animais utilizados para fins experimentais e outros fins científicos*. Portugal.

Ribeiro L., Pinheiro V., Otor-Monteiro D., Mourão J., Bezerra R.M.F., Dias A.A., Bennett R.N., Marques G., Rodrigues M.A.M. 2012. *Effects of the dietary incorporation of untreated and white-rot fungi (*Ganoderma resinaceum* Boud) pre-treated olive on growing rabbits*. *Animal Feed Science and Technology*, 173: 244-251.

SAS Institute. 2007. *JMP*. SAS Institute Inc., Cary NC, USA.

Van Soest J.P., Robertson J.B., Lewis B.A. 1991. *Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition*. *Journal Dairy Science*, 74: 3583-3594.

Efecto del nivel de restricción alimentaria y la densidad animal sobre los rendimientos productivos y de la canal en conejos en crecimiento

Effect of feed restriction and animal density on performance and carcass yield of growing rabbits

Medina J.A.¹, García-Ruiz A.I.¹, Marco M.², Terreros E.², Fernández-Schwarz B.², Alfonso C.¹, Saiz A.^{1*}

¹ Nutreco Poultry Research Centre, Carretera CM-4004 km 10.5, 45950 Casarrubios del Monte, España

² NANTA, Ronda de Poniente 9, 28760 Tres Cantos, España

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

Resumen

El objetivo de este estudio fue comparar el efecto de la restricción alimentaria sobre animales alojados en jaulas con 8 o 5 animales por jaula. Se establecieron tres niveles de alimentación: *ad libitum* y dos niveles de restricción, 90 % y 80 % de la ración diaria *ad libitum*. La densidad animal no afectó a ninguno de los parámetros de rendimientos productivos y de la canal estudiados. Los animales alimentados *ad libitum* mostraron una mayor ganancia de peso, consumo y rendimiento de la canal, pero menor tamaño de estómago y digestivo completo que aquellos alimentados bajo restricción alimentaria. De este estudio se puede concluir que el rendimiento productivo y de la canal de animales sometidos a restricción es independiente de la densidad de animales alojados en las jaulas.

Palabras clave: Densidad animal, restricción, rendimiento a la canal, rendimientos productivos.

Abstract

The objective of this study was to compare the effect of feed restriction on growing rabbits allocated in cages with 8 animals/cage or 5 animals/age. Three feeding regimens were established: *Ad libitum*, and two levels of restriction, 80 % and 90 % of the *ad libitum* daily ration. Animal density didn't show an effect on animal performance or carcass yield. Animals fed *ad libitum* showed higher weight gain, feed intake and carcass yield but lower stomach and digestive tract weights than those which were under feed restriction. When the level of restriction was increased, weight gain, feed intake and carcass yield of animals was reduced. From this study it could be concluded that performance and carcass yield of animals is not dependent on the animal's density.

Keywords: Animal density, restriction, carcass yield, performance.

Introducción

El uso de la restricción alimentaria está cada vez más extendido como estrategia para disminuir la mortalidad y morbilidad (Romero *et al.*, 2010) de los gazapos en el post destete. Este método permite optimizar el uso del pienso por parte de los animales, mejorando su índice de conversión (Gidenne *et al.*, 2012). Existen diferentes estrategias de restricción, ya sea limitando el tiempo de acceso al comedero o limitando la cantidad de pienso que se aporta al animal.

Cuando la densidad de animales es mayor se pueden producir problemas de competencia por el alimento (Aubret y Duperray, 1993), produciendo un empeoramiento de los rendimientos productivos (Ferreira y Santiago,

1999) que se podría ver agravado en el caso de un menor acceso al alimento como ocurre con ciertos sistemas de restricción.

El objetivo de este estudio fue comparar el efecto de la restricción alimentaria sobre gazapos en crecimiento alojados en jaulas a distintas densidades.

Material y métodos

El estudio se realizó en el Poultry and Rabbit Research Centre de Nutreco (Toledo). Se utilizaron un total de 720 gazapos destetados a 33 días de edad con un peso medio de 714 g. Estos animales fueron alojados en 120 jaulas colectivas (38 x 100cm) en grupos de 5 u 8 animales por jaula, en función del tratamiento. Los animales se alojaron evitando introducir más de un hermano de la misma camada en una misma jaula. Se establecieron 3 niveles de alimentación: *ad libitum* restringidos al 90 % (R90) de su ración diaria *ad libitum*, con el objetivo de llegar a un peso final 200 g inferior al peso final *ad libitum*, y restringidos al 80 % (R80) de su ración diaria *ad libitum*, con el objetivo de llegar a un peso final 400 g inferior al peso final *ad libitum*. De esta forma se estableció un diseño factorial basado en 3 niveles de alimentación (N) x 2 densidades de animales (D). Todos los animales consumieron el mismo pienso comercial (CUNICEBIAL, NANTA) con 2450 kcal/kg de ED y 16 % de proteína bruta. En los animales sometidos a restricción alimentaria, la ración correspondiente se añadió a las 7.00 am, previa retirada de los restos de pienso no consumidos el día anterior. Los animales y el pienso fueron pesados a 33, 41, 48, 55 y 61 días de vida. El peso de los animales fue utilizado para calcular la ración diaria de los animales restringidos en base a sus necesidades metabólicas de energía. A 62 d de vida se tomó y pesó un animal por jaula, y tras previo aturdimiento eléctrico, fue desangrado, eviscerado y su canal fue pesada tras un periodo de aproximadamente 4 horas de oreo. El peso relativo al peso vivo (% PV) del hígado, estómago vacío, ciego y aparato digestivo completo fue determinado. El análisis estadístico de las variables productivas y de rendimiento de la canal fue realizado con el procedimiento MIXED de SAS vs 9.4 (Statistical Systems Institute Inc., 2002). Para los rendimientos productivos se tomó el peso al inicio como covariable, el bloque como efecto aleatorio, y el nivel de alimentación y la densidad animal como efectos fijos. La mortalidad se analizó como una distribución binomial mediante el procedimiento GENMOD de SAS.

Resultados y discusión

Nos se encontró efecto de la interacción N x D ($P > 0,10$) sobre ninguno de los parámetros estudiados, por lo que solo se muestran los valores medios y las probabilidades de los efectos principales.

En la **tabla 1** se muestran los resultados de los rendimientos productivos en cada periodo. No se observaron diferencias significativas sobre la mortalidad, cuyo valor global fue de un 15,7 %, por lo que no se muestran en la tabla. Tampoco se encontró un efecto ($P > 0,05$) de la densidad animal sobre ninguno de los parámetros, en contra de lo encontrado por otros autores (Ferreira y Santiago, 1999). Como era de esperar el nivel de alimentación afectó significativamente al peso vivo (PV), ganancia media diaria (GMD) y consumo medio diario (CMD) en todos los periodos, siendo este más alto como era esperado en los animales alimentados *ad libitum*. El índice de conversión en el periodo global fue también más bajo en animales sometidos a restricción alimentaria cuando el periodo global fue estudiado. Esta mejora en el índice de conversión fue encontrada por otros autores (Gidenne et al., 2009) y recalca el beneficio económico de la restricción alimentaria, aunque el peso alcanzado por los animales restringidos fue más bajo, por lo que este beneficio podría verse reducido.

En la **tabla 2** se muestran los resultados del estudio del rendimiento a la canal de los animales. Solo el nivel de alimentación mostró un efecto significativo sobre el peso relativo del hígado con respecto al peso del animal (% PV) y sobre el rendimiento de la canal (%) que fueron más altos en los animales alimentados *ad libitum* que los sometidos a restricción. Este último resultado también fue encontrado por otros autores (Gondret et al., 2000; Gidenne et al., 2009). Por el contrario el peso relativo del estómago vacío y del aparato digestivo completo fue más alto en los animales restringidos que en aquellos alimentados *ad libitum*, lo cual pudo ser debido al hiperdesarrollo del tracto digestivo en animales restringidos, al igual que fue observado por Lebas y Laplace (1982).

A la vista de estos resultados se podría concluir que el rendimiento productivo y de la canal de animales sometidos a restricción es independiente de la densidad de animales alojados en las jaulas.

Tabla 1. Resultados de rendimientos productivos por periodos.

	Nivel de alimentación			Densidad		RSM (n=20)	P>f	
	Ad libitum	Restringido 90%	Restringido 80%	5	8		P _N	P _D
Periodo de 33 a 41 d								
PV 41 d, g	1037a	1020ab	970b	1018	1001	23,8	0,021	0,38
GMD, g/d	39,2a	37,6ab	34,1b	37,3	36,7	0,80	<0,0001	0,31
CMD, g/d	67,9a	65,9ab	60,1b	65,6	63,7	1,59	<0,0001	0,16
IC	1,73	1,75	1,76	1,76	1,74	0,027	0,40	0,20
Periodo de 41 a 48 d								
PV 48 d, g	1377a	1322ab	1243c	1327	1301	26,4	<0,0001	0,23
GMD, g/d	49,4a	43,3b	39,2c	44,4	43,5	0,97	<0,0001	0,22
CMD, g/d	105,3a	93,1b	81,9c	94,1	92,7	1,49	<0,0001	0,27
IC	2,141	2,16	2,10	2,13	2,14	0,039	0,26	0,75
Periodo de 48 a 55 d								
PV 55 d, g	1721a	1629b	1495c	1626	1604	26,8	<0,0001	0,32
GMD, g/d	49,5a	43,8b	35,5c	42,9	42,9	1,21	<0,0001	0,96
CMD, g/d	128a	105b	88,2c	108	106	1,60	<0,0001	0,12
IC	2,602a	2,43b	2,53b	2,56	2,48	0,063	0,020	0,14
Periodo de 55 a 61 d								
PV 61 d, g	2020a	1864b	1682b	1871	1840	26,9	<0,0001	0,162
GMD, g/d	48,9a	38,5b	31,2c	40,8	38,2	1,21	<0,0001	0,008
CMD, g/d	144a	112b	89,4c	117	114	1,43	<0,0001	0,028
IC	2,981	2,95	2,93	2,88	3,03	0,090	0,85	0,042
Periodo global, 33-61 d								
GMD, g/d	46,3a	40,9b	35,2c	41,2	40,4	0,51	<0,0001	0,16
CMD, g/d	107a	91,5b	78,2c	93,2	91,5	1,28	<0,0001	0,10
IC	2,31a	2,24ab	2,23b	2,26	2,26	0,03	0,008	0,95

PV: Peso Vivo. GMD: Ganancia Media Diaria. CMD: Consumo Medio Diaria. IC: Índice de conversión. RSM: Cuadrado Medio del Error. P: significación. N: Nivel de alimentación. D: Densidad de alimentación. Medias en la misma fila con letras distintas son significativamente diferentes.

Tabla 2. Resultados de rendimiento a la canal.

	Nivel de alimentación			Densidad		RSM (n=20)	P>f	
	Ad libitum	Restringido 90%	Restringido 80%	5	8		P _N	P _D
PV, %	2092a	1980b	1846c	1988	1957	38,4	<0,0001	0,2895
Hígado, % PV	4,51a	4,17b	3,98b	4,19	4,26	0,12	<0,0001	0,4994
Estómago vacío, % PV	0,971b	1,08a	1,04a	1,03	1,03	0,022	<0,0001	0,7095
Ciego, % PV	7,04	7,66	7,36	7,38	7,32	0,38	0,2343	0,8414
Aparato digestivo,%	18,6b	20,8a	21,7a	20,4	20,3	0,57	<0,0001	0,6602
Rendimiento de canal, %	52,9a	51,2b	50,6b	51,6	51,5	0,53	<0,0001	0,8921

PV: Peso Vivo. P: significación. N: Nivel de alimentación. D: Densidad de alimentación. RSM: Cuadrado Medio del Error. P: significación. Medias en la misma fila con letras distintas son significativamente diferentes.

Agradecimientos

Los autores quieren dar las gracias especialmente a los research y farm technicians del centro experimental, a los compañeros de NANTA y a Guillermo Fondevila por su trabajo en este proyecto.

Bibliografía

Aubret J.M., Duperray J. 1993. *Effets d'une trop forte densité dans les cages d'engraissement. Cuniculture*, 109: 3-6.

Ferreira W., Santiago G. 1999. *Desempenho produtivo de coelhos criados em diferentes densidades populacionais. Revista Brasileira de Zootecnia*, 28: 113-117.

Gidenne T., Combes S., Feugier A., Jehl N., Arveux P., Boisot P., Briens C., Corrent E., Fortune H., Montessuy S., Verdelhan S. 2009. *Feed restriction strategy in the growing rabbit. 2. Impact on digestive health, growth and carcass characteristics. Animal*, 3: 509-521.

Gidenne T., Combes S., Fortun-Lamothe L. 2012. *Feed intake limitation strategies for the growing rabbit: effect on feeding behaviour, welfare, performance, digestive physiology and health: a review. Animal*, 6: 1407-1419.

Gondret F., Lebas F., Bonneau M. 2000. *Restricted feed intake during fattening reduces intramuscular lipid deposition without modifying muscle fiber characteristics in rabbits. Journal of Nutrition*, 130: 228-233.

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. Annales de Zootechnie* 31: 391-430.

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

Performances e digestibilidade em coelhos na engorda sujeitos a uma restrição de água

Rendimientos y digestibilidad en conejos de cebo sujetos a una restricción de agua

Growth performances and digestibility in growing rabbits subject to a water restriction

Pinheiro V.^{1,2*}, Gonçalves J.¹, Monteiro D.¹, Mourão J.L.^{1,2}

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

* Direção de contacto: vpinheir@utad.pt

Resumen

El objetivo de este trabajo fue el de estudiar los rendimientos productivos y la digestibilidad de la dieta en conejos en engorde, sometidos a una restricción en el tiempo de acceso al agua. En un primer ensayo, se controlaron 144 conejos de ambos sexos (NZ x C) que fueron divididos en cuatro grupos (9 réplicas de 4 conejos por tratamiento), para estudiar los rendimientos productivos y en un segundo ensayo, con 36 animales (9 animales por grupo), se determinó la digestibilidad de la dieta. En ambos ensayos se procedió a una restricción de agua, con un grupo de control (AC), con acceso permanente y tres diferentes niveles de acceso: 3 horas/día por la mañana (A3M), de 9:00 a 12:00h; 3h/día por la tarde (A3T), de 18:00 a 21:00h y 6h/día (A6M), de 9:00 a 15:00h. Los conejos se controlan desde los 35 días (edad del destete) a los 57 días de edad (final de restricción) y se monitorizaron semanalmente el peso vivo individual y el consumo de alimentos por jaula. Sólo la ganancia diaria de peso fue significativamente afectada por la restricción de agua ($P < 0,05$), con una disminución del 23% en A3M con respecto al control. En los tratamientos A3T y A6M también disminuyeron el peso de los conejos, pero sin efecto significativo. La restricción del tiempo de acceso a agua de A3M, A3T y A6M ha inducido una ingestión de alimentos de 87%, 85% y 86% del nivel *ad libitum*, respectivamente. El índice de conversión mejoró, pero sin efecto significativo ($P > 0,05$). No se ha observado ningún efecto de los tratamientos sobre la mortalidad y la morbilidad y la digestibilidad de la dieta no ha sufrido alteraciones.

Palabras clave: conejos, restricción de agua, rendimientos, digestibilidad.

Abstract

The aim of this work was to study the productive performance and digestibility of nutrients of fattening rabbits, subject to different times of water availability. In the first trial, we controlled 144 hybrids (NZ x C) rabbits of both sexes, divided into four groups (36 animals in each group) to determine the productive performances. In the second trial we worked with 36 animals (9 animals in each group) to determine the diet digestibility. In both trials, we proceeded to a water restriction comparatively to a control treatment (C) with permanent access and three different times of access: 3h/day during morning (A3M; 9:00 to 12:00h); 3h/day during evening (A3T; 18:00 to 21:00h) and 6h/day (A6M; 9:00 to 15:00h). The rabbits were controlled from 35 days (weaning age) to 57 days, and the individual animal weight and food consumption were monitored weekly to determine productive performances. During weighing the rabbits were observed to determine morbidity. Daily weight gain was significantly affected by water restriction ($P < 0.05$), with a decrease of 23% for A3M. The A3T and A6M treatments also decreased 16% and 10% compared with the control group, but without significant effect. Despite this differential growth, final body weight was not significantly affected by the treatment. A restricted access to drinking water of A3M, A3T and A6M induced feed restriction in growing rabbits to 87%, 85% and 86% of the *ad libitum* level ($P > 0.05$), respectively, but without significant effect. Feed conversion ratio were only improved with hydric restriction in A6M, but no significant effect ($P > 0.05$). No effects of treatments on mortality and morbidity were observed and the digestibility of the diet was also not affected.

Keywords: Rabbits, water restriction, performance, digestibility.

Introdução

A cunicultura intensiva atual enfrenta alguns problemas relacionados com a elevada mortalidade no período pós-desmame (Bergaoui *et al.*, 2008) que se agravaram com o surgimento da enteropatia mucóide. A restrição alimentar neste período é uma prática comum para reduzir as elevadas taxas de mortalidade e morbidade associadas a desordens digestivas (Boisot *et al.*, 2004). A aplicação de uma restrição alimentar tem várias vantagens, pois melhora a eficiência alimentar (Yakubu *et al.*, 2007; Taha *et al.*, 2014), induz o crescimento compensatório (Yakubu *et al.*, 2007) pode melhorar a digestibilidade da dieta (Abdel-Wareth *et al.*, 2015) e reduz a incidência da enteropatia mucóide (Bergaoui *et al.*, 2008; Boisot *et al.*, 2004). Todavia, nem sempre são observados estes resultados e encontramos alguma divergência, possivelmente influenciados pelo tipo e duração da restrição, alimentação, idade, entre outros.

Nem todas as explorações cunícolas têm a capacidade de realizar restrição alimentar, dependendo do grau de mecanização, sendo mais fácil controlar a distribuição de água. Está reconhecido que este é um método indireto para reduzir o consumo de alimento no período pós-desmame (Pinheiro *et al.*, 2012; Bovera *et al.*, 2013).

Materiais e métodos

O trabalho foi realizado na Unidade Experimental de Cunicultura da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) em Vila Real, Portugal. Os animais foram manuseados de acordo com as exigências de bem-estar animal (Decreto Lei nº 81/2013). Nos ensaios foram utilizados 180 coelhos híbridos (144 referentes ao ensaio da engorda; 36 animais por grupo com 9 réplicas e 36 ao ensaio da digestibilidade; 9 animais por grupo), resultantes do cruzamento de coelhos das raças Californiana e Neozelandês (CxNz) de ambos os sexos. O trabalho experimental teve a duração de 3 semanas, com início ao desmame (35 dias de idade) e término aos 57 dias de idade e foram efectuados os 4 tratamentos estabelecidos e apresentados na **Tabela 1**.

Tabela 1. Esquema da disponibilidade de água de acordo com os tratamentos aplicados.

Tratamento	24:00h	6:00h	9:00h	12:00h	15:00h	18:00h	21:00h	24:00h
AC	[Barra contínua de 24h]							
A3M			[Barra de 3h]					
A6M			[Barra de 6h]					
A3T						[Barra de 3h]		

AC – Tratamento Controlo – água *ad libitum*; A3M – tratamento com disponibilidade de água 3 horas por dia no período da manhã (das 9:00 às 12:00h); A6M – tratamento com disponibilidade de água 6 horas por dia no período da manhã e tarde (das 9:00 às 15:00h); A3T – tratamento com disponibilidade de água 3 horas por dia no período da tarde (das 18:00 às 21:00h).

O alimento comercial, suplementado com substâncias medicamentosas, foi distribuído *ad libitum* durante todo o ensaio, mas o acesso à água foi limitado de acordo com os tratamentos.

O peso dos comedouros e o peso vivo dos animais foram controlados semanalmente para determinar o ganho médio diário de peso vivo (GMD), a ingestão média diária de alimento (IMD) e o índice de conversão alimentar (IC).

O ensaio de digestibilidade foi realizado na terceira semana, após 10 dias de adaptação à dieta, com recolhas de fezes durante 4 dias seguidos, de acordo com o método de referência (Perez *et al.*, 1995).

Na análise estatística dos dados recorreu-se ao programa JMP (5.01), para realizar uma análise de variância (ANOVA), sendo o tratamento o fator de variação. A comparação múltipla de médias foi realizada através do teste de Tukey.

Resultados e discussão

Os resultados das performances são apresentados na **Tabela 2**. O PV não mostrou diferenças significativas ($P=0,214$), apesar de no grupo controlo ser superior (7%) em relação aos restantes. Taha *et al.* (2014) também não encontraram diferenças significativas em animais com acesso à água 3h/dia, em relação ao grupo controlo (24h/dia).

O GMD do grupo AC (49,4 g/dia) foi significativamente superior ($P=0,04$) ao do grupo A3M (40,3 g/dia), 18,4% menor. Nos restantes grupos, também decresceu 13,5% e 8,7% para A3T e A6M, respetivamente, sem diferenças significativas. Os resultados estão de acordo com Abdel-Wareth *et al.* (2015) que, com uma restrição alimentar próxima da do presente estudo (85%) e duração igual (21 dias), verificaram diferenças significativas. Também Bovera *et al.* (2013) constataram que os animais sujeitos à restrição de água tiveram menor GMD que o grupo controlo.

Tabela 2. Efeito da restrição de água nas performances dos coelhos.

	Tratamento				EPM ¹	P > f
	AC	A3M	A3T	A6M		
PV inicial (g)	948	989	950	961	11,23	0,544
PV final (g)	1981	1842	1849	1865	26,86	0,214
PV final (% de AC)	100	93	93	94	-	-
GMD (g)	49,4a	40,3b	42,7ab	45,1ab	1,19	0,040
GMD (%)	100	82	86	91	-	-
IMD (g/d)	131,5	114,6	111,3	112,7	3,17	0,078
IMD (% de AC)	100	87	85	86	-	-
IC	2,6	2,7	2,8	2,7	0,05	0,606
IC (% de AC)	100	104	108	104	-	-

Valores na mesma linha com letras diferentes diferem significativamente ($P<0,05$).

¹ EPM: erro padrão da média.

No período total de restrição, apesar de não ser significativo, verifica-se uma tendência ($P=0,0781$) para uma IMD superior nos animais do tratamento controlo, em relação aos animais dos restantes tratamentos (87%, 85% e 86% para A3M, A3T e A6M respectivamente, em relação ao AC). Boisot *et al.* (2004), num ensaio desde o desmame (32 dias) aos 53 dias de idade efetuaram uma restrição a 3h/dia e verificaram haver diferenças significativas, com o grupo com restrição a consumir 85% do nível *ad libitum*, valor muito semelhante ao do presente trabalho. Do mesmo modo, Taha *et al.* (2014) verificaram que nos grupos com disponibilidade de água de 2h/dia e 3h/dia, o consumo de alimento foi inferior ao do grupo controlo. Uma ingestão de 75% e 80% do nível *ad libitum* foi também observada por Rayana *et al.* (2008), com tempos de acesso à água de 2h/dia e 4h/dia, respetivamente. Num ensaio com 3 grupos com acesso à água de 1h30, 2h30 e 4h por dia, Verdelhan *et al.* (2004) verificaram uma diminuição da ingestão de alimento para 78%, 83% e 87%.

Os valores do índice de conversão nos grupos com restrição de água são muito semelhantes ao do grupo controlo e não se verificaram efeitos significativos, tal como no ensaio de Gualterio *et al.* (2008), com acesso à água de 4h por dia.

No nosso ensaio a taxa de mortalidade foi de 4,9% e a de morbilidade de 18,8%, sem diferenças significativas entre os tratamentos, tal como observado por Verdelhan *et al.* (2004). Todavia, Bovera *et al.* (2013) observaram maior mortalidade no grupo controlo enquanto que Rayana *et al.* (2008) já verificaram maior mortalidade num dos grupos restringidos.

Da análise da **Tabela 3**, podemos observar que não se verificaram efeitos significativos ($P> 0,05$) para a digestibilidade aparente dos diferentes parâmetros avaliados. Apesar disso, observamos uma ligeira melhoria da digestibilidade quando foi efetuada a restrição de água. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Gidenne e Feugier (2009), que também não encontraram diferenças significativas para níveis de ingestão de 80, 70 e 60% do nível *ad libitum*. Da mesma forma, Diaz Arca *et al.* (1999) verificaram não haver diferenças significativas nos resultados obtidos, para níveis de ingestão de 60% e 40% do nível *ad libitum*. Todavia, diferindo, alguns autores (Bovera *et al.*, 2013), verificaram que com a restrição de água aumentou a digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, NDF, ADF e celulose. As diferenças encontradas entre os diferentes ensaios podem ser devido à idade dos animais, tipo da dieta, temperatura ambiente, intensidade e duração da restrição alimentar (Diaz Arca *et al.*, 1999) e ao facto de se utilizar uma restrição hídrica para indiretamente provocar uma restrição de alimento.

Tabela 3. Efeito da restrição de água nos resultados da digestibilidade.

(g.100-1g MS)	Tratamentos				EPM ¹	P>f
	AC	A3M	A3T	A6M		
Matéria seca	61,3	63,9	65,7	62,7	1,23	0,377
Matéria orgânica	60,0	63,1	64,4	61,7	1,28	0,365
Proteína bruta	74,7	77,9	77,8	74,6	0,84	0,175
Gordura bruta	82,1	80,9	86,5	80,9	1,08	0,291
NDF	37,0	39,8	42,1	39,7	2,13	0,708
ADF	28,6	28,8	31,4	35,9	2,50	0,745
Celulose	34,3	36,3	38,6	42,5	2,31	0,663

¹ EPM: erro padrão da média.

A análise global dos resultados parece indicar que os níveis de restrição de água aplicados neste trabalho vão de encontro ao objetivo de reduzir indiretamente o consumo de alimento, não tendo prejudicado o crescimento e não tendo afectado o comportamento e bem-estar dos coelhos criados nestas condições. Assim, parece-nos que a restrição de água no período de engorda foi benéfica, pois foi possível produzir animais com um peso vivo semelhante, com a vantagem de reduzir os custos com a alimentação (os grupos com restrição ingeriram em média 86% do nível *ad libitum*).

Agradecimentos

Este trabalho obteve financiamento da FCT através do Projeto UID/CVT/00772/2013.

Bibliografia

- Abdel-Wareth A.A.A., Kehraus S., Ali A.H.H., Ismail Z.S.H., Sudekum K. 2015. *Effects of temporary intensive feed restriction on performance, nutrient digestibility and carcass criteria of growing male Californian rabbits*. *Archives of Animal Nutrition*, 69(1): 69-78.
- Bergaoui R., Kammoun M., Ouerdiane K. 2008. *Effects of feed restriction on the performance and carcass of growing rabbits*. *Proceeding of the 9th World Rabbit Congress, June 10-13. Verona, Italy*, pp. 547-550.
- Boisot P., Duperray J., Dugenetais X., Guyonvarch A. 2004. *Interest of hydric restriction times of 2 and 3 hours per day to induce feed restriction in growing rabbits*. *Proceeding of the 8th World Rabbit Congress, September 7-10. Puebla, Mexico*, pp. 759-764.
- Bovera F., Lestingi A., Piccolo G., Iannaccone F., Attia Y.A., Tateo A. 2013. *Effects of water restriction on growth performance, feed nutrient digestibility, carcass and meat traits of rabbits*. *Animal*, 7: 1600-1606.
- Decreto-Lei nº 81/2013, de 14 de junho. *Diário da República nº 113/2013 – 1ª série*. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa.
- Diaz Arca F., Alba L.M.P., Hernandez M.P. 1999. *Digestibility and energy retention by young rabbits fed different levels of intake*. *Annales de Zootechnie, INRA/EDP Sciences*, 48 : 289-295.
- Gidenne T., Feugier A. 2009. *Feed restriction strategy in the growing rabbit. 1. Impact on digestion, rate of passage and microbial activity*. *Animal*, 3: 501-508.
- Gualterio L., González-Redondo P., Negretti P., Finzi A. 2008. *Rationing of drinking water supply in relationship with growth and sanitary performances of growing rabbits*. *Proceeding of the 9th World Rabbit Congress, June 10-13. Verona, Italy*, pp. 959-964.

Perez J.M., Lebas F., Gidenne T., Maertens L., Xiccato G., Parigi-Bini R., Dalle-Zotte A., Cossu M.E., Carazzolo A., Villamide M.J., Carabaño R., Fraga M.J., Ramos M.A., Cervera C., Blas E., Fernández J., Falçao e Cunha L., Bengala Freire J. 1995. European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Science*, 3: 41-43.

Pinheiro V., Torres S., Monteiro D., Silva S., Mourão J.L. 2012. Growth performance and behaviour of growing rabbits subjected to feed restriction. *Proceeding of the 10th World Rabbit Congress, September 3-6. Sharm El-Sheikh, Egypt*, pp. 569-573.

Rayana B., Bem Hamouda M., Bergaoui R. 2008. Effect of water restriction times of 2 and 4 hours per day on performances of growing rabbits. *Proceeding of the 9th World Rabbit Congress, June 10-13. Verona, Italy*, pp. 541 -544.

Taha A.E., Rashed R.R., Hassan S.S.A. 2014. Impact of water restriction on the productive and behavioral performance of two fattening rabbit breeds. *Global Veterinaria*, 12: 673-681.

Verdelhan S., Bourdillon A., Morel-Saives A. 2004. Effect of a limited access to water on water consumption, feed intake and growth of fattening rabbits. *Proceeding of the 8th World Rabbit Congress, September 7-10. Puebla, Mexico*, pp. 1015-1021.

Yakubu A., Salako A.E., Ladokun A.O., Adua M.M., Bature T.U.K. 2007. Effects of feed restriction on performance, carcass yield, relative organ weights and some linear body measurements of weaner rabbits. *Pakistan Journal of Nutrition*, 6: 391-396.

