

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

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

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

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

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

Resumen

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

Palabras clave: fibra soluble, celobiosa, conejo.

Abstract

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

Keywords: soluble fibre, cellobiose, rabbit.

Introducción

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

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

Materiales y métodos

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

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

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

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

Resultados y discusión

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

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

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

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

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

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

Agradecimientos

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

Bibliografía

- Abad-Guamán R., Carabaño R., Gómez-Conde M.S., García J. 2015. Effect of type of fiber, site of fermentation and method of analysis on digestibility of soluble and insoluble fiber in rabbits. *J. Anim. Sci.* (en prensa. DOI: 10.2527/jas2014-8767).
- El Abed N., Delgado R., Abad R., Romero C., Villamide M.J., Menoyo D., Carabaño R., García J. 2011. Soluble and insoluble fibre from sugar beet pulp enhance intestinal mucosa morphology in young rabbits. In Proc.: 62nd Annual meeting of the European Federation of Animal Science, Book of abstracts p. 159, Stavanger, Norway. Wageningen Academic Publishers. Available at: http://www.eaap.org/Previous_Annual_Meetings/2011Stavanger/Stavanger_Book_of_Abstracts.pdf. Accessed July 2012.
- El Abed N., Badiola I., Pérez de Rozas A., González J., Menoyo D., Carabaño R., García J.. 2013. Effect of soluble and insoluble fractions of sugar beet pulp on ileal and caecal microbiota of rabbits after weaning. *World Rabbit Sci.*, 21:207-208.
- Gómez-Conde M.S., García J., Chamorro S., Eiras P., Rebollar P.G., Pérez de Rozas A., Badiola I., De Blas C., Carabaño R. 2007. Neutral detergent soluble fibre improves gut barrier function in 25 d old weaned rabbits. *J. Anim. Sci.*, 85:3313-3321.
- Gómez-Conde M.S., Pérez de Rozas A., Badiola I., Pérez-Alba L., de Blas C., Carabaño R., García J. 2009. Effect of neutral detergent soluble fibre on digestion, intestinal microbiota and performance in twenty five day old weaned rabbits. *Livest. Sci.*, 125:192-198. DOI:10.1016/j.livsci.2009.04.010
- Martínez-Vallespín B., Martínez-Paredes E., Ródenas L., Cervera C., Pascual J.J., Blas E. 2011. Combined feeding of rabbit female and young: Partial replacement of starch with acid detergent fibre or/and neutral detergent soluble fibre at two protein levels. *Livest. Sci.*, 141:155-165.
- Nakamura S., Tsuneyuki O., Makoto I. 2004. Bioavailability of cellobiose by tolerance test and breath hydrogen excretion in humans. *Nutrition*, 20:979-983. DOI: 10.1016/j.nut.2004.08.005.
- Song J., Jiao L.F., Xiao K., Luan Z.S., Hu C.H., Shi B., Zhan X.A. 2013. Cello-oligosaccharide ameliorates heat stress-induced impairment of intestinal microflora, morphology and barrier integrity in broilers. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 185:175-181. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2013.08.001.
- Trocino A., García J., Carabaño R., Xiccato G. 2013. A meta-analysis on the role of soluble fibre in diets for growing rabbits. *World Rabbit Sci.*, 21:1-15. DOI: 10.4995/wrs.2013.1285.