

Efecto de la suplementación con celobiosa en el agua de bebida y del nivel de fibra soluble del pienso sobre los parámetros de crecimiento en conejos en cebo

Effect of cellobiose supplementation in drinking water and level of dietary soluble fiber on growing rabbit performance

Ocasio-Vega C., Delgado R., Abad-Guamán R., De Diego-Cabero 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 que tiene suplementar el agua con dosis de celobiosa inferiores a 7,5 g/l, en gazapos alimentados con dos niveles de fibra soluble sobre los parámetros productivos en gazapos en crecimiento. Se utilizaron 3 niveles de celobiosa en agua: 0, 3,5 y 7,0 g/l NPC Cello-Oligo combinados con 2 niveles de fibra soluble en el pienso (BF: 8,2 vs. AF: 10,5% sobre MS). Se utilizaron 240 gazapos destetados a los 26 d de edad (40/tratamiento), parte de los cuáles se sacrificaron a los 39 d de edad (8/tratamiento), momento en el que se sustituyeron los piensos experimentales por un pienso común estándar. La celobiosa se retiró a los 42 d de edad. En el periodo de 26 a 39 d de edad, los gazapos alimentados con el mayor nivel de fibra soluble redujeron un 6,4% el consumo de pienso respecto aquéllos alimentados con el nivel bajo de fibra soluble ($P = 0,002$), por lo que redujeron su ganancia de peso en un 7,0% ($P = 0,002$). En este periodo la ganancia de peso y la eficacia alimenticia de los animales alimentados con un bajo nivel de fibra soluble y 3,5 g celobiosa/l aumentaron en comparación con el promedio del grupo control y el de la dosis de 7 g/l ($P_{BF(0+7 \text{ vs. } 3,5)} = 0,004$ y $0,012$, respectivamente), resultando en un peso mayor a los 39 d de edad ($P_{BF(0+7 \text{ vs. } 3,5)} = 0,004$). Los tratamientos no afectaron la actividad específica de la sacarasa en el yeyuno a los 39 d de edad. En el periodo global del cebo, el incremento de celobiosa redujo linealmente la ingestión ($P = 0,040$), tendiendo a mejorar la eficacia alimenticia ($P = 0,10$). Los gazapos que recibieron 3,5 g celobiosa/l en combinación con el pienso BF ganaron más peso que los que recibieron la dosis 0 ó 7 g celobiosa/l ($P_{BF(0+7 \text{ vs. } 3,5)} = 0,019$). Por el contrario, los animales que recibieron la concentración intermedia de celobiosa en combinación con el pienso AF ganaron menos peso ($P_{AF(0+7 \text{ vs. } 3,5)} = 0,035$). El nivel de fibra soluble no afectó a los rendimientos productivos ni a la mortalidad durante todo el periodo de cebo 26 a 56 d, pero el aumento de la concentración de celobiosa tendió a disminuir linealmente la mortalidad en los animales del grupo BF ($P_{BF(0 \text{ vs. } 3,5 \text{ vs. } 7)} = 0,069$), mientras que los del grupo AF y que recibieron la concentración intermedia de celobiosa la mortalidad tendió a ser más baja ($P_{AF(0+7 \text{ vs. } 3,5)} = 0,11$).

Palabras clave: Celobiosa, conejo, fibra soluble.

Abstract

The aim of this work was to study the effect of supplementing doses of cellobiose lower than 7.5 g/l in drinking water of rabbits fed with two levels of soluble fiber on growth performance of growing rabbits. Three levels of cellobiose were used in drinking water, 0, 3.5 and 7.0 g/l NPC Cello-Oligo \times 2 levels of soluble fibre in the feed, LF: 8.2 vs. HF: 10.5% DM. 240 rabbits weaned at 26 d of age were used (40/treatment) and 8 rabbits/treatment were slaughtered at 39 d of age and experimental diets changed to a common standard diet. Cellobiose was

removed at 42 d of age. From 26 to 39 d of age, rabbits fed with the highest level of soluble fiber reduced feed intake by 6.4% compared to those fed the low level of soluble fiber ($P = 0.002$), decreasing weight gain by 7.0% ($P = 0.002$). Rabbits fed a low level of soluble fiber combined with 3.5 g cellobiose/l increased the weight gain and feed efficiency during this period compared to the average of the control group and the group given 7 g/l ($P_{BF(0+7 \text{ vs. } 3.5)} = 0.004$ and 0.012 , respectively), resulting in a better weight at 39 d of age ($P_{BF(0+7 \text{ vs. } 3.5)} = 0.004$). Treatments had no effect on sucrose specific activity in the jejunum at 39 d of age. In the overall period, it was observed that increasing cellobiose concentration decreased linearly feed intake ($P = 0.040$) and tended to improve feed efficiency ($P = 0.10$). The BF-3.5 g cellobiose/l group gained more weight than those who received 0 or 7 g cellobiose/l ($P_{BF(0+7 \text{ vs. } 3.5)} = 0.019$). In contrast, AF rabbits receiving the intermediate cellobiose concentration gained less weight ($P_{AF(0+7 \text{ vs. } 3.5)} = 0.035$). The level of soluble fiber did not affect mortality during the fattening period, but the increase of the concentration of cellobiose tended to reduce linearly mortality in BF group ($P_{BF(0 \text{ vs. } 3.5 \text{ vs. } 7)} = 0.069$), while in AF group those receiving the intermediate cellobiose concentration the mortality tended to be lower ($P_{AF(0+7 \text{ vs. } 3.5)} = 0.11$).

Keywords: Cellobiose, rabbit, soluble fibre.

Introducción

La utilización de di u oligosacáridos procedentes de la degradación de la fibra permite modificar el perfil de la microbiota y mejorar en algunos casos la salud de los animales monogástricos (Jiao *et al.*, 2014). En pollos se ha observado que suplementando el pienso con 1,5 g/kg de celo-oligosacáridos, mejoró su salud gastrointestinal pudiendo estar asociado este efecto a la influencia positiva de los celo-oligosacáridos sobre el crecimiento de bacterias beneficiosas (*Lactobacillus*) y el control de patógenos potenciales (*E. coli*; Song *et al.*, 2013). Recientemente, se ha observado que cuando la celobiosa es incorporada en el agua de bebida a una concentración de 7,5 g/l en gazapos alimentados con un pienso bajo en fibra soluble (7,7% sobre MS) mejora la ganancia de peso, la eficacia alimenticia y la mortalidad (Ocasio-Vega *et al.*, 2015). Sin embargo, este efecto positivo se pierde cuando se incrementa la dosis a 15 g/l. Además, si el pienso contiene un nivel elevado de fibra soluble (15,2% sobre MS) la adición de celobiosa incrementa linealmente la mortalidad. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto que tiene suplementar el agua con dosis de celobiosa más bajas que las utilizadas por Ocasio-Vega *et al.* (2015) en gazapos alimentados con dos niveles de fibra soluble sobre los parámetros productivos en gazapos en crecimiento.

Materiales y métodos

Se utilizaron 6 tratamientos estructurados de forma factorial (3 niveles de celobiosa en agua \times 2 niveles de fibra soluble en el pienso). El agua de bebida se suplementó con tres niveles de D-celobiosa (0, 3,5 y 7,0 g/l NPC Cello-Oligo). Además, se formularon dos piensos experimentales que difirieron en el nivel de fibra soluble (BF: 8,2 vs. AF: 10,5% sobre MS. **Tabla 1**). Un total de 240 gazapos destetados a los 26 d de edad, con un peso medio de 457 ± 67 g, se bloquearon por camada y se asignaron al azar a los tratamientos (40/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% PB y 40,3% FND, sobre % MS). Se controló de manera individual el consumo de pienso y el incremento de peso de los animales. El consumo de agua se estimó a partir de la relación entre el consumo de agua y el de pienso obtenida por Delgado *et al.* (2015) (**Tabla 2**). A los 39 d de edad se sacrificaron 48 animales (8/tratamiento) con un peso medio de 1075 ± 153 g, en los que se pesó el tracto digestivo, hígado y se tomaron muestras de mucosa del yeyuno para cuantificar la actividad específica de la sacarasa. A los 39 d se cambió el pienso a todos los animales por un pienso estándar de cebo (Cunicebial, Nanta, S.A., 16,4% PB y 41,7% FND) y a los 42 d se retiró 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 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, el peso inicial se incluyó como covariable y la camada se consideró un efecto aleatorio. Además, se analizaron algunos contrastes adicionales de interés.

Resultados y discusión

En el periodo de 26 a 39 d de edad, los gazapos alimentados con el mayor nivel de fibra soluble redujeron un 6,4% el consumo de pienso respecto aquéllos alimentados con el nivel bajo de fibra soluble (85,6 vs. 91,5 g/d, respectivamente. $P = 0,002$), lo que causó una disminución en la ganancia de peso de un 7,0% ($P = 0,002$),

Tabla 1. Ingredientes de dietas basales y su composición química.

	Piensos experimentales	
	Baja fibra soluble (BF)	Alta fibra soluble (AF)
Ingredientes, %		
Trigo blando 10,7% PB	22,7	21,70
Salvado y tercerillas	28,0	13,00
Paja tratada con sosa	10,0	5,00
Pulpa remolacha	0	18,0
Harina girasol 29	9,97	13,00
Otros ¹	29,3	29,30
Composición química, % MS		
Fibra dietética total ²	38,0	43,8
Fibra neutro detergente ²	33,7	35,5
Fibra soluble ³	8,20	10,5
Lignina ácido detergente	3,10	3,40
Almidón	22,2	18,4
Proteína bruta	16,3	16,4
Extracto etéreo	6,89	6,00

¹ Ingredientes comunes (%): 15,0 Alfalfa granulada (12,8% PB), 8,0 Harina de soja 44%, 2,0 Aceite de girasol, 1,0 Aceite de linaza 2,83 minerales y aminoácidos, 0,5 corrector vitamínico-mineral (L511. Trouw España), 66 ppm de Robenidina y 50 ppm de Etoxiquin. ² Expresadas libre de cenizas y proteína. ³ Calculada como: Fibra dietética total – Fibra neutro detergente.

Tabla 2. Estimación del consumo de agua y celobiosa diaria durante el periodo de 25 a 42 d de edad.

Fibra soluble	Baja			Alta		
	Celobiosa, g/l	0,00	3,50	7,00	0,00	3,50
Consumo de alimento, g/d ¹	93,3	92,5	88,4	87,2	84,7	84,0
Relación pienso:agua ²	1,47	1,47	1,47	2,23	2,23	2,23
Consumo de agua, g/d ³	137	136	130	194	189	187
Consumo celobiosa, g/d ⁴	0,00	0,48	0,91	0,00	0,66	1,31
Equivalencia celobiosa en pienso, % ⁵	0,00	0,51	1,03	0,00	0,78	1,56

¹ Consumo de alimento promedio del primer periodo del cebo (25 a 39 d). ² Tomado de Delgado et al. (2015). ³ Estimado a partir de la relación consumo de pienso/consumo de agua obtenida por Delgado et al. (2015). ⁴ Consumo de celobiosa obtenido a partir del consumo de agua. ⁵ % celobiosa en pienso equivalente al consumo de celobiosa en agua.

sin afectar la eficacia alimenticia (**Tabla 3**). Esta reducción del consumo estaría relacionada con la tendencia a aumentar el peso del estómago (y del tracto digestivo) a los 39 d de edad ($P \leq 0,089$) en los del grupo AF (**Tabla 4**). En este periodo también se observó una tendencia lineal a reducirse la ingestión con la concentración de celobiosa ($P = 0,096$). Además, se observó una interacción entre el efecto cuadrático de la concentración de celobiosa y el nivel de fibra soluble para la velocidad de crecimiento y la eficacia alimenticia ($P = 0,022$ y $0,051$, respectivamente). En los gazapos alimentados con un bajo nivel de fibra soluble, tanto la ganancia de peso como la eficacia alimenticia durante este periodo aumentaron cuando se combinó con 3,5 g de celobiosa/l en comparación con el promedio del grupo control y el de la dosis de 7 g/l ($P_{BF(0+7 \text{ vs. } 3,5)} = 0,004$ y $0,012$, respectivamente), lo que resultó en un peso mayor a los 39 d de edad ($P_{BF(0+7 \text{ vs. } 3,5)} = 0,004$). Previamente, se había observado que una dosis superior (7,5 g celobiosa/l) mejoró la ganancia de peso, sin modificar el consumo, incrementando así la eficacia alimenticia (Ocasio-Vega et al., 2015) independientemente del nivel de fibra soluble.

En el segundo periodo de 39 a 56 d, donde se reemplazaron los piensos experimentales por un pienso estándar, continuando con la adición de celobiosa hasta los 42 d, se observó una tendencia lineal a reducirse el consumo ($P = 0,055$) en los grupos que habían sido suplementados con dosis crecientes de celobiosa ($P_{Cel 0 \text{ vs. } 3,5 + 7} = 0,040$). Durante este mismo periodo, se observó una interacción entre el efecto cuadrático de la dosis de celobiosa y el nivel de fibra soluble para la ganancia de peso ($P = 0,019$). El grupo que consumió el pienso AF

Tabla 3. Efecto de la celobiosa y la fibra soluble sobre los parámetros productivos de gazapos en cebo¹.

Fibra soluble	Baja			Alta			DS	P- valor					
	Celobiosa g/l	0	3,5	7,0	0	3,5		7,0	Cov ²	Fibra soluble	Celobiosa		Fibra soluble × Celobiosa
Lineal							Cuadrático				Lineal	Cuadrático	
26-39 d³													
Peso vivo 26 d de edad, g	464	454	452	452	442	464	7,71	-	0,24	0,27	0,85	0,94	0,78
Consumo, g/d	93,1	92,2	88,6	87,4	84,2	93,1	1,84	<0,001	0,002	0,096	0,89	0,78	0,57
Ganancia de peso, g/d	45,5	50,4	45,9	43,9	44,2	45,5	1,09	<0,001	0,002	0,81	0,078	0,99	0,022
Eficacia alimenticia, g/g	0,491	0,548	0,519	0,516	0,521	0,491	0,012	0,79	0,85	0,26	0,10	0,42	0,051
Mortalidad, %	23,7	5,43	2,60	4,46	5,08	23,7	-	-	0,33	0,14	0,46	0,10	0,90
39-56 d⁴													
Peso vivo 39 d de edad, g	1046	1109	1050	1025	1018	1029	14,2	<0,001	0,002	0,82	0,078	0,99	0,022
Consumo, g/d	159	155	153	172	155	153	5,24	0,058	0,40	0,055	0,40	0,36	0,55
Ganancia de peso, g/d	48,0	50,6	50,4	54,2	49,3	52,4	1,12	0,20	0,039	0,84	0,26	0,12	0,019
Eficacia alimenticia, g/g	0,310	0,329	0,336	0,345	0,320	0,343	0,010	0,18	0,29	0,34	0,38	0,27	0,17
Mortalidad, %	3,08	6,52	6,20	18,9	6,70	18,6	-	-	0,064	0,61	0,55	0,59	0,21
26-56 d													
Peso vivo 56 d de edad, g	1862	1970	1907	1946	1855	1919	25,0	<0,001	0,80	0,77	0,87	0,24	0,002
Consumo, g/d	131	128	125	135	124	123	3,42	0,005	1,00	0,040	0,47	0,46	0,51
Ganancia de peso, g/d	46,9	50,5	48,2	49,7	46,7	48,8	0,83	<0,001	0,80	0,77	0,87	0,24	0,002
Eficacia alimenticia, g/g	0,367	0,397	0,392	0,388	0,377	0,396	0,008	0,30	0,83	0,10	0,88	0,39	0,046
Mortalidad, %	28,1	13,3	9,44	25,0	10,0	25,0	-	-	0,58	0,16	0,14	0,15	0,38

¹Número de animales iniciales: 32/tratamiento. ² Peso vivo al destete (PV26). 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 se suspendió el suministro de celobiosa en el agua de bebida. DS: Desviación estándar.

Tabla 4. Efecto de la celobiosa y la fibra soluble sobre distintos órganos de gazapos de 39 d de edad (n = 8).

Fibra soluble	Baja			Alta			DS	P- valor					
	Celobiosa g/l	0	3,5	7,0	0	3,5		7,0	Fibra soluble	Celobiosa		Fibra soluble × Celobiosa	
Lineal							Cuadrático			Lineal	Cuadrático		
Peso del animal, g	1077	1053	1010	1076	1057	1077	161	0,83	0,76	0,54	0,78	0,84	
Peso relativo (% peso del animal)													
Tracto digestivo completo	25,6	25,9	25,8	28,4	26,0	28,4	3,52	0,079	0,92	0,31	0,94	0,22	
Estómago	6,45	6,64	6,65	7,20	6,61	7,69	1,17	0,089	0,41	0,30	0,73	0,21	
Ciego	9,39	10,2	10,8	10,6	10,0	10,6	1,92	0,60	0,31	0,69	0,31	0,59	
Hígado	5,96	4,89	5,38	5,05	5,32	5,20	0,94	0,43	0,52	0,32	0,27	0,097	

DS: Desviación estándar

combinado con 3,5 g celobiosa/l disminuyó su ganancia en un 7,5% en comparación con los animales que consumieron el mismo pienso en combinación con las otras dos concentraciones de celobiosa ($P_{AF(0+7 \text{ vs } 3,5)} = 0,015$), sin observarse cambio alguno en el grupo que había consumido el pienso BF. Este efecto no afectó a la eficacia alimenticia. La combinación de los efectos de la interacción fibra soluble × celobiosa (cuadrático) observados sobre la velocidad de crecimiento en el primer y segundo periodo de cebo repercutieron en la ganancia media diaria del cebo completo ($P = 0,002$). Los gazapos que recibieron 3,5 g celobiosa/l en combinación con el pienso BF ganaron más peso que los que recibieron la dosis de 0 ó 7 g celobiosa/l ($P_{BF(0+7 \text{ vs } 3,5)} = 0,019$). Por el contrario, los animales que recibieron la concentración intermedia de celobiosa en combinación con el pienso AF ganaron menos peso ($P_{AF(0+7 \text{ vs } 3,5)} = 0,035$). En el periodo global del cebo, también se observó que el incremento de celobiosa redujo linealmente la ingestión ($P = 0,040$) y tendió a aumentar la eficacia alimenticia ($P = 0,10$). En la ganancia media se observó una interacción cuadrática fibra soluble × celobiosa ($P = 0,002$). Los gazapos que recibieron 3,5 g celobiosa/l en combinación con el pienso BF ganaron más peso que los que recibieron las dosis de 0 ó 7 g celobiosa/l ($P_{BF(0+7 \text{ vs } 3,5)} = 0,019$). Por el contrario, los animales que recibieron la concentración inter-

media de celobiosa en combinación con el pienso AF ganaron menos peso ($P_{AF(0+7 \text{ vs } 3,5)} = 0,035$). A consecuencia de los efectos observados sobre el consumo y la ganancia de peso, observamos una interacción fibra soluble \times celobiosa (cuadrático) sobre la eficacia alimenticia ($P = 0,046$).

El nivel de fibra soluble no afectó la mortalidad durante todo el periodo de cebo 26 a 56 d (16,9 vs. 20,0%, $P = 0,58$). Sin embargo, al aumentar la concentración de celobiosa tendió a disminuir la mortalidad de manera lineal en los animales del grupo BF ($P_{BF(0 \text{ vs } 3,5 \text{ vs } 7)} = 0,069$), mientras que los del grupo AF y que recibieron la concentración intermedia de celobiosa la mortalidad tendió a ser más baja ($P_{AF(0+7 \text{ vs } 3,5)} = 0,11$). La actividad específica sacarásica en el yeyuno a los 39 d de edad no fue afectada por los tratamientos. En conclusión, el efecto de la suplementación con celobiosa depende del nivel de fibra soluble.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos AGL2011-23885 y MEDGAN-CM S2013/ABI-2913. Agradecemos a Nippon Paper Industries el suministro de la celobiosa.

Bibliografía

Delgado R., Abad-Guamán R., Nicodemus N., Sastre J., Menoyo D., Carabaño R., García J. 2015. Efecto del nivel de fibra soluble y de la relación omega-6/omega-3 sobre el consumo de agua en gazapos en cebo. 40 Symposium de Cunicultura de ASESCU, pp. 90-93.

Jiao L.F., Song Z.H., Ke Y.L., Xiao K., Hu C.H., Shi B. 2014. Cello-oligosaccharide influences intestinal microflora, mucosal architecture and nutrient transport in weaned pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 195:85-91. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2014.05.014.

Ocasio-Vega C., Abad-Guamán R., Kimiaetalab M.V., Kühn G., Vanegas J., Delgado R., Menoyo D., Nicodemus N., Carro D., Carabaño R., García J. 2015. Efecto del nivel de fibra soluble y de la suplementación con celobiosa sobre los rendimientos productivos en conejos en cebo. 40 Symposium de Cunicultura de ASESCU, pp. 66-69.

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. *Animal Feed Science and Technology*, 185(3-4):175-181. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2013.08.001.