EFECTO DEL NIVEL DE FIBRA SOLUBLE Y DE LA RELACIÓN n-6/n-3 SOBRE LA DIGESTIBILIDAD ILEAL Y FECAL DE GAZAPOS

Delgado[1], R., Abad-Guamán[2], R., Nicodemus[1], N., Sastre[1], J., Carabaño[1], R., Menoyo[1], D. y García[1], J.
[1] Departamento de Producción Agraria, ETSI Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas, Universidad Politécnica de Madrid. javier.garcia@upm.es
[2] Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional de Loja. Ecuador.

INTRODUCCIÓN

La inclusión de fibra soluble en el pienso de conejos mejora la digestibilidad ileal y fecal de la fibra soluble e insoluble a nivel ileal y fecal en animales adultos y aumenta el flujo de mucinas a nivel ileal (Abad *et al*., 2015). Estos efectos podrían estar relacionados con el efecto positivo que ejerce la fibra soluble sobre la mucosa intestinal y la salud de los gazapos recién destetados (Gómez-Conde *et al*., 2007; Trocino *et al*., 2013). Por otra parte, se ha visto que la reducción de la relación de ácidos grasos n-6/n-3 (4,8 vs. 1,0) en el pienso de conejos reduce la mortalidad de gazapos en cebo (Maertens *et al*., 2005) lo que podría estar relacionado con los cambios en la composición de ácidos grasos en la mucosa del intestino delgado (Boudry *et al*., 2009). El posible efecto sinérgico de estos dos factores no ha sido evaluado previamente, por lo que el objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la combinación de dos niveles de fibra soluble y dos relaciones de ácidos grasos n-6/n-3 sobre la digestibilidad ileal y fecal de gazapos tras el destete.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se diseñaron 4 tratamientos organizados factorialmente (2×2), con dos niveles de fibra soluble (FS) (7,8 vs. 13,0% de materia seca (MS)), que se obtuvieron reemplazando paja y salvado por pulpa de remolacha, y dos relaciones de ácidos grasos n-6/n-3 (13,4 (Bn-3) vs. 3,5 (An-3)), que se obtuvieron fundamentalmente por la sustitución de aceite de girasol alto en oleico por aceite de linaza (Tabla 1). Se asignaron al azar 52 gazapos a cada tratamiento al destete (26 d edad y 422±27 g de peso vivo), se sacrificaron entre las 19 y las 21 h a los 39 d de edad, y se recolectó la digesta presente en los últimos 20 cm del íleon y una muestra de yeyuno para determinar la actividad sacarásica en la mucosa. La digesta de varios gazapos (4-5) se mezcló con el fin de disponer de suficiente cantidad para los análisis, obteniéndose 9-12 mezclas de cada tratamiento. Para cuantificar la fibra dietética total y las mucinas en la digesta ileal se preparó una única mezcla por tratamiento a partir de las mezclas disponibles. Se asignaron al azar otros 14 gazapos a cada tratamiento al destete (26 d edad y 449±54 g de peso vivo) y se determinó la digestibilidad fecal entre los 39 y 42 d de edad. Se determinaron las mucinas a nivel ileal y fecal con el fin de corregir los valores de fibra dietética total y el iterbio para determinar la digestibilidad ileal (Abad *et al*., 2013; Abad-Guamán *et al*., 2015). Se utilizaron los procedimientos de la AOAC (2000) para el análisis de la materia seca (934.01), proteína (968.06), almidón (996.11), grasa (920.39), fibra dietética total (985.29), y Fibra ácido-detergente (973.187). La fibra neutro-detergente (FND) se analizó según Mertens *et al*. (2002). Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza que incluyó como efectos fijos el nivel de FS, el ratio n-6/n-3 y su interacción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo de pienso se redujo un 8% en los animales alimentados con el nivel mayor de FS entre los 25 y 39 d de edad, si bien esto no se observó entre los 39 y los 42 d (Tabla 2). Los tratamientos no modificaron la digestibilidad de la materia seca a nivel ileal o fecal (48,7 y 64,2% de media, respectivamente). Este trabajo confirma la solubilización/fermentación de una parte de la fibra a nivel ileal en animales jóvenes, mostrando valores similares a los obtenidos en conejos adultos (Abad-Guamán *et al*., 2015). El aumento de la fibra soluble en el pienso mejoró la digestibilidad de la fibra dietética total a nivel ileal y fecal (un 97 y un 40%, respectivamente. $P \leq 0,029$). Esto es debido a la mejora de la digestibilidad de la fracción soluble e insoluble (FND) como se puede observar a nivel fecal ($P < 0,001$). También se observa que la reducción del ratio n-6/n-3 empeora la digestibilidad de la fibra total y soluble cuando el nivel de fibra soluble en el pienso es bajo ($P \leq 0,028$). En general,

la mayor cantidad de fibra fermentada a nivel ileal y fecal podría modificar el tipo de microbiota intestinal (El Abed *et al*., 2013) y explicar la reducción de la mortalidad observada con estos piensos al aumentar el nivel de fibra soluble (Delgado *et al*. datos no publicados). Al aumentar el nivel de fibra soluble aumentó el flujo de mucinas a nivel ileal (expresado por kg de MS ingerida), lo que ya observó Abad-Guamán *et al*. (2015), y que podría estar relacionado con el efecto positivo de la fibra soluble sobre la mucosa intestinal. Además el aumento de FS tendió a mejorar la digestibilidad ileal del almidón y a reducir la cantidad del mismo que llegó al ciego lo que anteriormente se ha relacionado con un mejor estado de la mucosa intestinal (Gómez-Conde *et al*., 2007). Sin embargo, en este trabajo sólo se ha observado una tendencia (P = 0,068) a mejorar la actividad específica sacarásica en el yeyuno en los gazapos alimentados con el pienso AF_Bn-3 (datos no mostrados) a diferencia de lo observado por Gómez-Conde *et al*. (2007). Curiosamente, la digestibilidad fecal del almidón se redujo ligeramente al aumentar el nivel de FS (P < 0,001). Esto podría deberse a la mayor presencia de microorganismos en las heces, que contienen una cantidad pequeña pero apreciable de almidón. La proteína microbiana supone un 40% de la proteína total en las heces duras (Carabaño *et al*., 2000), y el contenido bacteriano de glucosa ligada a almidón es aproximadamente un 2,4% (sobre MS. Merry y McAllan, 1983). La digestibilidad fecal de la grasa también tendió a disminuir con el mayor nivel de FS (P = 0,089) sin mostrar efecto alguno la relación n-6/n-3, lo que también podría deberse a la mayor presencia de grasa microbiana (que supone alrededor de un 18% de las bacterias).

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

	Baja fibra soluble		Alta fibra soluble	
	BF Bn-3	BF An-3	AF Bn-3	AF An-3
Ingredientes, %				
Trigo blando 10,7% PB	22,7	22,7	21,7	21,7
Salvado y tercerillas	28,0	28,0	13,0	13,0
Paja tratada con sosa	10,0	10,0	5,0	5,0
Pulpa remolacha	0	0	18,0	18,0
Harina de girasol 29	9,97	9,97	12,97	12,97
Aceite de girasol alto oleico	0,85	0	0,85	0
Aceite de girasol	2,15	2,0	2,15	2,0
Aceite de linaza	0	1,0	0	1,0
Otros[1]	26,3	26,3	26,3	26,3
Composición química analizada, % MS				
Fibra dietética total[2]	39,1	38,0	44,2	43,8
aFND[2]	30,7	30,9	31,2	30,8
Fibra soluble	8,4	7,19	13,0	13,0
Grasa	5,38	4,91	4,87	5,00
Proteína bruta	16,5	16,3	16,2	16,4
Almidón	22,6	22,2	18,2	18,4
Ácidos grasos, g/100 g ácidos grasos				
C16:0	11,0	11,6	10,7	11,4
C18:0	3,0	3,2	3,2	3,3
C18:1n9	30,3	20,1	31,4	20,1
C18:2n6	48,9	48,0	47,2	46,8
C18:3n3	2,9	12,4	2,7	13,3
n-6/n-3	14,4	3,7	12,5	3,4

[1] en %: Alfalfa 14,5; 0,5 alfalfa marcada con Yb; H. soja 8,0; Carbonato cálcico 1,2; Cloruro sódico 0,3; Fosfato bicálcico 0,5; Met 0,08; Lys 0,44; Thr 0,31; Corrector vitamínico-mineral (L511. Trouw España) 0,5. Todos los piensos llevaron 66 ppm de robenidina y 50 ppm de etoxiquin. [2] expresada libre de cenizas y proteína.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Abad, R. *et al*. 2013. Anim. Feed Sci.182: 61- 70 • Abad-Guamán, R., *et al*. 2015. J. Anim. Sci. 93: 2860–2871. ● Association of Official Analytical Chemists. 2000. Official Methods of Analysis 17th ed. AOAC. Washinton, DC. ● Boudry, G. *et al*. J. Nutr. 139:1110-1117. ● Carabaño, R. *et al*. 2000. World Rabbit Sci. 8:15-28. ● El Abed *et al*., 2013. 21:207-208. ● Gómez-Conde M.S. *et al*., 2007. J. Anim. Sci. 85:3313-3321. ● Maertens, L. *et al*. 2005. Proc. 11èmes Journées Recherche Cunicole. pp. 205-208. ● Merry, R.J. & McAllan, A.B.

1983. Br. J. Nutr. 50, 701-709. ● Mertens, D.R. 2002. J. Assoc. Off. Assoc. Chem. Int. 85:1217-1240. ● Trocino, A. *et al*. 2013. World Rabbit Sci. 21:1-15.

Agradecimientos: Proyecto AGL2011-23885 y Proyecto MEDGAN ABI-2913. Agradecemos a Enrique Blas (UPV) la fabricación de los piensos experimentales.

***Tabla 2**. Efecto del nivel de fibra soluble y de la relación n-6/n-3 sobre la digestibilidad ileal y fecal en gazapos tras el destete ($n_{digestibilidad\ ileal}$ = 9-12; $n_{digestibilidad\ fecal}$ = 12-14).*

Piensos	BF_Bn-3	BF_An-3	AF_Bn-3	AF_An-3	rsd	P_{SF}	$P_{SF\times n\text{-}6/n\text{-}3}$
Consumo MS 25-39 d, g/d	53,9	57,3	52,4	49,6	7,31	0,015	0,099
Digestibilidad ileal, %							
MS	49,6	44,5	49,5	51,4	17,0	0,52	0,52
Almidón	97,8	97,5	98,3	98,7	1,19	0,064	0,44
Fibra dietética total	13,3	12,3	25,0	25,5	14,6	0,029	0,88
Flujo ileal, g/d							
MS	26,3	28,9	26,7	21,9	6,86	0,13	0,096
Almidón	0,41	0,34	0,20	0,13	0,30	0,059	0,99
Fibra dietética total	17,7	19,1	18,8	16,2	4,77	0,56	0,20
Mucinas, g/kg MS ingerida	33,3	31,4	38,5	37,0	8,15	0,043	0,94
Consumo MS 39-42 d, g/d	104	98,6	91,0	101	16,2	0,36	0,21
Digestibilidad fecal, %							
MS	64,1	63,7	64,6	65,1	2,86	0,27	0,57
Almidón	99,1	99,1	98,6	98,7	0,44	<0,001	0,95
Grasa	81,2	81,6	77,7	81,0	4,36	0,089	0,27
Fibra dietética total	$32,5^{b}$	$28,3^{a}$	$41,6^{c}$	$43,5^{c}$	4,61	<0,001	0,028
FND	26,1	23,6	30,6	31,1	5,81	<0,001	0,37
Fibra soluble	$56,1^{b}$	$48,7^{a}$	$68,1^{c}$	$72,8^{c}$	7,44	<0,001	0,008

$P_{n\text{—}6/n\text{-}3} \geq 0,39$ para todas las variables

EFFECT OF LEVEL OF SOLUBLE FIBRE AND n-6/n-3 RATIO ON ILEAL AND FAECAL DIGESTIBILITY IN GROWING RABBITS

ABSTRACT: The aim of this work was to study whether the dietary increase of soluble fibre (SF, substituting sugar beet pulp for straw and wheat bran; 7.8 (LF) vs. 13.0% DM soluble fiber (HF)) and the reduction of n-6/n-3 fatty acid ratio (substituting sunflower oil for linseed oil; 13.4 (Ln-3) vs. 3.5 (Hn-3)) and the eventual relationship between them influence ileal and faecal digestibility. It resulted in four diets (LF_Ln-3, LF_Hn-3, HF_Ln-3, HF_Hn-3). Fifty two 26 d old rabbits (422±27 g BW) per treatment were slaughtered at 39 d of age and digesta of distal ileum collected and mixed to obtain 9-12 pools of ileal digesta per treatment to determine ileal digestibility (DM, starch, total dietary fibre –TDF). Another 14 rabbits (26 d old and 449±54 g BW) per treatment were used to determine faecal digestibility from 39 to 42 d of age (DM, fat, TDF, NDF and SF). Ileal and faecal mucin was determined to correct total dietary fiber values. Dietary treatments did not modify ileal and faecal DM digestibility (48.7 and 64.2% on average, respectively). The increase of SF improved TDF digestibility ($P \leq 0.029$) at ileal (12.8 vs. 25.3%) and faecal level (29.9 vs. 42.0%), and the faecal NDF and SF digestibility (26.6 vs. 32.9% and 44.2 vs. 63.5%, respectively. $P < 0.001$). The reduction of the n-6/n-3 ratio decreased faecal TDF digestibility in LSF group ($P \leq 0.028$).The ileal flow of crude mucin increased in rabbits fed the high FS diets (32.3 vs. 37.7 g/kg DM intake. $P = 0.043$). The increase of the level of SF tended to improve the ileal digestibility of starch ($P = 0.064$), but saccharidase specific activity only tended to increase in rabbits fed HF_Ln-3 diet ($P = \leq 0.068$). Fecal digestibility of starch decreased ($P < 0.001$) and that of fat tended also to impair with the increase of SF ($P = 0.089$).

Keywords*:* Soluble fibre, n-6/n-3 ratio, digestibility, rabbits.