

Effect of distillers dried grains with solubles on the morphometric of the gastrointestinal tract and internal organs of growing rabbits.

Technical note

Efecto de granos de destilería secos con solubles (DDGS) en la morfometría del tracto gastrointestinal (TGI) y órganos internos de conejos en crecimiento. Nota técnica

Ysnagmy Vázquez¹, H. Bernal², M. Valdiviél¹, E. Gutiérrez², L. M. Mora¹ and C. A. Hernández²

¹Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

²Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México

Email: ysnagmy@ica.co.cu

A total of 56 growing rabbits (Black Aztec x Chinchilla) from 40 days of age were used in order to study the effect of including 0, 10, 20 and 30 % of distillers dried grains with corn solubles on the morphometric of the gastrointestinal tract (GIT) and internal organs in a diet based on sorghum-soya. At the end of the fattening (56 days), 32 rabbits were slaughtered (eight per treatment) and the stomach full and empty, caecum and intestines were weighed, as well as the internal organs liver and spleen, all expressed as absolute weight(g), relative weight (g g^{-1}) and metabolic weight ($\text{g g}^{0.75^{-1}}$). With 30 % of distillers dried grains with corn solubles the higher weights of the stomach full and empty, absolutes (93.75 and 33.75 g), relatives (4.54 and 1.58 g) and metabolic (0.31 and $0.11 \text{ g g}^{0.75^{-1}}$) were obtained. There were not differences in the relative weight and metabolic weight of the liver and spleen. It is concluded that the morphometric of the gastrointestinal tract and internal organs of rabbits is not affected with the inclusion of up to 30% of distillers dried grains with corn solubles.

Key words: *distiller dried grains with corn solubles, rabbits, morphometric, alternative food*

Se utilizaron 56 conejos (Negro Azteca x Chinchilla) en crecimiento a partir de los 40 días de edad para estudiar el efecto de incluir 0, 10, 20 y 30 % de granos de destilería secos con solubles de maíz en la morfometría del tracto gastrointestinal (TGI) y órganos internos en una dieta basada en sorgo-soya. Al finalizar la ceba (56 días), se sacrificaron 32 conejos (ocho por tratamiento) y se pesó el estómago lleno y vacío, ciego e intestinos, así como los órganos internos hígado y bazo, expresados todos como peso absoluto (g), relativo (g g^{-1}) y metabólico ($\text{g g}^{0.75^{-1}}$). Con 30 % de granos de destilería secos con solubles de maíz se obtuvieron los mayores pesos del estómago lleno y vacío, absolutos (93.75 y 33.75 g), relativos (4.54 y 1.58 g) y metabólicos (0.31 y $0.11 \text{ g g}^{0.75^{-1}}$). No hubo diferencias en los pesos relativos y metabólicos del hígado y el bazo. Se concluye que la morfometría del tracto gastrointestinal y órganos internos de los conejos no se afecta con la inclusión de hasta 30 % de granos de destilería secos con solubles de maíz.

Palabras clave: *granos de destilería secos con solubles de maíz, conejos, morfometría, alimentos alternativos*

Introduction

In recent years, the ethanol production from grains fermentation was increased worldwide, in order to reduce the oil dependence and contribute to improving the environment by means of generating biofuels. This process generates distillers to be used mainly in animal feeding (Martinez 2011), which can be an important alternative for rabbit feeding.

The distillers dried grains with corn solubles (DDGS) are used in cattle feeding (Li *et al.* 2011) and more recently in birds (Guney *et al.* 2013) and pigs (Graham *et al.* 2014). However, in rabbit species there are fewer references to the use of such supplement. Some works deal with the productive performance (Vazquez *et al.* 2013, Alagón *et al.* 2015) and other nutrient digestibility (Alagón *et al.* 2013, cited by Alagón 2013). In the reviewed literature, only Liñán (2012) and Alagón (2013) report morphometric studies in rabbits fed DDGS. Dietetic fiber in DDGS is, mainly, insoluble. This may be of interest since their inclusion in feeds may affect the morphometric of the gastrointestinal tract (GIT) and their physiology. In previous experiments performed in rabbits it was

Introducción

En los últimos años, la producción de etanol a partir de la fermentación de granos se incrementó en todo el mundo, con propósito de reducir la dependencia del petróleo y contribuir al mejoramiento del ambiente mediante la generación de biocombustibles. Este proceso genera subproductos de destilería que se deben utilizar básicamente en la alimentación animal (Martínez 2011), por lo que puede constituir una alternativa importante para la alimentación cunícula.

Los granos de destilería secos con solubles de maíz (DDGS) se utilizan en la alimentación del ganado vacuno (Li *et al.* 2011) y más recientemente en aves (Guney *et al.* 2013) y cerdos (Graham *et al.* 2014). Sin embargo, en la especie cunícula existen menos referencias a la utilización de este tipo de suplemento. Algunos trabajos abordan el comportamiento productivo (Vázquez *et al.* 2013, Alagón *et al.* 2015) y otros la digestibilidad de nutrientes (Alagón *et al.* 2013 citado por Alagón 2013). En la literatura revisada, solo Liñán (2012) y Alagón (2013) informan estudios de morfometría en conejos alimentados con DDGS.

La fibra dietética en los DDGS es, principalmente,

showed that the quantity and quality of the fiber are important for their effects on regulating digesta and the efficiency of nutrients use (Arruda *et al.* 2003).

The objective of this paper was to study the effect of the inclusion of DDGS on the morphometric of the gastrointestinal tract (GIT) and internal organs of growing rabbits.

A total of 56 rabbits of the hybrid Black Aztec x Chinchilla were used, weaned, with 40d of age and 752 g as average weight. The animals were allocated in galvanized wire cages (two animals per cage, belonging to the same litter) with dimensions of 840 x 330 mm, provided of feeder and drinker. They were distributed according to completely randomized design in four experimental groups with eight repetitions each. The inclusion levels of DDGS in the diet were 0, 10, 20 and 30%. Diets were prepared according to the requirements for rabbit in accordance with the Committee on Animal Nutrition and National Research Council (1977). The composition and contribution calculated of diets are shown in table 1.

At the end of the fattening period (96 d of age),

insoluble. Esto puede ser de interés ya que su inclusión en los piensos puede afectar la morfometría del tracto gastrointestinal (TGI) y su fisiología. En experimentos previos realizados en conejos se demostró que la cantidad y calidad de la fibra son importantes por sus efectos en la regulación del tránsito de la digesta y la eficiencia de utilización de nutrientes (Arruda *et al.* 2003).

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la inclusión de DDGS de maíz en la morfometría del tracto gastrointestinal (TGI) y órganos internos de conejos en crecimiento.

Se utilizaron 56 conejos del híbrido Negro Azteca x Chinchilla, destetados, con 40 d de edad y peso promedio de 752 g. Los animales se ubicaron en jaulas de alambre galvanizado (dos animales por cada una, pertenecientes a la misma camada) con dimensiones de 840 x 330 mm, provistas de comedero y bebedero. Se distribuyeron según diseño completamente aleatorizado en cuatro grupos experimentales con ocho repeticiones cada uno. Los niveles de inclusión de los DDGS de maíz en la dieta fueron 0, 10, 20 y 30 %. Las dietas se elaboraron de acuerdo con los requerimientos para conejos según el Committee on Animal Nutrition & National Research Council (1977). La tabla 1 muestra la composición y el aporte calculado de las dietas.

Table 1. Composition and calculated contribution of the diets.

Ingredients	% of inclusion of DDGS			
	0	10	20	30
Alfalfa meal	50.38	49.08	53.88	55.28
Sorghum grain	30.00	26.94	17.20	10.40
Soybean meal	13.70	9.60	4.60	0.00
DDGS	0.00	10.00	20.00	30.00
Molasses	3.00	3.00	3.00	3.00
Monocalcic phosphate	0.68	0.54	0.46	0.36
Common salt	0.50	0.50	0.50	0.50
Premixture Vit+Min trace ¹	0.20	0.20	0.20	0.20
DL methionine	0.14	0.14	0.14	0.14
L-lysine	0.00	0.00	0.02	0.12
Soybean oil	1.40	0.00	0.00	0.00
Analysis (calculated in %)				
Crude protein, %	17.41	17.41	17.43	17.42
Crude fiber, %	17.43	17.57	19.46	20.36
ADF, %	21.66	22.87	25.91	27.88
NDF, %	29.10	33.05	38.34	42.73
Digestible energy, MJ/kg	11.77	11.36	11.02	10.81
Total phosphorous, %	0.45	0.45	0.45	0.45
Calcium, %	0.88	0.85	0.90	0.91
Lysine, %	0.77	0.71	0.65	0.65
Methionine + Cystine, %	0.60	0.60	0.60	0.60

¹ Premixture Vit + Min trace: Vitamins: A-12.000.000 UI, D3-1.500.000 UI, E- 60.000 UI, K3-2 g, Thiamin (B1)- 2 g, Riboflavin- 6 g, Piridoxine (B6)- 3.5 g, B12- 20 mg, Biotin- 150 mg, Folic acid - 520 mg, Niacin- 60 g, Pantothenic acid- 15 g, Choline chloride- 500 g. Minerals: Antioxidant- 2000 g, Manganese- 40 g, Zinc- 100 g, Iron- 90 g, Copper- 10 g, Iodine- 480 mg, Selenium- 240 mg, Cocciostats Cycostat (Robenidine 6.6%)-500 g.

32 rabbits (eight per treatment) were slaughtered, with 2.2 kg as average weight. Previous to slaughter, animals were desensitized by the contusion method according to the technique described by Baumans *et al.* (1997).

From the gastrointestinal tract (GIT) the stomach full and empty were weighed and the caecum (without emptying) were weighed too. In addition, the small and large intestines without emptying were weighed together, so the variable intestines weight was formed. From the accessory organs, liver and spleen were individually weighed. The weights were expressed as absolute weight (g), relative (g/g) and metabolic ($g^{0.75}$).

Analysis of variance by means of the statistical program SPSS for Windows version 15.0 (Visauta 1998) was conducted. The comparison Duncan (1955) test was applied in necessary cases.

The comparisons of morphometric measurements of the GIT are show in table 2. The results showed differences in absolute, relative and metabolic weight of the stomach full and empty ($P \leq 0.05$). The highest values were found in rabbits fed with 30% of inclusion of DDGS.

These results may be due to the higher fiber content of feed with 30% of inclusion of DDGS and, in parallel, to its lower energy concentration, which leads to the increase of food intake, as reported a previous study of Vázquez *et al.* (2013). Gidenne and Ruckebusch (1989) stated that when increasing the fiber increases the rate of passage through the GIT, with decrease in nutrients absorption and increase of food intake by the animals which needs to satisfy their energy needs. The increase of the stomach weight may be due to the adaptation to higher intake and, as consequence, the need to support higher weight of food (Carabaño *et al.* 1984).

Alagón (2013) conducted a research in which different levels of DDGS from barley, wheat or corn in growing rabbits were included. This author did not found differences in the morphometric of the digestive tract at 42 d of age of the rabbits, except in the caecum weight, which was lower in rabbits fed with 20% of inclusion of DDGS of barley, which does not coincide with that obtained in this study.

The data corresponding to the absolute, relative and metabolic weight of liver and spleen are shown table 3. The absolute liver weight decreased ($P \leq 0.05$) with the inclusion of 30% of DDGS. This result not influence on the organ function and in the hepatic glycogen deposition, when not differ with respect to live weight and metabolic weight of animals which intake diets with 10 and 20%.

The results of this study show that the inclusion of DDGCS up to 30% does not cause disorder in the morphometric of the gastrointestinal tract and internal organs of rabbits, which shows that can be an alternative to be used in diets for growing rabbits. Digestibility researches are suggested to determine its effect on degradability and feed efficiency.

Al finalizar el período de ceba (96 d de edad), se sacrificaron 32 conejos (ocho por tratamiento), con peso promedio de 2.2 kg. Previo al sacrificio, los animales se insensibilizaron por el método de la contusión según la técnica descrita por Baumans *et al.* (1997).

Del tracto gastrointestinal (TGI) se pesó el estómago lleno, vacío y el ciego (sin vaciar). Además, se pesaron en conjunto los intestinos delgado y grueso sin vaciar, con lo que se conformó la variable peso de los intestinos. De los órganos accesorios, se pesaron el hígado y bazo individualmente. Los pesos se expresaron como peso absoluto (g), relativo (g/g) y metabólico ($g^{0.75}$).

El análisis de varianza se realizó mediante el programa estadístico SPSS para Windows versión 15.0 (Visauta 1998). Se aplicó, en los casos necesarios, la dódima de comparación de Duncan (1955).

La tabla 2 muestra las comparaciones de las medidas morfométricas del TGI. Los resultados indicaron diferencias en el peso absoluto, relativo y metabólico del estómago lleno y vacío ($P \leq 0.05$). Los mayores valores se encontraron en los conejos alimentados con 30 % de inclusión de DDGS.

Estos resultados se pueden deber al mayor contenido de fibra del pienso con 30 % de inclusión de DDGS y, paralelamente, a su menor concentración energética, que da lugar al aumento del consumo de alimento, como informa un estudio previo de Vázquez *et al.* (2013). Gidenne and Ruckebusch (1989) plantearon que al incrementar la fibra aumenta la velocidad de pasaje por el TGI, con disminución en la absorción de nutrientes y aumento del consumo de alimento por parte de los animales que necesitan satisfacer sus necesidades energéticas. El aumento del peso del estómago se puede deber a la adaptación al mayor consumo y, como consecuencia, a la necesidad de soportar mayor peso de alimento (Carabaño *et al.* 1984).

Alagón (2013) realizó una investigación en la que incluyó diferentes niveles de DDGS de cebada, trigo o maíz en conejos en crecimiento. Este autor no encontró diferencias en la morfometría del tracto digestivo a los 42 d de edad de los conejos, excepto en el peso del ciego, que fue menor en los conejos alimentados con 20 % de inclusión de DDGS de cebada, lo que no coincide con lo obtenido en este estudio.

En la tabla 3 se muestran los datos correspondientes al peso absoluto, relativo y metabólico del hígado y el bazo. El peso absoluto del hígado disminuyó ($P \leq 0.05$) con la inclusión de 30 % de DDGS. Este resultado no influyó en la función del órgano y en el depósito de glucógeno hepático, al no diferir con respecto al peso vivo y al peso metabólico de los animales que consumieron dietas con 10 y 20 %.

Los resultados de este estudio indican que la inclusión de DDGS de maíz hasta 30 % no ocasiona trastornos en la morfometría del tracto gastrointestinal y órganos internos de los conejos, lo que evidencia que puede ser una alternativa a utilizar en dietas para conejos en crecimiento. Se sugieren investigaciones sobre digestibilidad para determinar su efecto en la degradabilidad y eficiencia alimentaria.

Table 2. Absolute, relative and metabolic weight of digestive organs of the GIT of growing rabbits fed with different levels of DDGS.

n	% of inclusion of DDGS				SE (\pm)	Signif.
	0	10	20	30		
	8	8	8	8	-	-
Live weight at slaughter , kg	2.20	2.07	2.15	2.09	9.29	P=0.7253
Absolute weight , g						
Full stomach	69.25 ^a	68.75 ^a	71.63 ^a	93.75 ^b	4.47	P= 0.0010
Empty stomach	20.88 ^a	21.25 ^a	23.25 ^a	33.75 ^b	3.30	P= 0.0322
Caecum	119.25	125.00	127.50	132.50	7.27	P= 0.6371
Intestines	230.00	236.25	245.00	256.25	12.42	P= 0.4834
Relative weight , g g ⁻¹						
Full stomach	3.18 ^a	3.39 ^a	3.38 ^a	4.54 ^b	0.26	P= 0.0043
Empty stomach	0.96 ^a	1.00 ^a	1.08 ^a	1.58 ^b	0.13	P= 0.0064
Caecum	5.51	6.11	5.88	6.37	0.30	P= 0.2603
Intestines	10.62	11.53	11.32	12.35	0.54	P= 0.1811
Metabolic weight, g g ^{0.75} ⁻¹						
Full stomach	0.22 ^a	0.23 ^a	0.23 ^a	0.31 ^b	0.02	P=0.0022
Empty stomach	0.07 ^a	0.07 ^a	0.07 ^a	0.11 ^b	0.01	P=0.0094
Caecum	0.38	0.41	0.40	0.43	0.02	P=0.3048
Intestines	0.72	0.77	0.77	0.83	0.03	P=0.1928

^{a,b} Means with different letters in each row differ significantly at P<0.05 (Duncan 1955)

Table 3. Absolute, relative and metabolic weight of the liver and spleen of rabbits fed with different levels of DDGS.

	% of inclusion of DDGS				SE (\pm)	Signif.
	0	10	20	30		
Absolute weight, g						
Liver	68.59 ^b	68.33 ^b	69.00 ^b	54.94 ^a	3.61	P= 0.0254
Spleen	1.44	1.45	1.46	1.48	0.11	P= 0.9955
Relative weight , % of live weight						
Liver g	3.14	3.40	3.20	2.67	0.21	P= 0.1044
Spleen	0.07	0.07	0.07	0.07	0.003	P= 0.5019
Metabolic weight, g g ^{0.75} ⁻¹						
Liver	0.21	0.23	0.22	0.18	0.01	P=0.0652
Spleen	0.004	0.005	0.005	0.005	0.00027	P=0.8721

^{a,b} Means with different letters in each row differ significantly at P<0.05 (Duncan 1955)

References

- Alagón, G. 2013. Use of barley, wheat and corn distiller's dried grains with solubles in diets for growing rabbits: nutritive value, growth performance and meat quality. Ph.D. Thesis, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España, 40 p., DOI: 10.4995/Thesis/10251/27648.
- Alagón, G., Arce, O., Serrano, P., Ródenas, L., Martínez-Paredes, E., Cervera, C., Pascual, J. J. & Pascual, M. 2015. "Effect of feeding diets containing barley, wheat and corn distillers dried grains with solubles on carcass traits and meat quality in growing rabbits". *Meat Science*, 101: 56–62, ISSN: 0309-1740.
- Arruda, A. M. V. de, Pereira, E. S., Mizubuti, I. Y. & Silva, L. D. D. F. da 2003. "Importância da fibra na nutrição de coelhos". *Semina: Ciências Agrárias*, 24(1): 181, ISSN: 1679-0359, 1676-546X, DOI: 10.5433/1679-0359.2003v24n1p181.
- Baumans, V., Bernoth, E.-M., Bromage, N., Bunyan, J., Erhardt, W., Flecknell, P., Gregory, N., Hackbarth, H., Morton, D. & Warwick, M. C. 1997. "Recommendations for euthanasia of experimental animals: Part 2". *Laboratory Animals*, 31(1): 1–32, ISSN: 0023-6772, 1758-1117.
- Carabaño, R., Lorente, M., Boixeda, G. S., de Blas, J. C. & Fraga, M. J. 1984. "Influencia del contenido en fibra y cereales del pienso determinados parámetros digestivos del conejo al final del cebo". In: IX Symposium de cunicultura, Madrid, España: Asociación Española de Cunicultura (ASESCU), pp. 231–242.

- Committee on Animal Nutrition & National Research Council 1977. Nutrient Requirements of Rabbits. 2nd ed., Washington, D.C.: National Academies Press, 37 p., ISBN: 978-0-309-02607-9, Available: <https://books.google.com.cu/books?id=z9AtAmWYzDkC&pg=PT2&lpg=PT2&dq=Nutrient+Requirements+of+Rabbits+1977&source=bl&ots=igejNJ5fav&sig=kceJ_Pt1xSD-3KuAsxOxy58xIRQ&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Nutrient%20Requirements%20of%20Rabbits%201977&f=false>, [Consulted: May 19, 2016].
- Duncan, D. B. 1955. "Multiple Range and Multiple F Tests". *Biometrics*, 11(1): 1, ISSN: 0006341X, DOI: 10.2307/3001478.
- Gidenne, T. & Ruckebusch, Y. 1989. "Flow and passage rate studies at the ileal level in the rabbit". *Reproduction Nutrition Development*, 29(4): 403–412, ISSN: 1297-9708, 0003-388X.
- Graham, A. B., Goodband, R. D., Tokach, M. D., Dritz, S. S., DeRouchey, J. M. & Nitikanchana, S. 2014. "The effects of medium-oil dried distillers grains with solubles on growth performance, carcass traits, and nutrient digestibility in growing–finishing pigs". *Journal of Animal Science*, 92(2): 604–611, ISSN: 1525-3163, DOI: 10.2527/jas.2013-6798.
- Guney, A. C., Shim, M. Y., Batal, A. B., Dale, N. M. & Pesti, G. M. 2013. "Effect of feeding low-oil distillers dried grains with solubles on the performance of broilers". *Poultry Science*, 92(8): 2070–2076, ISSN: 0032-5791, 1525-3171, DOI: 10.3382/ps.2012-02699, PMID: 23873554.
- Li, Y. L., McAllister, T. A., Beauchemin, K. A., He, M. L., McKinnon, J. J. & Yang, W. Z. 2011. "Substitution of wheat dried distillers grains with solubles for barley grain or barley silage in lot cattle diets: Intake, digestibility, and ruminal fermentation". *Journal of Animal Science*, 89(8): 2491–2501, ISSN: 1525-3163, DOI: 10.2527/jas.2010-3418.
- Liñán, M. A. 2012. Efecto de la adición de granos secos de destilería con solubles (DDGS) y enzimas hemicelulasa y glucanasa sobre la composición de la canal y calidad de la carne de conejos. Graduated Thesis, Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México, 52 p.
- Martínez, M. 2011. Evaluación de los granos de destilería secos con solubles en la alimentación de cerdos en crecimiento y reproductoras porcinas. Ph.D. Thesis, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
- Vázquez, Y., Bernal, H., Valdivié, M., Gutiérrez, E., Castellanos, L. M., Hernández, C. A., Juárez, A. & Cerrillo, M. A. 2013. "Use of dehydrated distillery grains with solubles in diets for fattening rabbits". *Cuban Journal of Agricultural Science*, 47(1): 45–49, ISSN: 2079-3480.
- Visauta, V. B. 1998. Análisis estadístico con SPSS para Windows: estadística multivariante. McGraw-Hill, 376 p., ISBN: 978-84-481-2074-0, Available: <https://books.google.com.cu/books/about/An%C3%A1lisis_estad%C3%ADstico_con_SPSS_para_Win.html?id=1bt0AAAACAAJ&redir_esc=y>, [Consulted: May 19, 2016].

Received: February 22, 2015