



Niveles de granos secos de destilería con soluble de maíz y su influencia en el crecimiento de patos Muscovy (*Cairina moschata*)

Levels of corn dried distillers grains with solubles and their influence on the growth of Muscovy ducks (*Cairina moschata*)

R. C. Bautista¹ , F. E. Airahuacho^{1*} , H. N. Pujada¹ 



<https://doi.org/10.51431/par.v4i1.759>

Resumen

Objetivos: evaluar el efecto de la inclusión de diferentes niveles dietarios de granos secos de destilería con soluble de maíz (DDGS) sobre el rendimiento productivo del pato macho Muscovy. **Metodología:** Se empleó 84 patos machos que fueron evaluados desde su eclosión hasta los 49 días de edad. La unidad experimental estuvo formada de tres patos. Cada tratamiento estuvo representado por siete repeticiones. Se elaboró 4 dietas que incluían 0, 10, 20 y 30% DDGS y representaban los tratamientos a evaluar. La composición nutricional de las dietas experimentales fue de acuerdo a cada etapa evaluada. **Resultados:** La inclusión de 30% DDGS mejoró el peso corporal con respecto a los demás tratamientos, aunque en la etapa de crecimiento, el peso corporal del tratamiento control fue inferior comparado con todos los niveles de inclusión de DDGS. La inclusión de 30% DDGS incrementó el consumo de alimento con respecto a los demás tratamientos, mientras que 10 y 20% DDGS en la dieta mostraron conversiones alimenticias más eficientes durante todo el experimento. Según la regresión polinomial de tercer grado, la inclusión DDGS incrementa el peso corporal hasta en 5% más con 30% DDGS en la dieta, mientras que la conversión alimenticia se vuelve más eficiente hasta en 3% menos con 20% DDGS en la dieta. **Conclusiones:** La inclusión de DDGS mejora el peso corporal y aumenta el consumo de alimento en el máximo nivel de inclusión evaluado, aunque las conversiones alimenticias más eficientes fueron obtenidas con la inclusión del 20% DDGS.

Palabras clave: patos Muscovy, DDGS, rendimiento productivo, conversión alimenticia

Abstract

Objectives: To evaluate the effect of the inclusion of different dietary levels of Corn dried distillers grains with solubles (DDGS) on the productive performance of male Muscovy duck. **Methodology:** Eighty-four male ducks were used and evaluated from hatching to 49 days of age. The experimental unit consisted of three ducks. Each treatment was represented by seven replications. Four diets were prepared that included 0, 10, 20 and 30% DDGS and represented the treatments to be evaluated. The nutritional composition of the experimental diets was according to each stage evaluated. **Results:** The inclusion of 30% DDGS improved body weight with respect to the other treatments, although in the growth stage, the body weight of the control treatment was lower compared to all levels of DDGS inclusion. The inclusion of 30% DDGS increased feed intake with respect to the other treatments, while 10 and 20% DDGS in the diet showed more efficient feed conversions throughout the experiment. According to third degree polynomial regression, DDGS inclusion increases body weight by up to 5% more with 30% DDGS in the diet, while feed conversion becomes more efficient by up to 3% less with 20% DDGS in the diet. **Conclusions:** The inclusion of DDGS improves body weight and increases feed intake at the highest inclusion level evaluated, although the most efficient feed conversions were obtained with the inclusion of 20% DDGS.

Keywords: Muscovy ducks, DDGS, productive performance, feed conversion

¹Departamento Académico de Zootecnia, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Lima, Perú

*Autor para correspondencia: fairahuacho@unjfsc.edu.pe

Introducción

El éxito de la industria avícola depende en gran medida del costo de alimentación, que representa alrededor del 70% de los costos de producción (Silva et al., 2021). El progresivo incremento del precio de los alimentos en la actualidad conlleva a buscar alimentos alternativos que puedan reducir el costo de las raciones y que aporten un adecuado nivel de nutrientes (El-Hack et al., 2015). Los coproductos de la producción de etanol, obtenidos a partir de granos de cereales, vienen siendo utilizados ampliamente en la alimentación animal y representa una alternativa de reducción de los costos productivos en la nutrición avícola (Silva et al., 2016).

Los granos secos de destilería con solubles (DDGS) es uno de los coproductos más populares de las refinerías de etanol y se presentan como prometedores sustitutos de la fracción proteica de las dietas (Liu, 2011). Aunque en algunos países, su inclusión empieza a generalizarse, aún existe preocupación debido a que no se cuenta con información fidedigna de su composición química (Olukosi & Adebisi 2013), que varían principalmente por variaciones del cultivo del cereal, los métodos de procesamiento de etanol y la extracción de aceite (Meloche et al., 2014). Los DDGS contienen todos los componentes del grano del que se obtuvo (Babcock et al., 2008), excepto el almidón, que produce etanol (Silva et al., 2016). Así, los componentes fibrosos, lípidos, minerales y proteína se concentran en los DDGS (Trupia et al., 2016), y su alto nivel de almidón y bajo contenido de polisacáridos no almidonados lo hacen particularmente valiosos para la alimentación de aves (Swiatkiewicz & Koreleski, 2008).

La variabilidad de los DDGS conlleva a que la tasa de inclusión recomendada en las dietas de las aves sea variable. Hay muchas publicaciones que indican que los DDGS son un componente valioso y satisfactorio de la dieta de pollos de engorde (Damasceno et al., 2020; Loar et al., 2010), pavos (Opoku et al., 2015), gallinas ponedoras (Whiting et al., 2019; Trupia et al., 2016) y patos Pekín (Adamski et al., 2011; Lukaszewicz et al., 2011), pero no existe información para patos Muscovy.

Aunque la producción de carne de pato no es tan alta como la de pollo o pavo, en las últimas décadas se puede observar el creciente interés por el consumo de carnes alternativas (Lukaszewicz et al., 2011). La carne de pato es rica en ácidos grasos insaturados (Shin et al., 2019), que determinan su sabor y la hace muy sabrosa, de alto valor nutritivo y por tanto digna de popularización (Lukaszewicz et al., 2011). El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de niveles de DDGS de maíz en el alimento de patos, en la fase de crecimiento de 0 a 49 días, mediante los parámetros de peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia y costo de alimentación.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el galpón Experimental de la Escuela de Ingeniería Zootécnica de la Facultad de Ciencias Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental, y tuvo una duración de siete semanas, desde el primer día de edad hasta los 49 días de edad. Se utilizaron 84 patos machos Muscovy de un día de edad, distribuidos al azar en cuatro tratamientos y siete repeticiones cada uno, formando 28 unidades experimentales (cada unidad experimental estuvo formada de tres patos).

Las unidades experimentales o corrales fueron construidos con mallas de nylon, de 1 m², y estaban ubicadas dentro de un galpón de aves cubiertas con polipropileno para regular la ventilación y por ende de la temperatura ambiente.

Se elaboró cuatro dietas incluyendo 0, 10, 20 y 30% de DDGS. Los valores de nutrientes utilizados para la formulación de las dietas fueron según los publicados U.S. Grains Council (2018). Las fórmulas dietarias fueron obtenidas utilizando el programa Mixit-2, cubriendo cada uno de los requerimientos nutricionales del pato Muscovy para cada etapa, según las recomendaciones de Grimaud Freres Company (2015) (Tabla 1).

Los parámetros medidos fueron peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia y el costo de alimentación. El control de peso de los animales fue semanal, desde el inicio hasta el final experimento. El índice de

Tabla 1

Composición porcentual y contenido nutricional estimado de las dietas para patos de inicio (0 a 21 días de edad) y crecimiento (22 a 49 días de edad)

Ingredientes	Dietas inicio				Dietas crecimiento			
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
Maíz amarillo 8,9	53,21	48,04	46,59	43,72	57,90	55,36	54,25	53,14
DDGS	0,0	10,0	20,0	30,0	0,0	10,0	20,0	30,0
Torta soya 45	17,66	12,70	12,26	10,47	4,26	2,58	2,41	2,23
Soya integral	15,84	16,00	10,31	6,58	22,96	18,99	12,74	6,50
Afrecho trigo	8,99	9,15	6,82	5,26	10,99	9,34	6,87	4,42
Fosfato dicálcico	1,74	1,43	1,15	0,86	1,50	1,21	0,93	0,65
Carbonato calcio	1,43	1,63	1,81	1,99	1,36	1,55	1,72	1,19
Sal común	0,31	0,25	0,19	0,14	0,31	0,25	0,19	0,14
DL-Metionina	0,17	0,15	0,15	0,15	0,07	0,07	0,08	0,09
HCl-Lisina	0,0	0,0	0,06	0,18	0,0	0,0	0,06	0,18
Aditivos	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Contenido nutricional								
E.M, kcal/kg	2900	2900	2900	2900	3000	3000	3000	3000
Proteína cruda, %	20,60	20,60	20,60	20,72	17,50	17,50	17,50	17,50
Lisina, %	1,06	1,51	1,00	1,00	0,95	0,86	0,85	0,85
Met + Cis, %	0,85	0,85	0,86	0,86	0,70	0,70	0,71	0,72
Triptófano, %	0,28	0,27	0,25	0,23	0,24	0,22	0,20	0,18
Treonina, %	0,79	0,82	0,79	0,78	0,72	0,70	0,68	0,65
Grasa cruda, %	3,80	5,43	5,50	5,80	5,72	6,00	6,00	6,00
Fibra cruda, %	3,69	4,57	4,47	4,52	4,54	4,57	4,43	4,29
Calcio, %	1,0	1,0	1,0	1,0	0,90	0,90	0,90	0,90
Fosforo disp., %	0,45	0,45	0,45	0,45	0,40	0,40	0,40	0,40
Sodio, %	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17

Aditivos estuvo formado por 0,25% secuestrante de micotoxinas, 0,10% cloruro de colina, 0,10% bicarbonato de sodio, 0,05% zinc bacitracina, 0,05% antifúngico y 0,10% de premezcla de vitaminas y minerales.

conversión alimenticia fue calculado entre el consumo de alimento y el peso vivo promedio de los animales.

El diseño estadístico empleado fue completamente al azar con cuatro tratamientos y siete repeticiones. Se realizó el análisis de varianza, para determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos y se empleó la prueba de comparaciones múltiples; siendo la prueba de Tukey la más adecuada para comparar tratamientos con igual número de repeticiones (Montgomery, 2002). Con la finalidad de determinar la tendencia que sigue la variable respuesta a un nivel de inclusión de DDGS se realizó la Regresión Polinomial.

Resultados

La Tabla 2 muestra el efecto de la inclusión de DDGS sobre el peso corporal de patos machos de 0 a 49 días de edad. El análisis estadístico encontró diferencias significativas para el peso corporal entre los niveles de inclusión de DDGS

($P < 0,05$). En la etapa de inicio, los patos que consumieron dietas con 30% de inclusión de DDGS mostraron mejores pesos corporales con respecto a los demás tratamientos. En la etapa de crecimiento, los patos que consumieron dietas que incluían DDGS mostraron mejores pesos corporales con respecto al tratamiento control, aunque el peso corporal de los patos que consumieron 30% DDGS fue superior al de 10 y 20% DDGS. Durante toda la evaluación, el peso corporal fue superior en todos los patos que consumieron dietas que incluían algún nivel de DDGS, con respecto al tratamiento control.

La Tabla 3 muestra el efecto de la inclusión de DDGS sobre el consumo de alimento de patos machos de 0 a 49 días de edad. El análisis estadístico encontró diferencias estadísticas altamente significativas para el consumo de alimento de los patos en la etapa de inicio, crecimiento y total ($P < 0,01$). La inclusión de 30% DDGS en la dieta estimuló un mayor consumo de alimento con respecto a los demás tratamientos evaluados.

Tabla 2

Efecto de la inclusión de DDGS sobre el peso corporal (g) de patos machos de 0 a 49 días de edad

Tratamientos	Peso inicial	Etapa		
		Inicio (0-21 días)	Crecimiento (22-49 días)	Total (0-49 días)
Control (0 % DDGS)	55	777 ^b	2410 ^b	3188 ^c
10% DDGS	56	773 ^b	2536 ^a	3308 ^b
20% DDGS	55	777 ^b	2525 ^a	3302 ^b
30% DDGS	56	816 ^a	2565 ^a	3381 ^a

^{a,b,c} Los valores expresan la media \pm DS (n = 21). Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre tratamientos (ANOVA y pos hoc de Tukey; $P < 0,05$).

Tabla 3

Efecto de la inclusión de DDGS sobre el consumo de alimento (g) de patos machos de 0 a 49 días de edad

Tratamientos	Etapa		
	Inicio (0-21 días)	Crecimiento (22-49 días)	Total (0-49 días)
Control (0 % DDGS)	1195 ^a	5838 ^a	7033 ^a
10% DDGS	1180 ^a	5905 ^a	7084 ^a
20% DDGS	1185 ^a	5776 ^a	6962 ^a
30% DDGS	1253 ^b	6319 ^b	7572 ^b

^{a,b,c} Los valores expresan la media \pm DS (n = 21). Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre tratamientos (ANOVA y pos hoc de Tukey; $P < 0,05$).

Al análisis estadístico para la conversión alimenticia de los patos machos en la etapa de inicio, crecimiento y total encontró diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos ($P < 0,01$) (Tabla 4). Los patos que consumieron dietas con 10 y 20% de inclusión de DDGS tuvieron las conversiones alimenticias más eficientes con respecto a los patos que consumieron dietas con 0 y 30% DDGS.

Los cálculos del peso corporal utilizando la ecuación de tercer grado muestra que la inclusión DDGS incrementa progresivamente el peso corporal hasta en 5% más con respecto al control cuando se incluye hasta 30% DDGS (Figura 1A), mientras que la eficiencia de conversión alimenticia se vuelve más eficiente hasta en 3% menos con respecto al control cuando se incluye hasta 20% DDGS, a partir del cual tiende a volverse menos eficiente (Figura 1B).

Discusión

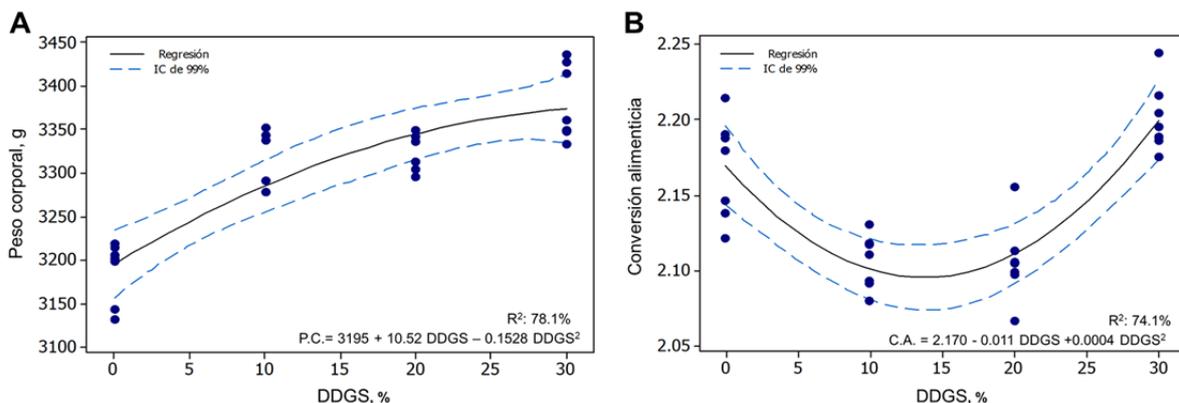
La inclusión de 10, 20 y 30% de DDGS en la dieta de patos machos Muscovy mejoró el peso corporal de patos en crecimiento. Se observa que el nivel de grasa cruda en la dieta aumenta conforme se incrementan los niveles de DDGS en la dieta, lo que sugiere que el efecto extra calórico de la grasa y la participación de la misma en el transporte de ácidos grasos esenciales, colina y vitaminas liposolubles, influirían positivamente sobre la ganancia de peso (McDonald, 2010). No se tiene investigaciones disponibles de investigaciones similares en patos Muscovy, sin embargo, en patos Pekín de 0 a 56 días, la inclusión de 15, 25 y 30% DDGS en la dieta no influyó sobre la ganancia de peso (Adamski et al., 2011; Lukaszewicz et al., 2011). Comparando el efecto del DDGS sobre la ganancia de peso de pollos de engorde, los resultados son contradictorios. Abudabos et al. (2017) observó

Tabla 4
Efecto de la inclusión de DDGS sobre la conversión alimenticia (g/g) de patos machos de 0 a 49 días de edad

Tratamientos	Etapa		
	Inicio (0-21 días)	Crecimiento (22-49 días)	Total (0-49 días)
Control (0 % DDGS)	1,44 ^b	2,42 ^b	2,17 ^b
10% DDGS	1,42 ^a	2,33 ^a	2,11 ^a
20% DDGS	1,42 ^a	2,29 ^a	2,07 ^a
30% DDGS	1,44 ^b	2,46 ^b	2,20 ^b

^{a,b,c} Los valores expresan la media \pm DS (n = 21). Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre tratamientos (ANOVA y pos hoc de Tukey; $P < 0,05$).

Figura 1
Tendencia del peso corporal (1A) y eficiencia de conversión alimenticia (1B) de patos machos alimentados con diferentes niveles de inclusión de DDGS desde los 0 hasta los 49 días de edad



disminución de la ganancia de peso de pollos de engorde de 0 a 35 días cuando incluyo de 12 a 24% DDGS en la ración, mientras que Loar et al., (2010) reporta disminución de la ganancia de peso de pollos de engorde de 14 a 28 días de edad cuando consumieron dietas que contenían entre 15 a 30% de DDGS. Damasceno et al. (2020) no observó influencias sobre la ganancia de peso de pollos de 0 a 42 días de edad al incluir niveles de 1 a 16% DDGS en la ración.

Los resultados del presente estudio muestran consumo de alimento incrementado en patos que consumieron dietas con 30% DDGS, mientras que, en pollos de engorde, el consumo de alimento disminuye cuando consumen dietas con DDGS. Abudabos et al. (2017) observó disminución del consumo de alimento de pollos de engorde de 0 a 10 días de edad cuando consumieron dietas que contenían entre 18 a 24% DDGS, mientras que pollos de engorde de 1 a 35 días de edad mostraron consumos disminuidos con dietas que contenían entre 12 a 24% de DDGS, mientras que Loar et al. (2010) observó disminución del consumo de alimento de pollos de engorde de 14 a 28 días de edad al consumir dietas que contienen entre 22.5 y 30% DDGS. Damasceno et al. (2020) no observó influencias sobre el consumo de alimento de pollos de 0 a 42 días de edad al incluir niveles de 1 a 16% DDGS en la ración.

Dietas con 10 y 20% DDGS mejoraron la eficiencia de conversión alimenticia mientras que la inclusión de 30% DDGS la deterioró. Abudabos et al. (2017) reporta conversiones deficientes para pollos de engorde de 0 a 10 días cuando se incluye entre 6 a 24% DDGS, mientras que, en pollos de engorde de 11 a 35 días de edad, la conversión se deteriora cuando se incluye entre 18 a 24% DDGS. Loar et al. (2010) no observó influencia del DDGS sobre la eficiencia de conversión en pollos de engorde de 14 a 28 días de edad.

Conclusiones

La inclusión de DDGS en la alimentación de patos de engorde mejoró el peso corporal, mientras que la inclusión del 30% aumento el consumo de alimento y deterioró la eficiencia de conversión alimenticia. Además, la conversión

alimenticia tiende a ser más eficiente cuando se incluye 20% DDGS en la ración.

Referencias

- Abudabos, A. M., Al-Atiyat, R. M., Stanley, D., Aljassim, R., & Albatshan, H. A. (2017). The effect of corn distiller's dried grains with solubles (DDGS) fortified with enzyme on growth performance of broiler. *Environmental Science and pollution research international*, 24(26), 21412–21421. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9808-5>
- Adamski, M. P., Kowalczyk, A. M., Łukaszewicz, E. T., & Korzeniowska, M. (2011). Effects of sex and inclusion of dried distillers grains with solubles on slaughter yield and meat characteristics of Pekin ducks, *British Poultry Science*, 52(6), 742-749. <https://doi.org/10.1080/00071668.2011.639745>
- Babcock, B. A., Hayes, D. J., & Lawrence, J. D. (2008). *Using Distillers Grains in the U.S. and international livestock and poultry industries*. Midwest Agribusiness Trade Research and Information Center, Ames, Iowa, USA. <https://dr.lib.iastate.edu/server/api/core/bitstreams/758b9821-a5d8-48c2-a814-c48b5894771d/content>
- Damasceno, J. L., Rocha, C., Eying, C., Broch, J., Souza, C. R., Wachholz, L., Cirilo, E. H., Avila, A. S., Filho, I. P., & Nunes, R. (2020). Effect of feeding dried distillers' grains with solubles to broiler chickens from day 0 to 21. *Livestock Science*, 241, 104232. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104232>
- El-Hack, M. E. A., Alagawany, M., Farag, M. R., & Dhama, K. (2015). Use of Maize Distiller's Dried Grains with Solubles (DDGS) in Laying Hen Diets: Trends and Advances. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10, 690-707. <https://doi.org/10.3923/ajava.2015.690.707>
- Grimaud Freres Company. (2015). *Rearing Guide Roasting Canedins*. Grimaud Frères Sélection, Roussay, France.
- Liu, K. (2011). Chemical composition of distillers grain, a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 1508-1526. <https://doi.org/10.1021/jf103512z>
- Loar, R. E., Moritz, J. S., Donaldson, J. R., & Corzo, A. (2010). Effects of feeding distillers dried grains with solubles to broilers from 0 to 28 days posthatch on broiler performance, feed manufacturing efficiency, and selected intestinal characteristics. *Poultry Science*, 89(10), 2242–2250. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00894>

- Lukasiewicz, E., Kowalczyk, A., Adamski, M., & Kuźniacka, J. (2011). Growth parameters and meat quality of Pekin ducks fed on different level of dried distillers grains with solubles. *Archiv fur Tierzucht*, 54(5), 557-566. <https://aab.copernicus.org/articles/54/557/2011/aab-54-557-2011.pdf>
- McDonald, P., Edwards, L. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., & Wilkinson, R. G. (2010). *Animal Nutrition*. (7th ed.) Pearson. <http://gohardanehco.com/wp-content/uploads/2014/02/Animal-Nutrition.pdf>
- Meloche, K. J., Kerr, B. J., Billor, N., Shurson, G. C., & Dozier, W. A. (2014). Validation of prediction equations for apparent metabolizable energy of corn distillers dried grains with solubles in broiler chicks. *Poultry Science*, 93(6), 1428–1439. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03712>
- Montgomery, D.C. (2002). *Diseño y Análisis de Experimentos*. Universidad Estatal de Arizona, EUA: Editorial Limus Wiley.
- Olukosi, O.A., & Adebisi, A.O. (2013). Chemical composition and prediction of amino acid content of maize-and wheat-distillers? dried grains with soluble. *Animal Feed Science and Technology*, 185, 182-189. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.08.003>
- Opoku, E. Y., Classen, H. L., & Scott, T. A. (2015). Effects of wheat distillers dried grains with solubles with or without protease and β -mannanase on the performance of turkey hen poults. *Poultry Science*, 94(2), 207–214. <https://doi.org/10.3382/ps/peu049>
- Shin, D. M., Kim, D. H., Yune, J. H., Kwon, H. C., Kim, H. J., Seo, H. G., & Han, S. G. (2019). Oxidative Stability and Quality Characteristics of Duck, Chicken, Swine and Bovine Skin Fats Extracted by Pressurized Hot Water Extraction. *Food Science of Animal Resources*, 39(3), 446–458. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2019.e41>
- Silva, B., Ton, A.P., Moreno, F., & Freitas, L. (2021). Uso do coproduto de etanol de milho na alimentação de aves: Revisão. *Research, Society and Development*, 10, e15510413891. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13891>
- Silva, J.R., Netto, D.P., & Scussel, V.M. (2016). Grãos secos de destilaria com solúveis, aplicação em alimentos e segurança: Revisão. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*, 10(3), 190-270. <https://www.pubvet.com.br/uploads/28fb11e2a94649fcf8a8db81cc11db71.pdf>
- Swiatkiewicz, S., & Koreleski, J. (2008). The use of Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS) in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 64, 257-266. <https://doi.org/10.1017/S0043933908000044>
- Trupia, S., Winkler-Moser, J. K., Guney, A. C., Beckstead, R., & Chen, C. O. (2016). Nutritional quality of eggs from hens fed distillers dried grains with solubles. *Poultry Science*, 95(11), 2592-2601. <https://doi.org/10.3382/ps/pew142>
- U.S. Grains Council (2018). Chemical Composition and Energy. Value of Distillers Corn Oil for Swine and Poultry. In U.S. Grains Council (Ed.), *DDGS User Handbook*. Washington DC, EUA. <https://grains.org/wp-content/uploads/2018/06/Chapter-4.pdf>
- Whiting, I. M., Rose, S. P., Mackenzie, A. M., Amerah, A. M., & Pirgozliev, V. R. (2019). Effect of wheat distillers dried grains with solubles and exogenous xylanase on laying hen performance and egg quality. *Poultry Science*, 98(9), 3756–3762. <https://doi.org/10.3382/ps/pez063>