

Abanico Veterinario. Janeiro-Dezembro 2021; 11:1-11. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2021.18>
Artigo Original. Recebido: 05/09/2020. Aceito: 25/03/2021. Publicado: 11/05/2021. Chave: e2020-77.

O uso de licor e farinha de gérmen de milho em dietas para frangos de corte

Employment of steep liquor and corn germ meal on broiler diets

Rodríguez-López Nayeli^{1ID}, Ávila-González Ernesto^{1ID}, López-Coello Carlos^{1ID},
Arce-Menocal José^{*2ID}, Pérez-Malave Victor^{3ID}, Cortes-Cuevas Arturo^{1ID}, Herrera-
Camacho José^{2ID}

¹Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX, México. ²Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Morelia, Posta Veterinaria. Carretera Morelia-Zinapécuaro. Colonia El Trébol, Tarímbaro, Michoacán, México. ³ADM Animal Nutrition, Quincy, Illinois, Estados Unidos de América. *Autor para correspondência Arce-Menocal José. mvznayeli_riguez@hotmail.com, avilaernesto@yahoo.com, coelloca@servidor.unam.mx, josearce_55@yahoo.com.mx, vperez@amn.com, cortescuevasarturo@yahoo.com, jose.camacho@umich.mx

Resumo

O objectivo do estudo foi avaliar em dietas de frango de carne, o valor de alimentação da mistura de farinha de gérmen de milho (FGM) a 50% e a adição de 50% de licor de milho (LM) sem e com enzimas de carbohidrase (CH) e fermentação durante 24 h. Foram testadas as LM + enzimas para polissacarídeos não amiláceos (PNA) e LM com fermentação durante 24 h. Foi realizado um ensaio com LM + enzimas para polissacarídeos não amido (PNA) e LM com fermentação durante 24 h. Um total de 240 frangos de corte Ross 708 machos, dos 6 aos 50 dias de idade, alimentados com milho + pasta de soja (início, crescimento e conclusão), com 5, 10 e 20 % de FGM, com a inclusão de diferentes apresentações de LM (0 % LM, LM natural e LM fermentado) em percentagens iguais às do FGM sem e com enzimas carbohidrase (103 000 U/g de xilanases, 128 000 U/g de celulasas e 33 000 U/g de beta-glicanasas) a 25 ppm. O aumento de peso de pintos de 6 a 50 dias de idade melhorou 5% (P<0,05) com a adição de LM natural ao FGM. A combinação de FGM + LM natural aumentou o valor de alimentação nas dietas de frangos de corte. A adição de enzimas em dietas com FGM + LM natural não afectou o comportamento produtivo dos frangos de carne.

Palavras-chave: licor de milho, farinha de milho, enzimas, frangos de corte.

Abstract

The objective of the study was to evaluate in broiler diets, the feeding value of corn germ meal (CGM) mixture at 50% and the addition of 50% corn liquor (CL) without and with carbohydrase enzymes (CH) and fermentation for 24 hours. A trial with CL + enzymes for non-starch polysaccharides (NSP) and CL with fermentation for 24 h was carried out. A total of 240 male Ross 708 broilers were used, from 6 to 50 days of age fed corn + soybean paste based diets (starter, grower and finisher), with 5, 10 and 20 % CGM, with the inclusion of different presentations of CL (0 % CL, natural CL and fermented CL) in percentages equal to those of CGM without and with carbohydrase enzymes (103 000 U/g of xylanases, 128 000 U/g of cellulases and 33 000 U/g of beta-glucanases) at 25 ppm. Weight gain of 6- to 50-day-old chicks improved 5 % (P<0.05) with the addition of natural CL to CGM. The combination of CGM + natural CL increased feed value in broiler diets. The addition of enzymes in diets with CGM + natural CL did not affect broiler performance.

Keywords: corn liquor, corn germ meal, fermentation, enzymes, broiler chickens.

INTRODUÇÃO

As dietas de frango de corte são tradicionalmente constituídas por milho ou sorgo como fonte de energia primária e a farinha de soja como fonte de proteínas (Knudsen, 2014); contudo, nos últimos anos, o milho tem sido desviado para a produção de etanol, atingindo preços sem precedentes (Donohue e Cunningham, 2009). A farinha de gérmen de milho (FGM) e o licor de milho (LM) são co-produtos provenientes da moagem húmida do milho; ambos podem ser utilizados isoladamente ou em combinação como ingredientes alternativos nas dietas de aves e suínos (Davis, 2001; Rojas *et al.*, 2013, Albuquerque *et al.*, 2014). Uma grande variedade de co-produtos pode ser utilizada em dietas de aves e suínos (Rojas *et al.*, 2013); a sua inclusão pode ajudar a reduzir os custos de alimentação (Rochell *et al.*, 2011). No entanto, a abundante disponibilidade destes co-produtos na agro-indústria devido aos seus preços baixos e à sua inclusão em dietas avícolas tem sido limitada devido à presença de polissacáridos não amido (PNAs), porque aumentam a viscosidade intestinal, afectam o crescimento e o desempenho produtivo das aves (Malathi e Devegowda, 2001). Os PNAs consistem numa série de polissacáridos solúveis e insolúveis presentes na parede celular (Vincken *et al.*, 2003). Os principais polissacáridos em grãos de cereais são arabinoxilanos (AX) e β -glucanos. Com o objetivo de melhorar o valor nutricional das dietas de aves (Kaczmarek *et al.*, 2014), enzimas exógenas que atuam nas cadeias dos polímeros que causam a quebra em partículas menores (Kaczmarek *et al.*, 2014; Castro *et al.*, 2020). Quando um decremento ocorre do valor energético dos ingredientes que integram dietas de frango, o uso de enzimas que degradam PNAs, como x diariamente, são usadas (O'Neill *et al.*, 2012).

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o FGM + LM (50 e 50%), sem e com fermentação por 24 horas; Também sem e com a inclusão de carboidratos para PNA, em dietas para frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho em frangos, foi realizado no centro de pesquisa do ADM em Quincy, Illinois, Estados Unidos da América. Coordenadas 39° 55 '56' 'de LN e 91 ° 23' 19 " LO, Altitude 193 manm.

Análise laboratorial

Análises de humidade, matéria seca (MS), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE), lignina e amido foram realizadas no Laboratório de Investigação de Nutrição Animal da ADM em Quincy, Illinois. Também licor de milho para a análise de cinzas, humidade, pH, fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), PB, EE e amido.

Foi utilizado um total de 350 frangos machos Ross 708 dum dia de idade, que foram comprados à Welp Hatchery em Bancroft, Iowa. Foi seleccionado um total de 240 pintos com base no peso corporal inicial, escolhendo os pintos com 5 dias de idade entre 94 e 114 g. Antes do início deste estudo, todas as aves foram identificadas com bandas de asa individuais.

Tabela 1. Composição de dietas basais em três fases de alimento para frangos de corte

Ingrediente %	Iniciação	Crescimento	Finalização
Milho %	49.98	44.38	36.03
Pasta de soja 47,5%	37.05	32.45	25.60
Óleo de soja (degomado)	2.50	4.50	6.00
FGM	5.00	10.00	20.00
LM	-----	-----	-----
Água	2.35	4.95	9.00
CH, g ¹	-----	-----	-----
L-Lisina-HCl 98 %	0.12	-----	-----
DL- Metionina 99.5 %	0.14	0.08	0.04
L- Treonina 98.5 %	0.07	-----	-----
Carbonato de cálcio 38 %	1.40	1.35	1.45
Fosfato monocálcico 21 %	1.65	1.55	1.15
Sal	0.35	0.35	0.35
Bicarbonato de sódio	0.10	0.10	0.10
Sulfato de cobre 25,2 % ²	0.00	0.00	0.00
Sulfato de ferro 30 % ²	0.01	0.01	0.01
Selénio 0.06 % ²	0.05	0.05	0.05
Cloreto de colina 70 % ²	0.05	0.04	0.03
Coban 200 ³	0.05	0.05	0.05
Pré-misturas de Minerais*	0.03	0.03	0.03
Pré-mistura de vitaminas*	0.10	0.10	0.10
Nutriente		Análise calculada	
EM, Kcal ⁻¹	2,894	2,885	2,741
Materia seca %	86.01	83.99	80.76
Humidade %	13.99	16.01	19.24
Proteína bruta %	22.27	20.50	19.00
Extrato etéreo %	4.60	6.57	7.88
Fibra bruta %	2.73	2.77	3.21
Fibra detergente neutra %	8.52	9.81	12.63
Cálcio %	0.98	0.96	0.91
Fósforo disponível %	0.46	0.45	0.36
Lisina digestível %	1.23	1.04	0.92
Metionina digestível %	0.46	0.39	0.33

*Premix fornece por kg: Cobre 25 mg, Iodo 30 mg, Manganês 90 mg, Selénio 0,3 mg, Zinco 100 mg, Excipiente cbp 100,0 g; **Premix fornece por kg: Vitamina A 12.000 UI, Vitamina D3 3.500 UI, Vitamina E 16 UI, Biotina 0,2 mg, Colina 300 mg, Ácido Fólico 1 mg. 2 mg, Colina 300 mg, Ácido Fólico 1 mg, Veículo cbp. 1.000.00 g. ¹Inclusão de enzimas CH foi realizada sem qualquer valor nutricional, ²Aditivos promotores de crescimento, ³Coccidiostato.

Foi um total de 60 canetas, com 4 frango cada, 56 cm de comprimento em 102 cm de largura, com piso de arame; condicionamento aparas de madeira como um material de cama e temperatura controlada com termostato. Os frangos foram mantidos em três fases de alimentação, as dietas experimentais foram fabricadas na fábrica de alimentos piloto sob a forma duma farinha para iniciação, crescimento e conclusão: de 6 a 13, de 14 a 29 a 29 a 50 dias (Tabela 1).

As carboidratos utilizados tinham uma actividade enzimática de 103.000 u/g de xilanase, 128 000 u/g de celulase e 33.000 u/g de β -glucanase, com dose de 25 ppm.

A inclusão de farinha e licor de milho em dietas foi às 5, 10 e 20% nas três fases de alimentos: iniciação, crescimento e conclusão, respectivamente. Eles foram mantidos com uma proporção de 1: 1. Em alimentos dos tratamentos 1 e 4, foi adicionado água, a fim de ter a mesma diluição de energia que nessas dietas contendo licor de milho. No tratamento 3, foi realizada a mistura FGM + LM, adicionando as enzimas CH para PNA; No tratamento 6, as misturas foram colocadas num recipiente de plástico hermético e permitido representar um período de 24 h à temperatura ambiente. As dietas tinham conteúdo semelhante de nutrientes.

Registro de consumo de alimentos

A pesagem de comida e frangos foi realizada ao alcançar as aves para a fazenda, no início e no final de cada fase de alimentação.

Registro de temperaturas ambientais na cabine de ambiente controlada

As leituras de temperaturas mínimas e máximas no nível de frangos com o uso de termômetros digitais são mostrados na Tabela 2. Um calendário de luz artificial foi fornecido, que consistia em dar 23 horas de luz/dia na primeira semana, 14 o terceiro, 12 o terceiro, 10 o quarto e 8 do quinto até o final do teste.

Tabela 2. Temperaturas mínimas e máximas registradas no experimento *in vivo* com frangos

Idade (dias)	Mínimo (°C)	Máximo (°C)
1 – 8	29	32
9 – 15	27	29
16 – 24	24	26
25 – 32	22	24
33 – 50	19	21

Parâmetros zootécnicos avaliados

Eles foram realizados durante o curso do estudo, registros de ganho de peso corporal (g), consumo de alimentos (g) e conversão alimentar (g/g); que foi obtido dividindo a quantidade de alimentos consumidos entre o ganho de peso obtido em cada fase de alimentação.

Eliminação de animais.

Aves doentes ou mortas foram excluídas do experimento. Posteriormente, todas as aves do referido corral e o alimentador foram pesadas para realizar o cálculo do ajuste das variáveis produtivas. Para o consumo de alimentos corrigidos à mortalidade, foi realizado através da subtração do consumo alimentar das aves mortas com o consumo de alimentos totais.

Análise estatística

Os resultados obtidos para ganho de peso, consumo de alimentos e conversão alimentar em cada fase de alimentação foram analisados com um projeto experimental completamente aleatoriamente com 2 x 3 arranjo fatorial, fator A (com e sem enzima) e fator B (LM 0%, LM e LM fermentado). As meias comparadas foram realizadas usando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Para analisar os dados, foi utilizado o pacote estatístico SAS (SAS, 2012).

RESULTADOS

O perfil de nutrição dos ingredientes utilizados no ensaio mostrado para o milho 8,3% PB, 94,9% de MS, umidade de 5,1%, 82,7% de amido e contou com uma baixa quantidade de fibra (2,9% FDN e 8,0% FDA) FGM com 25,7% PB, 92,0% MS, uma porcentagem considerável de amido (26,2%), óleo (1,7%); além disso, se é um ingrediente rico em fibras, porque tem 13,0% FDN e 38,3% de FDA. Por outro lado, a LM é um ingrediente líquido com 48,9% de umidade, um pH de 3,58 fornecido pela quantidade de ácido láctico com que esta conta (11,6%). Da mesma forma, tem uma alta quantidade de PB (30,0%) e óleo (4,5%). A combinação de 50% de FGM e 50% de LM (uma a uma), é atraente nas análises químicas realizadas pela sua concentração média, logo que o PB (27,9%) e o amido (18,9%).

Tabela 3, os resultados obtidos para ganho de peso de 6 a 50 dias de idade são apresentados. Nenhuma diferença estatística é observada ($p > 0,05$) para o fator enzimático nas diferentes fases de alimentação; No entanto, para o fator de dieta, é apreciado que a mistura LM + HGM aumentou significativamente ($p < 0,05$) ganho de peso a partir de 29 dias de idade, esse efeito sendo melhor quando a combinação não foi fermentada. Nenhum efeito de interação foi encontrado ($p > 0,05$) de enzimas x dietas nas fases de alimentação.

A Tabela 4 mostra os dados do consumo de alimentos de 6 a 50 dias de idade. Para o fator enzimático não houve diferença estatística ($p > 0,05$). No entanto, para o fator de dieta, é apreciado que as misturas de LM + FGM aumentassem significativamente o consumo de alimentos ($p < 0,05$) de 29 dias de idade. Nenhum efeito de interação foi encontrado ($p > 0,05$) de enzimas x dietas nas fases de alimentação.

Tabela 5, os valores obtidos para conversão de alimentos de 6 a 50 dias de idade são apresentados. Nenhuma diferença estatística é observada ($p > 0,05$) para os fatores e dietas enzimáticas ou efeitos da interação entre eles. A diferença observada ($p < 0,05$), estava na fase de crescimento em favor da dieta de controle.

Tabela 3. Resultados em frango de corte 6 a 50 dias de idade, alimentados pela mistura de LM + FGM com e sem enzimas

Ganho de peso (g)				
Enzimas CH	Control	LM+FGM	LM+FGM Fermentada	Média
Fase de iniciação				
Sem	193	192	195	193±2 ^a
Com	189	192	194	191±2 ^a
Média	191±3 ^a	192±3 ^a	194±3 ^a	
Fase de crescimento				
Sem	882	881	869	877±6 ^a
Com	867	864	872	868±6 ^a
Média	874±7 ^a	872±8 ^a	871±7 ^a	
Fase de finalização				
Sem	1702	1845	1723	1756±21 ^a
Com	1688	1839	1786	1771±22 ^a
Média	1695±26 ^a	1842±26 ^b	1754±27 ^a	
Acumulado				
Sem	2776	2917	2787	2827±35 ^a
Com	2744	2904	2856	2835±35 ^a
Média	2760±30 ^a	2911±30 ^b	2821±31 ^{ab}	

^{a,b} en la misma fila indica valores diferentes ($P < 0,05$) A, B na mesma linha indica valores diferentes ($p < 0,05$)

DISCUSSÃO

O FGM é um ingrediente fibroso com uma baixa digestibilidade *in vitro* de matéria seca (61,25%), que tem uma energia metabolizável de 1 650 kcal/kg (Archer Daniels Midland Company, 2016). Devido à presença do germen no FGM, uma porcentagem de 26,23% de amido é determinada nas análises laboratoriais nesta amostra, maior do que a obtida por Rochell *et al.* (2011) de 15,29%, também tem um óleo de 1,65%, caracterizando-o como ingrediente energético, assim como Milošević *et al.* (2011). Em outro estudo

realizado por [Rochell et al. \(2011\)](#) determinado que o FGM tem 10,87% de umidade, valor semelhante ao relatado nesta análise (7,93%). Por outro lado, [Rojas et al. \(2013\)](#) realizou um estudo em que determinou o valor de EB do FGM, que foi de 4 184 kcal⁻¹, um valor menor do que o obtido por [Rochell et al. \(2011\)](#) de 4 767 kcal⁻¹, tendo a amostra deste estudo um valor intermediário para esses resultados que foi de 4 573 kcal⁻¹.

Tabela 4. Resultados em frangos de corte de 6 a 50 dias de idade, alimentados pela mistura de LM + FGM com e sem enzimas

Consumo de alimentos (g)				
Enzimas CH	Control	LM+FGM	LM+FGM Fermentada	Média
Fase de iniciação				
Sem	260	260	261	261±3 ^a
Com	249	257	257	254±3 ^a
Média	255±4 ^a	259±4 ^a	259±4 ^a	
Fase de crescimento				
Sem	1258	1291	1270	1273±9 ^a
Com	1250	1260	1264	1258±9 ^a
Média	1254±11 ^a	1275±11 ^a	1267±11 ^a	
Fase de finalização				
Sem	3643	3842	3667	3717±38 ^a
Com	3546	3858	3797	3734±39 ^a
Média	3595±47 ^a	3850±47 ^b	3732±48 ^b	
Acumulado				
Sem	5161	5394	5198	5251±62 ^a
Com	5045	5392	5342	5260±62 ^a
Média	5103±53 ^a	5393±53 ^b	5270±55 ^b	

^{a, b} na mesma linha indica valores diferentes (p <0,05)

Por outro lado, o licor de milho é um ingrediente altamente digerível como evidenciado pelo resultado da amostra analisada (99,19%) e relatórios que indicam um teor de energia metabolizável de 1 595 kcal⁻¹ ([Tekchandani et al., 1999](#), [Sultan et al., 2017](#)).

O uso de CH para PNA em dietas para frangos de corte não aumentou o consumo de alimentos ([Zhang et al., 2014](#)), da mesma forma observados no presente experimento com a inclusão de CH, de 6 a 50 d da idade.

Por outro lado, o uso de 50% de LM + 50% FGM estimulou o consumo de alimentos de 6 a 50 dias, provavelmente devido a um aumento na palatabilidade das dietas. Em estudos realizados em outras espécies (porcos e gado) que a LM usou observou maior consumo de alimentos relacionados ao aumento da palatabilidade da dieta ([Lusby et al., 1981](#)), além de outros substratos ricos em carboidratos ([Medina et al., 2014](#)).

O uso de CH para PNA em frangos de corte e seu efeito sobre o aumento do ganho de peso (Adeola e Cowieson, 2011) tem sido amplamente estudado; no entanto, não houve aumento nesta variável de 6 a 50 dias; provavelmente porque a dosagem do CH a PNA usada neste estudo foi subestimada.

Além disso, nenhuma diferença foi encontrada no ganho de peso, de 6 a 50 anos, quando a inclusão de LM fermentada foi usada em 24 h. O LM utilizado neste estudo teve um pH de 3,8, provavelmente a falta de efeito no ganho de peso no tratamento de LM fermentado a 24 horas, foi descrito acima.

Tabela 5. Resultados em frangos de corte dos 6 aos 50 dias de idade, alimentados com a mistura LM+FGM com e sem enzimas.

Conversão alimentar (g/g)				
Enzimas CH	Control	LM+FGM	LM+FGM Fermentada	Média
Fase de iniciação				
Sem	1.35	1.36	1.34	1.35±0.11 ^a
Com	1.31	1.34	1.33	1.33±0.11 ^a
Média	1.33±0.01 ^a	1.35±0.01 ^a	1.33±0.01 ^a	
Fase de crescimento				
Sem	1.43	1.47	1.46	1.44±0.006 ^a
Com	1.44	1.46	1.45	1.44±0.006 ^a
Média	1.43±0.007 ^a	1.46±0.007 ^b	1.46±0.007 ^b	
Fase de finalização				
Sem	2.15	2.09	2.13	2.12±0.016 ^a
Com	2.10	2.10	2.13	2.11±0.016 ^a
Média	2.13±0.019 ^a	2.10±0.019 ^a	2.13±0.020 ^a	
Acumulado				
Sem	1.86	1.85	1.87	1.86±0.01 ^a
Com	1.84	1.86	1.87	1.86±0.01 ^a
Média	1.85±0.01 ^a	1.85±0.01 ^a	1.87±0.01 ^a	

^{a,b} na mesma linha indica valores diferentes (P<0,05).

Uma característica do FGM é a capacidade de absorver nutrientes líquidos (Davis, 2001, Giannenas *et al.*, 2017). Vale a pena mencionar que o LM avaliado neste estudo tinha uma elevada percentagem de PB (29,97%), extracto de éter (4,49%) e amido (11,53%). Provavelmente a utilização de LM quando misturado com FGM aumentou a biodisponibilidade dos nutrientes, melhorando assim o ganho de peso dos frangos de corte em (2911 vs. 2760g), o que corresponde a 5%; sugerindo que esta combinação tem um elevado potencial de utilização em dietas de frangos de corte.

CONCLUSÕES

A combinação de 50% FGM + 50% LM natural, em dietas de iniciação (5%), de crescimento (10%) e de finalização (20%), aumento de peso e ingestão de ração em frangos de corte, devido à sua digestibilidade e palatabilidade. A adição de enzimas ou fermentação com FGM+LM não melhorou o desempenho dos frangos de corte.

Agradecimentos

Os autores expressam os seus sinceros agradecimentos e apreço à Universidad Nacional Autónoma de México pelo apoio académico, bem como a James Dunn pela sua contribuição e à ADM Animal Nutrition por providenciar as suas instalações para estes estudos e por financiar este projecto.

LITERATURA CITADA

ADEOLA O, Cowieson AJ. 2011. Board-invited review: Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. *Journal Animal Science*. 89 (10):3189-3218. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3715>

ALBUQUERQUE CS, Rabello CBV, Santos MJB, Lima MB, Silva EP, Lima TS, Ventura DP, Dutra Jr WM. 2014. Chemical composition and metabolizable energy values of corn germ meal obtained by wet milling for layers. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 16 (1): 107-112. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2014000100015>

ARCHER DANIELS MIDLAND COMPANY. 2016. Feed & Pet Food. Ingredients Catalog. Decatur, IL, USA.
http://www.admanimalnutrition.com/webcenter/portal/ADMAnimalNutrition/pages_anhome

CASTRO FS, Bertechini AG, Machado CLE, Sampaio CAH, Gonçalves FVG, Carrera CJC. 2020. Effect of different levels of supplementary alpha-amylase in finishing broilers. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. 42: e47546. 2019. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v42i1.47546>

DAVIS KS. 2001. Corn milling, processing and generation of co-products. Minnesota Corn Grower Association. Technical Symposium. September 11, 2001. <https://www.biofuelscoproducts.umn.edu/sites/biodieselfeeds.cfans.umn.edu/files/ddgs-techinfo-pro-20.pdf>

DONOHUE M, Cunningham DL. 2009. Effects of grain and oilseed prices on the costs of US poultry production. *Journal Applied Poultry Research*. 18 (2): 325-337. <https://doi.org/10.3382/japr.2008-00134>

GIANNENAS I, Bonos E, Anestis V, Filioussis G, Papanastasiou DK, Bartzanas T, Papaioannou N, Tzora A, Skoufos I. 2017 Effects of protease addition and replacement of soybean meal by corn gluten meal on the growth of broilers and on the environmental performances of a broiler production system in Greece. *PLoS ONE*. 12(1): 1-26. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169511>

KACZMAREK SA, Rogiewicz A, Mogielnicka M, Rutkowski A, Jones RO, Slominski BA. 2014. The effect of protease, amylase, and nonstarch polysaccharide-degrading enzyme supplementation on nutrient utilization and growth performance of broiler chickens fed corn-soybean meal-based diets. *Poultry Science*. 93 (7): 1745-1753. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03739>

KNUDSEN K. 2014. Fiber and nonstarch polysaccharide content and variation in common crops used in broiler diets. *Poultry Science*. 93 (7): 2380-2393. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-03902>

LUSBY KS, Armbruster SL, Dvorak MJ. 1981. Condensed molasses soluble and corn steep liquor as protein supplements for range cows. *Animal Science Research Report*. 57:40-46. <https://docplayer.net/50774428-Condensed-molasses-solubles-and-corn-steep-liquor-as-protein-supplements-for-range-cows.html>

MALATHI V, Devegowda G. 2001. In vitro evaluation of nonstarch polysaccharide digestibility of feed ingredients by enzymes. *Poultry Science*. 80 (3): 302-305. <https://doi.org/10.1093/ps/80.3.302>

MEDINA MN, González CA, Daza LS, Restrepo O, Barahona R. 2014. Desempeño productivo de pollos de engorde suplementados con biomasa de *Saccharomyces cerevisiae* derivada de la fermentación de residuos de banano. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*. 61(3): 270-283. <http://dx.doi.org/10.15446/rfmvz.v61n3.46873>

MILOŠEVIĆ N, Stanačev V, Nikolova N, Pavlovski Z. 2011. Corn meal in broiler chicken nutrition. *Macedonian Journal Animal Science*. 1 (1); 107-111. <https://doi.org/10.2298/bah0606071m>

O'NEILL HV, Mathis G, Lumpkins BS, Bedford MR. 2012. The effect of reduced calorie diets, with and without fat, and the use of xylanase on performance characteristics of broilers between 0 and 42 days. *Poultry Science*. 91 (6): 1356-1360. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01867>

ROCHELL SJ, Kerr BJ, Dozier WA III. 2011. Energy determination of corn co-products fed to broiler chicks from 15 to 24 days of age, and use of composition analysis to predict nitrogen-corrected apparent metabolizable energy. *Poultry Science*. 90 (9): 1999-2007. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01468>

ROJAS OJ, Liu Y, Stein HH. 2013. Phosphorus digestibility and concentration of digestible and metabolizable energy in corn, corn coproducts, and bakery meal fed to growing pigs. *Journal Animal Science*. 91 (11): 5326-5335. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6324>

SAS Institute. 2012. Statistical Analysis Software SAS/STAT. Version 9.0.2, Cary, N.C. USA. SAS Institute Inc. ISBN 978-1-60764-599-3. http://www.sas.com/en_us/software/analytics/stat.html#

SULTAN JI, Iqbal Z, Kamran Z, Shahid A, Ali R, Ahmad S, Ali A, Koutoulis KC, Shahzad MI, Ahsan U, Shahid I. 2017. Effect of corn replacement with enzose (corndextrose) on growth performance and nutrient digestibility in broilers. *Journal of Applied Poultry Research*. 26:383-390. <http://dx.doi.org/10.3382/japr/pfx006>

TEKCHANDANI HK, Dias FF, Mehta D. 1999. Maize wet milling co-products as feed additives: Perspective and opportunities. *Journal Scientific Industrial Research*. 58: 83-88. Corpus ID: 56047269. <http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/17796>

VINCKEN JP, Schols HA, Oomen RJ, McCann MC, Ulvskov P, Voragen AG, Visser, RG. 2003. If homogalacturonan were a side chain of rhamnogalacturonan I. Implications for cell wall architecture. *Plant Physiology*. 132 (4): 1781-789. <https://doi.org/10.1104/pp.103.022350>

ZHANG L, Xu J, Lei L, Jiang Y, Gao F, Zhou GH. 2014. Effects of xylanase supplementation on growth performance, nutrient digestibility and non-starch polysaccharide degradation in different sections of the gastrointestinal tract of broilers fed wheat-based diets. *Asian-Australasian Journal Animal Sciences*. 27 (6): 855-861. <https://doi.org/10.5713/ajas.2014.14006>