














Utilização dos grãos secos de destilaria de milho com solúveis (DDGS) associado ao uso de aditivos na dieta de codornas de corte

The use of dried distiller's grains with solubles (DDGS) combined with the use of additives in the diet of broiler quails

Marcos Adriano Pereira Barbosa*¹ , Mariani Ireni Benites¹ , Debora Rodrigues de Aquino¹ , Pedro Afonso de Souza Ezidio¹ , Caroline Espejo Stanquevis¹ , Vinicius Ricardo Cambito de Paula² , Daiane de Oliveira Grieser³ , Simara Marcia Marcato¹ 

1 Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná, Brasil 

2 Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Sinop, Mato Grosso, Brasil 

3 Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa), Xinguara, Pará, Brasil 

*autor correspondente: marcosbarbosa0597@hotmail.com

Recebido: 20 de fevereiro de 2025. Aceito: 26 de maio de 2025. Publicado: 14 de julho de 2025. Editor: Rondineli P. Barbero

Resumo: Este trabalho buscou avaliar o efeito da utilização do DDGS como uma alternativa ao uso dos alimentos tradicionais na alimentação de codornas de corte em associação com dois aditivos, para avaliar o desempenho, rendimento de carcaça e partes, composição química corporal, peso relativo dos órgãos e custo produtivo das rações. Foram utilizadas um total de 360 codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*), não sexadas, distribuídas em quatro tratamentos: Controle: dieta referência à base de milho e farelo de soja; DDGS: dieta com inclusão de 15% de DDGS; DDGS + xil: dieta com inclusão de 15% de DDGS e 0,01% de enzima xilanase (on top); DDGS + caa: dieta com inclusão de 15% de DDGS e 0,1% do melhorador de metabolizabilidade à base de argila e algas, com cinco repetições e com dezoito aves por unidade experimental. De 1 a 14 dias de idade, houve efeito apenas para consumo de ração ($P < 0,05$), apresentando, assim, o tratamento controle um maior consumo. Nos períodos de 15 a 35 dias e de 1 a 35 dias, não houve diferença ($P > 0,05$) para as variáveis de desempenho, composição corporal e peso relativo dos órgãos, o mesmo ocorre para o rendimento de carcaça e partes aos 35 dias. Conclui-se que, em dietas de codornas europeias, pode-se incluir em 15% o DDGS na fase de crescimento sem interferir no desempenho e com maior aproveitamento econômico. A utilização de aditivos não demonstrou ser efetiva nas dietas de codornas de corte em fase de crescimento.

Palavras-chave: alimento alternativo; *Coturnix coturnix coturnix*; extrato de algas; xilanase.

Abstract: This study aimed to evaluate the effect of using DDGS as an alternative to traditional feed ingredients in the diet of broiler quails, in association with the of two additives, to assess performance, carcass yield and parts, body chemical composition, relative organ weight, and the production cost of the feeds. A total of 360 unsexed broiler quails (*Coturnix coturnix coturnix*) were used, distributed into four treatments: Control: reference diet based on corn and soybean meal; DDGS: diet with 15% inclusion of DDGS; DDGS + xil: diet with 15% inclusion of DDGS and 0.01% xylanase enzyme (on top); DDGS + caa: diet with 15% inclusion of DDGS and 0.1% of a metabolizability enhancer based on clay and algae, with five replications and eighteen birds per experimental unit. From 1 to 14 days of age, there was an effect only on feed intake ($P < 0.05$), with the control treatment showing higher consumption. During the periods of 15 to 35 days and 1 to 35 days, no differences ($P > 0.05$) were observed for performance variables, body



composition, relative organ weight, and there were no differences in carcass yield and parts at 35 days. It is concluded that in diets for European quails, 15% DDGS can be included during the growth phase without affecting performance and with greater economic efficiency. The use of additives was not shown to be effective in the diets of growing broiler quails.

Key-words: alternative feed; *Coturnix coturnix coturnix*, algae extract; xylanase.

1. Introdução

Os produtores e a indústria buscam fontes alternativas para a alimentação das aves, visando a reduzir o custo das dietas sem comprometer o desempenho dos animais. Na produção de não ruminantes, o milho é o principal alimento energético e o farelo de soja o proteico mais empregado na matriz de formulação, utilizados pelos nutricionistas⁽¹⁾. A utilização de alimentos alternativos ao milho e farelo de soja nas rações das codornas vem se tornando cada vez mais popular, uma vez que estudos demonstram que as utilizações de coprodutos agroindustriais na dieta podem levar à redução de custo sem afetar diretamente o desempenho e a qualidade do produto desses animais.

Contudo, os alimentos alternativos devem ser avaliados de forma minuciosa⁽²⁾, porque podem possuir fatores antinutricionais, os quais interferem na digestão e absorção de nutrientes, entre eles os polissacarídeos não amiláceos^(3,4). Os polissacarídeos não amiláceos compreendem vasta classe de polissacarídeos, como celulose, hemicelulose, quitina e pectinas (presentes na parede celular dos alimentos de origem vegetal), os quais podem aumentar a viscosidade intestinal e reduzir a digestibilidade e, por consequência, afetar o desempenho animal, dependendo de suas concentrações^(5,6).

Ao analisar a inclusão de alimentos fibrosos na dieta de animais não ruminantes, descobre-se que a quantidade de fibra e a composição da fibra presente nesse coproduto quanto a sua solubilidade pode ser benéfica para animais com essa característica nutricional, uma vez que quantidades apropriadas de fibras na dieta tende a resultar em aumento do tempo em que a digesta fica retida na parte superior do trato gastrointestinal dos animais, proporcionando maior desenvolvimento da moela. Com o papel fundamental na digestão de aves, a moela, em sua atividade mecânica, estimula a produção de enzimas endógenas, melhorando a metabolizabilidade de alguns nutrientes, como, por exemplo, do amido, proteínas, lipídeos, entre outros⁽⁷⁾.

Os DDGS surgem como ótima alternativa ao uso do milho e farelo de soja na alimentação de não ruminantes. Eles são referenciados como coprodutos do milho após o seu uso para a produção de etanol. Nesse processo, o amido é fermentado com uso de levedura e enzimas selecionadas acrescidas à mistura para produzir etanol e dióxido de carbono⁽⁸⁾. Esse coproduto, que seria descartado pela indústria, é ótima alternativa para utilização na dieta de codornas, uma vez que o mesmo possui características nutricionais interessantes para tal espécie, com teor de proteína bruta de aproximadamente 30%⁽⁹⁾, além de apresentar energia metabolizável para aves, o que viabiliza a sua inclusão na dieta desses animais, podendo reduzir o custo de produção e o impacto ambiental.

Em território brasileiro, a produção de etanol com base no milho vem se tornando cada vez mais expressiva; contudo, o coproduto gerado pode representar ameaça ao meio ambiente. Por este motivo, a utilização do DDGS em larga escala na dieta de animais se torna viável ambientalmente, pois é direcionado à produtividade e não à poluição por descarte incorreto, elevando a sustentabilidade econômica e ambiental de ambas as cadeias, avícola e alcooleira⁽¹⁰⁾.

Como potencial alternativo ao milho e farelo de soja, o uso do DDGS na alimentação de codornas torna necessário o desenvolvimento de estudos para analisar o comportamento desse alimento alternativo no desempenho dos animais, surgindo, assim, a necessidade de avaliar o DDGS de milho com e sem a inclusão de aditivos, como, por exemplo, o uso das enzimas exógenas juntamente à alimentação das aves⁽¹¹⁾. No entanto, com a incapacidade dos não ruminantes de hidrolisarem polissacarídeos não amiláceos (PNA's), e utilizarem os nutrientes no interior desses alimentos, torna-se interessante o uso de enzimas exógenas, como as xilanases, celulasas e as glucanases, pois estas hidrolisam os PNA's que podem ser potencialmente utilizados pelo animal, aumentando a utilização de energia e reduzindo assim o impacto negativo desses resíduos não digestivos sobre a viscosidade da digesta^(4, 12).

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da utilização de DDGS de milho como uma alternativa ao uso do milho e farelo de soja na alimentação de codornas de corte, em associação à suplementação de dois aditivos exógenos, para avaliar o desempenho, rendimento de carcaça, composição química corporal, peso relativo dos órgãos e o custo produtivo.

2. Material e métodos

O experimento foi realizado na fazenda experimental de Iguatemi, no setor de coturnicultura de corte, no período de maio a junho de 2022, e de acordo com as normas propostas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (Protocolo n.º 8147180521).

2.1 Instalações, delineamento e dietas experimentais

Foram utilizadas 360 codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*), não sexadas, distribuídas em quatro tratamentos: Controle: dieta referência à base de milho e farelo de soja; DDGS: dieta formulada com a inclusão de 15% de DDGS; DDGS + xil: dieta formulada com a inclusão de 15% de DDGS e 0,01% de enzima xilanase (on top); DDGS + caa: dieta formulada com a inclusão de 15% de DDGS e 0,1% do melhorador de metabolizabilidade à base de argila e algas, com cinco repetições e com dezoito aves por unidade experimental. Durante todo o período experimental (1 a 35 dias de idade), as aves foram criadas em boxes de 2,5 m² em um galpão convencional, com cama de palha de arroz e paredes laterais de alvenaria com 0,50 m de altura, completadas com tela de arame até o telhado, providas de cortinas laterais móveis, sendo a água e ração fornecidos à vontade.

Até os 14 dias de idade, foram utilizados círculos de proteção nos boxes para evitar oscilações de temperatura e a incidência de vento sobre as codornas, e campânulas elétricas com lâmpadas de secagem infravermelha (250 W) ligadas o dia todo como fonte de aquecimento. Durante todo o período experimental, o controle de temperatura e umidade relativa do ar foi registrado duas vezes ao dia: no início da manhã e no final da tarde, por meio de termo higrômetros de bulbo seco de máxima e mínima, localizados em dois pontos do aviário, ao nível da ave e do ambiente.

Na fase inicial, a temperatura registrada foi de, em média, 27,58°C, mínima de 20,87°C e máxima de 36,35°C. A umidade relativa foi de, em média, 64,11%, mínima de 45,67% e máxima de 76,33%. Para a fase de crescimento, a temperatura registrada foi de, em média, 24,20°C, mínima de 17,35°C e máxima de 30,29°C. A umidade relativa foi de, em média, 68,05%, mínima de 46,79% e máxima de 76,83%.

As dietas experimentais foram isoprotéicas e isoenergéticas para todos os tratamentos, considerando os valores de composição química e os valores energéticos expressos anteriormente⁽¹³⁾ e a composição dos aminoácidos⁽¹⁴⁾. A adição dos aditivos foi realizada on top; para a enzima xilanase foi adicionado 0,01g/kg de ração e, para o cofator enzimático argilomineral montmorilonita e extrato de algas (*Ulva lactuda* e *Solieria chordalis*), 0,10g/kg de ração, tanto para a fase de cria quanto para a fase de recria (Tabela 1 e 2).

Tabela 1. Composição centesimal e calculada das rações experimentais para codornas de corte na fase de cria (1 a 14 dias de idade).

Ingredientes (%)	Controle ⁴	DDGS ⁵	DDGSxi ⁶	DDGScaa ⁷
Milho grão	41,79	37,40	37,40	37,40
Farelo de soja	50,97	40,01	40,01	40,01
DDGS de milho	0,00	15,00	15,00	15,00
Fosfato bicálcico	1,44	1,44	1,44	1,44
Calcário	0,37	0,37	0,37	0,37
Sal comum	0,46	0,45	0,45	0,45
Óleo de soja	3,79	4,14	4,14	4,14
L-Lisina HCL	0,20	0,20	0,20	0,20
DL-Metionina	0,44	0,45	0,45	0,45
L-Treonina	0,13	0,13	0,13	0,13
BHT ¹	0,01	0,01	0,01	0,01
Mistura Vit./Min. ²	0,40	0,40	0,40	0,40
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada				
EM ³ (Mcal/kg)	2,997	2,997	2,997	2,997
Proteína bruta (%)	27,50	27,50	27,50	27,50
Cálcio (%)	0,65	0,65	0,65	0,65
Cloro (%)	0,32	0,32	0,32	0,32
Potássio (%)	1,07	1,07	1,07	1,07
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20
Fósforo (%)	0,41	0,41	0,41	0,41
Lisina digestível (%)	1,60	1,60	1,60	1,60
Met+cis digestível (%)	1,15	1,15	1,15	1,15
Treonina digestível (%)	1,04	1,04	1,04	1,04
Triptofano digestível (%)	0,31	0,31	0,31	0,31

¹BHT (Butil Hidroxi Tolueno); ²Suplementação mineral/vitamínica (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 2.500.000 UI; Vit. D3 – 750.000 UI; Vit. E – 5.000 UI; Vit. B1 – 625 mg; Vit. B2 – 1.500 mg; Vit. B6 – 1.250 mg; Vit. B12 – 5.000 mcg; Vit. K3 – 750 mg; Pantotenato de Ca – 3.000 mg; Niacina – 6.000 mg; Ácido Fólico – 250 mg; Biotina – 50,0 mg; Colina – 75g; Antioxidante – 4.360 mg; Zn – 12,5 g; Fe – 12,5 g; Mn – 15,0 g; Cu – 3.000 mg; Co – 50 mg; I – 250 mg; Se – 62,5 mg; Veículo Q.S.P. – 1.000g; ³EM: energia metabolizável. ⁴Controle: ração referência; ⁵DDGS: 15% de DDGS de milho; ⁶DDGSxi 15% de DDGS de milho + xilanase; ⁷DDGScaa: 15% de DDGS de milho + argilomineral montmorilonita e algas..

Tabela 2. Composição centesimal e calculada das rações experimentais para codornas de corte na fase de recria (15 a 35 dias de idade).

Ingredientes (%)	Controle ⁴	DDGS ⁵	DDGSxi ⁶	DDGScaa ⁷
Milho grão	50,99	43,73	43,73	43,73
Farelo de soja	41,56	32,86	32,86	32,86
DDGS de milho	0,00	15,00	15,00	15,00
Fosfato bicálcico	1,68	1,74	1,74	1,74
Calcário	0,12	0,16	0,16	0,16
Sal comum	0,47	0,46	0,46	0,46
Óleo de soja	3,88	4,56	4,56	4,56
L-Lisina HCL	0,30	0,44	0,44	0,44
DL-Metionina	0,43	0,38	0,38	0,38
L-Treonina	0,16	0,17	0,17	0,17
BHT ¹	0,01	0,01	0,01	0,01
Mistura Vit./Min. ²	0,40	0,40	0,40	0,40
Total	100,00	100,0	100,00	100,00
Composição calculada				
EM ³ (Mcal/kg)	3,036	3,036	3,036	3,036
Proteína Bruta (%)	23,50	23,50	23,50	23,50
Cálcio (%)	0,61	0,61	0,61	0,61
Cloro (%)	0,32	0,32	0,32	0,32
Potássio (%)	0,92	0,92	0,92	0,92
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20
Fosforo (%)	0,41	0,41	0,41	0,41
Lisina digestível (%)	1,45	1,45	1,45	1,45
Met+cis digestível (%)	1,04	1,04	1,04	1,04
Treonina digestível (%)	0,94	0,94	0,94	0,94
Triptofano digestível (%)	0,29	0,29	0,29	0,29

¹BHT (Butil Hidroxi Tolueno); ²Suplementação mineral/vitamínica (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 2.500.000 UI; Vit. D3 – 750.000 UI; Vit. E – 5.000 UI; Vit. B1 – 625 mg; Vit. B2 – 1.500 mg; Vit. B6 – 1.250 mg; Vit. B12 – 5.000 mcg; Vit. K3 – 750 mg; Pantotenato de Ca – 3.000 mg; Niacina – 6.000 mg; Ácido Fólico – 250 mg; Biotina – 50,0 mg; Colina – 75g; Antioxidante – 4.360 mg; Zn – 12,5 g; Fe – 12,5 g; Mn – 15,0 g; Cu – 3.000 mg; Co – 50 mg; I – 250 mg; Se – 62,5 mg; Veículo Q.S.P. – 1.000g; ³EM: energia metabolizável. ⁴Controle: ração referência; ⁵DDGS: 15% de DDGS de milho; ⁶DDGSxi 15% de DDGS de milho + xilanase; ⁷DDGScaa: 15% de DDGS de milho + argilomineral montmorilonita e algas.

2.2 Desempenho produtivo

As variáveis de desempenho produtivo, consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA), foram analisadas em dois períodos: cria (1 aos 14 dias de idade) e recria (15 aos 35 dias de idade), sendo que as codornas foram pesadas com 1, 14 e 35 dias de idade. A ração fornecida e as sobras foram pesadas para o controle de consumo e conversão alimentar. As aves mortas foram contabilizadas diariamente para correção do consumo de ração⁽¹⁵⁾.

2.3 Peso relativo de órgãos e comprimento de intestino delgado

Para a determinação e obtenção do peso relativo dos órgãos, foram abatidas duas aves por unidade experimental (de acordo com o peso médio corporal \pm 5%), aos 14 e 35 dias de idade, sacrificadas, sangradas e evisceradas por meio de corte abdominal para a extração do coração, moela, fígado e intestino delgado, os quais foram pesados em balança de precisão para posterior obtenção de seus pesos relativos, calculados como: peso relativo do órgão = (peso do órgão (g)/ peso da ave viva (g)) x 100. Adicionalmente, foi mensurado o comprimento do intestino delgado (cm) usando fita métrica.

2.4 Composição química corporal, taxa de deposição de proteína de gordura e de energia retida na carcaça

A composição química corporal foi determinada ao final de cada fase experimental. Aos 14 e 35 dias de idade foram selecionadas, respectivamente, quatro e duas codornas por repetição (de acordo com o peso médio corporal $\pm 5\%$). As codornas foram sacrificadas, congeladas (com penas, vísceras, pés e cabeça) e posteriormente descongeladas, pesadas, moídas em moinho industrial e homogeneizadas para posterior secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas.

Em seguida, foram moídas novamente e conduzidas ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia para as análises de composição química corporal. Foram determinados os teores de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo das carcaças⁽¹⁶⁾.

A partir dos dados obtidos por meio da análise de composição química corporal das codornas, aos 14 e 35 dias de idade, e de um grupo adicional de vinte codornas abatidas ao nascimento, foi possível determinar a taxa de deposição de proteína (TDP) e de gordura (TDG) corporal (g/dia), de acordo com as fórmulas: $\text{TDP} = (\text{QPcf} - \text{QPCI})/\text{PE}$ e $\text{TDG} = (\text{QGcf} - \text{QGci})/\text{PE}$, em que: QPcf e QGcf são, respectivamente, a quantidade, em gramas, de proteína e gordura na carcaça final; Qpci e Qgci são, respectivamente, a quantidade, em gramas, de proteína e gordura na carcaça inicial; e PE representa o período experimental em dias^(16,17).

A partir dos valores obtidos para a TDP e a TDG, procedeu-se ao cálculo da energia retida na carcaça (ERC), de acordo com a equação: $\text{ERC} = (5,66 \times \text{TDP}) + (9,37 \times \text{TDG})$, sendo que 5,66 e 9,37 representam, respectivamente, os valores energéticos (em kcal por g) da proteína e da gordura⁽¹⁸⁾.

2.5 Rendimento de carcaça e partes

Após jejum alimentar de oito horas, as codornas foram pesadas e identificadas individualmente com etiqueta plástica no pé esquerdo, sendo insensibilizadas; em seguida, foram sacrificadas por deslocamento cervical, entre os ossos occipital e atlas; após, foram sangradas por dois minutos em cone apropriado ao abate e depenadas manualmente.

Foram registrados os pesos vivos individuais em jejum; as codornas foram abatidas e evisceradas (carcaça eviscerada, desprovida de pés, pescoço e cabeça), e pesadas novamente. As carcaças não foram lavadas após a abertura para evitar a adulteração dos pesos das carcaças por absorção de água. O rendimento de carcaça foi calculado de acordo com a equação: $(\text{Rendimento da Carcaça} (\%)) = (\text{peso da carcaça (g)} \times 100) / \text{peso vivo corporal (g)}$, e o rendimento das partes foi calculado por: $(\text{Rendimento da Parte} (\%)) = (\text{peso da parte (g)} \times 100) / \text{peso da carcaça (g)}$.

2.6 Análise de custo produtivo das dietas

Para a determinação do custo da ração para as codornas de corte em função de suas respectivas fases de criação, foram utilizados apenas os valores por quilo das matérias-primas, e os valores foram atualizados em maio de 2022, para a região de Maringá-Paraná. Os custos fixos não se alteraram durante a realização do experimento, sendo considerados constantes para todo o experimento.

2.7 Análise estatística

As análises estatísticas dos dados foram realizadas por meio do programa estatístico SAS⁽¹⁹⁾. Inicialmente, os dados foram submetidos à análise de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Após verificar que os resíduos das variáveis apresentaram distribuição normal, aplicou-se a análise de variância utilizando o PROC GLM do programa computacional e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

3. Resultados e discussão

3.1 Desempenho produtivo

De 1 a 14 dias de idade não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos para as variáveis de peso corporal, ganho de peso e conversão alimentar; contudo, a variável consumo de ração foi significativa ($P<0,05$). As aves alimentadas com a dieta controle apresentaram um maior consumo, cerca de 10 gramas ave/dia quando comparado ao com adição DDGS sem a inclusão de enzimas. Para o período de 15 a 35 dias não houve diferença ($P>0,05$) em nenhuma das variáveis analisadas. Quando avaliado o período de 1 a 35 dias de idade, não houve diferença ($P<0,05$) entre os tratamentos para PC, GP, CA e CR (Tabela 3).

Tabela 3. Desempenho produtivo de codornas de corte, de 1 a 14, 15 a 35 e de 1 a 35 dias de idade, em função dos diferentes tratamentos.

1 a 14 dias de idade						
Variáveis	Controle	DDGS	DDGSxi	DDGScaa	EPM	Valor de P
PC (g)	73,55	75,44	74,80	71,37	0,398	0,6902
GP(g)	65,09	66,98	66,26	62,90	0,358	0,6869
CR (g/ave)	135,52 ^a	122,74 ^b	125,64 ^{ab}	129,69 ^{ab}	1,094	0,0401
CA (g/g)	2,08	1,86	1,89	2,07	0,020	0,1905
15 a 35 dias de idade						
PC (g)	189,28	193,93	191,31	191,45	0,392	0,7334
GP(g)	119,56	118,50	116,50	120,08	0,488	0,8521
CR (g/ave)	291,07	310,26	295,23	315,64	1,917	0,6507
CA (g/g)	2,53	2,62	2,53	2,64	0,031	0,9328
1 a 35 dias de idade						
PCI (g)	8,54	8,54	8,54	8,54	0,007	0,8412
PC (g)	189,28	193,93	191,31	191,45	0,392	0,7334
GP(g)	180,74	185,39	182,77	182,91	0,396	0,7252
CR (g/ave)	509,36	516,96	478,36	533,50	3,726	0,4608
CA (g/g)	2,81	2,78	2,61	2,92	0,013	0,5237

Médias seguidas de letras distintas na linha são significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; PCI: peso corporal inicial; PC: peso corporal; GP: ganho de peso; CR: consumo de ração; CA: conversão alimentar; Controle: ração referência; DDGS: 15% de DDGS de milho; DDGSxi: 15% de DDGS de milho + xilanase; DDGScaa: 15% de DDGS de milho + argilomineral montmorilonita e algas; EPM: erro padrão associado à média.

DDGS de milho pode ser uma fonte proteica e energética viável para a substituição das commodities utilizadas tradicionalmente na nutrição de codornas, uma vez que tanto o milho quanto o farelo de soja apresentam uma sazonalidade na sua produção, não havendo disponibilidade e preço acessível durante todo o período anual, surgindo, assim, a necessidade de descobrir possíveis alternativas à substituição desses.

No início da vida das aves, o seu trato digestório não está totalmente desenvolvido, o que pode afetar diretamente o consumo de alimentos, principalmente quando as dietas possuem um alto teor de fibra na dieta, representado pela adição do DDGS de milho, diminuindo, portanto, o consumo de ração desses animais na fase de cria. Este fato explica a diferença significativa entre os consumos na fase inicial de 1 a 14 dias de codornas de corte nesse experimento, uma vez que a dieta controle apresentou um maior consumo (135,52 gramas) quando comparado às dietas com a inclusão de DDGS, que tiveram consumo de ração/ave não ultrapassando 130 gramas. Um estudo com DDGS não indica a adição de ingredientes com um alto teor de fibras na dieta de frangos de corte até os 14 dias de idade, pois a fibra reduz a metabolizabilidade dos aminoácidos e há limitações na atividade enzimática e digestiva das aves tornando mais sensíveis a qualidade dos alimentos⁽²¹⁾.

Contudo, a inclusão de uma quantidade controlada de fibra nas dietas desses animais pode ser sim interessante para o coturnicultor, uma vez que a presença de 15% de DDGS reduziu o consumo de ração, mas não afetou as outras variáveis de desempenho, como, por exemplo, PC, GP e CA. Mesmo não tendo diferença estatística, a última variável citada foi cerca de 20g abaixo da dieta controle, o que representa uma importante economia para o avicultor.

Os resultados observados para as variáveis de PC, GP e CA ao longo das duas fases de criação permitem corroborar que a inclusão do DDGS na dieta de codornas de corte, com ou sem a suplementação dos aditivos melhoradores de metabolizabilidade, não interfere no desempenho produtivo desses animais, uma vez que foram isoproteica e isoenergética, sendo necessário o uso de aminoácidos sintéticos para manter os teores nutricionais da dieta. Este resultado concorda com os achados na literatura, os quais não encontraram diferença significativa no desempenho de frangos de corte alimentados com os níveis de 0 e 15%⁽²²⁾ e até 20% de inclusão de DDGS de milho⁽²³⁾.

A ausência de diferença entre os valores de PC, GP e CA nos tratamentos pode ser explicada pela presença da fibra na dieta dos animais e o que esta causa no trato gastrointestinal das codornas, pois a fração fibrosa em uma dieta pode ocasionar a formação de gel, impedindo a ação de enzimas hidrolíticas, ocasionando uma indisponibilidade de alguns nutrientes para absorção e, conseqüentemente, prejuízo em taxas de CR, CA e PC⁽²⁴⁾.

3.2 Peso relativo de órgãos e comprimento de intestino delgado

Não houve efeito ($P > 0,05$) para peso de moela, coração, fígado, intestino e o comprimento do intestino delgado em nenhum dos períodos avaliados (1 a 14 e 1 a 35 dias de idade) (Tabela 4).

Tabela 4. Peso relativo de órgãos e comprimento de intestino delgado de codornas de corte, aos 14 e 35 dias de idade, em função dos diferentes tratamentos.

14 dias de idade						
Variáveis	Controle	DDGS	DDGSxi	DDGScaa	EPM	Valor de P
Moela (%)	3,28	3,42	3,07	2,82	0,048	0,3248
Coração (%)	0,75	0,84	0,80	0,81	0,006	0,6580
Fígado (%)	2,19	2,28	2,25	2,23	0,041	0,1239
Intestino (%)	3,62	3,46	3,62	3,17	0,038	0,3826
Intestino (cm)	46,90	46,21	46,80	45,70	0,099	0,9166
35 dias de idade						
Moela (%)	2,52	2,37	2,26	2,23	0,024	0,4630
Coração (%)	0,96	0,98	0,92	0,99	0,008	0,7023
Fígado (%)	1,71	1,55	1,42	1,79	0,028	0,1840
Intestino (%)	2,49	2,33	2,12	2,37	0,016	0,3585
Intestino (cm)	64,85	59,63	59,20	61,32	0,560	0,4191

Médias seguidas de letras distintas na linha são significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Controle: ração referência; DDGS: 15% de DDGS de milho; DDGSxi: 15% de DDGS de milho + xilanase; DDGScaa: 15% de DDGS de milho + argilomineral montmorilonita e algas; EPM: erro padrão associado à média.

Analisando alguns trabalhos, resultados semelhantes como este foram encontrados, onde a inclusão de 6, 12 ou 18% de DDGS de milho na dieta de frangos de corte de 1 a 35 dias de idade também não identificaram diferença significativa no peso relativo do coração e da moela, assim como os desse trabalho⁽²⁵⁾.

O peso relativo do coração e da moela e os parâmetros intestinais, tanto peso quanto comprimento, não foram afetados pela inclusão de DDGS de milho na dieta das codornas de corte, assim como os

resultados para frangos de corte, pois a inclusão de 16% de DDGS na dieta dessas aves com até 42 dias também não afetou os mesmos parâmetros⁽²⁶⁾.

As análises de morfometria intestinal são importantes quando avaliamos um potencial substituto ao milho e ao farelo de soja na matriz de formulação na dieta de codornas, pois as características do trato digestório estão ligadas diretamente à saúde e integridade do intestino. O peso deste órgão, por exemplo, está correlacionado ao muco presente em seu interior, que tem por objetivo protegê-lo de danos físicos provocados pela dieta, além de impossibilitar a sua autodigestão⁽²⁴⁾.

Já o comprimento das porções intestinais está intimamente atrelado à eficiência que os animais possuem e à capacidade de retenção da dieta em seu trato intestinal, uma vez que o comprimento e a capacidade de digestão são grandezas diretamente proporcionais, ou seja, quanto maior o intestino dessas aves, maior será a sua capacidade de aproveitamento nutricional das dietas, pois o bolo alimentar ficará por um maior tempo em contato com as enzimas digestivas⁽²⁷⁾.

Sendo assim, a não diferença nas análises de parâmetros intestinais entre os tratamentos comprova que o DDGS pode ser incluído nas dietas de codornas europeias em 15% de inclusão, mantendo a saúde e a integridade intestinal, proporcionando a mesma qualidade intestinal quando comparado com a dieta à base de milho e farelo de soja.

3.3 Composição química corporal, taxa de deposição de proteína e gordura e energia retida na carcaça

Não houve diferença entre os tratamentos ($P>0,05$) para as variáveis composição química corporal (proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral), taxa de deposição proteica e lipídica e energia retida na carcaça (Tabela 5).

Ao avaliar a substituição de milho e farelo de soja por DDGS em diferentes porcentagens (0, 15 e 30%) para frangos de corte do 1º ao 42º dia de idade foi possível concluir que a substituição de até 15% pode ser realizada nas dietas finais sem comprometer o desempenho, e, avaliando a composição corporal dos animais, não relataram diferenças entre os tratamentos⁽²⁸⁾, corroborando com o presente estudo.

Tabela 5. Composição química corporal, TDP, TDG e ERC de codornas de corte, de 1 a 14 e 15 a 35 dias de idade, em função dos diferentes tratamentos.

1 a 14 dias de idade						
Variáveis	Controle	DDGS	DDGSxi	DDGScaa	EPM	Valor de P
PB (%)	66,11	69,21	68,22	69,72	0,157	0,4832
EE (%)	11,41	13,13	13,40	12,39	0,073	0,3873
MM (%)	12,33	12,20	11,30	11,74	0,064	0,3869
TDP (g/dia)	3,11	3,38	3,29	3,21	0,005	0,6518
TDG (g/dia)	0,60	0,60	0,60	0,52	0,009	0,8724
ERC (kcal/g)	23,27	24,83	24,29	23,04	0,103	0,7665
15 a 35 dias de idade						
PB (%)	66,12	63,34	63,79	62,95	0,199	0,4462
EE (%)	17,93	21,03	19,28	18,89	0,296	0,2368
MM (%)	8,29	7,61	7,41	7,95	0,090	0,1106
TDP (g/dia)	3,43	3,36	3,34	3,04	0,016	0,8287
TDG (g/dia)	0,92	1,12	1,01	0,99	0,023	0,2014
ERC (kcal/g)	28,15	29,59	28,43	27,97	0,273	0,4459

Médias seguidas de letras distintas na linha são significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; TDP: taxa de deposição de proteína; TDG: taxa de deposição de gordura; ERC: energia retida na carcaça na matéria seca; Controle: ração referência; DDGS: 15% de DDGS de milho; DDGSxi: 15% de DDGS de milho + xilanase; DDGScaa: 15% de DDGS de milho + argilomineral montmorilonita e algas; EPM: erro padrão associado à média.

3.4 Rendimento de carcaça e de partes

Alguns trabalhos desenvolvidos com DDGS de milho tendem a buscar informações mais completas, tanto quanto possível, da sua utilização na dieta de aves de corte. Sendo assim, o rendimento de carcaça e de cortes é um fator econômico muito importante e decisivo no momento da escolha de qual alimento utilizar na dieta desses animais, para que não interfira no lucro do avicultor, uma vez que a economia na dieta só será realmente válida se esta não interferir negativamente nos resultados finais da produção, sejam eles produção de carne ou ovos, e não depreciar o desempenho dos animais.

Não houve diferença entre os tratamentos ($P>0,05$) para o rendimento de carcaça e partes de codornas europeias aos 35 dias de idade (Tabela 6). Para o tratamento controle, o rendimento de carcaça foi de 57,28%; com a inclusão somente de 15% de DDGS foi de 58,86%; DDGS+xil foi de 59,99%; e o DDGS+caa foi de 60,21%. Para os cortes (coxa e sobrecoxa, peito, asas e dorso) também não foram observadas diferenças.

Tabela 6. Rendimento de carcaça e partes de codornas de corte aos 35 dias de idade em função dos diferentes tratamentos.

Variáveis	Controle	DDGS	DDGSxi	DDGScaa	EPM	Valor de P
RC (%)	59,28	58,86	59,99	60,21	0,198	0,1310
RCS (%)	26,91	25,53	26,61	27,79	0,136	0,1144
RP (%)	44,63	45,73	46,07	45,37	0,118	0,2121
RA (%)	10,52	10,48	10,22	10,60	0,026	0,7380
RD (%)	16,81	16,39	16,04	16,83	0,277	0,7180

Médias seguidas de letras distintas na linha são significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; RC: rendimento de carcaça; RCS: rendimento de coxa e sobrecoxa; RP: rendimento de peito; RA: rendimento de asas; RD: rendimento de dorso; Controle: ração referência; DDGS: 15% de DDGS de milho; DDGSxi: 15% de DDGS de milho + xilanase; DDGScaa: 15% de DDGS de milho + argilomineral montmorilonita e algas; EPM: erro padrão associado à média.

Assim como o resultado deste trabalho, dados de outro estudo sobre o desempenho e rendimento de carcaça e cortes de frangos alimentados com diferentes níveis de DDGS, sendo eles 0, 6, 12 e 18%, resultaram que não houve diferença significativa sobre essas variáveis⁽²⁹⁾.

A inclusão de até 25% de DDGS não afeta o desempenho de frangos de corte e nem o rendimento de carcaça⁽³⁰⁾, corroborando com os resultados deste trabalho e concluindo que uma adição moderada de fibras na dieta de não-ruminantes pode não afetar tais parâmetros e melhorar a viabilidade produtiva da cultura⁽³¹⁾. Em outro estudo, ainda foi possível observar que incluindo cerca de 8% de DDGS de milho na dieta para frangos de corte, manteve-se o rendimento de carcaça e ganho de peso⁽³²⁾.

3.5 Análise de custo produtivo das dietas

De acordo com a Tabela 7, a inclusão de 15 % de DDGS de milho para a fase de cria acarretou em uma ração mais barata por quilograma (R\$ 0,19), quando comparada à ração referência. Isso acontece porque, para o tratamento sem a inclusão de DDGS de milho, houve a necessidade de mais farelo de soja, e quando comparamos o valor dessa commodity em relação ao alimento alternativo, tem-se o acréscimo de R\$ 1,68. Na fase de recria a substituição também se torna viável, onde o produtor/indústria economizaria R\$ 0,10 a cada quilograma de ração produzida.

Tabela 7. Custo das rações para as fases de cria e recria, em função dos diferentes tratamentos.

Ingredientes	Fase de cria		Fase de recria		Preço/kg
	Controle	15% DDGS	Controle	15% DDGS	
Milho grão	68,11	60,96	83,11	71,27	1,63
Farelo de soja	149,85	117,62	122,18	96,60	2,94
DDGS de milho	0,00	18,90	0,00	18,90	1,26
Fosfato bicálcico	17,92	17,92	20,91	21,66	12,45
Calcário	0,06	0,06	0,02	0,02	0,18
Sal comum	1,35	1,32	1,39	1,35	2,95
Óleo de soja	17,62	19,25	18,04	21,76	4,65
L-Lisina HCL	9,80	9,80	14,70	21,56	49,00
DL-Metionina	24,64	25,2	24,08	21,28	56,00
L-Treonina	5,20	5,20	6,40	6,80	40,00
BHT	0,20	0,20	0,20	0,20	20
Suplemento Vit./Min	30,33	30,33	30,33	30,33	75,84
Custo total ¹ (R\$)	325,08	306,76	321,36	311,73	
Custo/kg (R\$)	3,25	3,06	3,21	3,11	
Custo/kg ² (dólar)	0,62	0,58	0,61	0,59	

¹Custo avaliado para 100kg de ração²Dólar do dia 1 real = R\$ 5,32

Coprodutos industriais revelam-se uma ótima alternativa quando se analisa a viabilidade econômica da atividade, utilizando a inclusão de concentrações desses coprodutos nas dietas, pois, após verificar todo desempenho dos animais alimentados com 15% de DDGS de milho, o mesmo não sofreu alterações negativas. Contudo, ao olharmos a viabilidade econômica e verificarmos uma economia de cerca de R\$ 0,20 na fase de cria e R\$ 0,10 na fase de recria, por kg de ração, a utilização dos grãos de destilaria de milho é passível na nutrição de codornas de corte.

O DDGS de sorgo, quando acrescido, de maneira gradativa, à dieta de frangos de corte, reduz o custo com as dietas⁽³³⁾. Mesmo sendo de outra espécie, a utilização desse coproduto trouxe resultados semelhantes ao deste trabalho, de maneira que, na fase da cria compreendida entre 1 e 14 dias de idade, a economia do tratamento com 15% de DDGS de trigo foi de R\$ 0,15 e, na fase que compreende a recria de 15 a 34, a economia foi cerca de R\$ 0,12.

4. Conclusão

A inclusão de 15% do DDGS de milho na dieta de codornas de corte na fase de crescimento mostrou-se viável, pois não afetou o desempenho das aves, rendimento de carcaça e composição química corporal, além de apresentar viabilidade econômica, uma vez que a inclusão de DDGS na dieta de codornas europeias apresentou uma economia de R\$ 18,36 na fase de cria e de R\$ 9,73 na fase de recria a cada 100kg de ração produzida, quando comparado ao tratamento controle formulado somente com milho e farelo de soja, sem a inclusão de DDGS. Já a utilização de aditivos exógenos (xilanase e cofator enzimático) não demonstrou ser efetiva nas dietas de codornas de corte em ambas as fases.

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesses.

Declaração de disponibilidade de dados

O conjunto completo de dados que suporta os resultados deste estudo está disponível mediante solicitação ao autor correspondente.

Contribuições do autor

Conceitualização: M. A. P. Barbosa, S. M. Marcato e D. de O. Grieser. Curadoria: V. R. C. de Paula e C. E. Stanquevis. Administração do projeto: M. A. P. Barbosa, S. M. Marcato e M. I. Benites. Metodologia: M. A. P. Barbosa, M. I. Benites, D. R. de Aquino e P. A. de S. Ezidio. Supervisão: S. M. Marcato e D. de O. Grieser. Redação (revisão e edição): M. A. P. Barbosa e S. M. Marcato.

Referências

1. Pandi, J., Glatz, P., Forder, R., Ayalew, W., Waramboi, J., & Chousalkar, M. The use of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) root as feed ingredient for broiler finisher rations in Papua New Guinea. *Animal Feed Science and Technology*. 2016; 214, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.01.011>
2. Garcia, A. F. Q. M., Murakami, A. E., Massuda, E. M., Urgnani, F. J., Potência, A., Duarte, C. R. D. A., & Eyng, C. Milheto na alimentação de codornas japonesas. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 2012; 13(1), 150-159. <https://www.scielo.br/j/rbspa/a/MRKd99t7K3cNXQHf6kCS8nF/?lang=pt>
3. Benevides, C. M., Souza, M. V., Souza, R. D. B., & Lopes, M. V. Fatores antinutricionais em alimentos: Revisão. *Segurança Alimentar e Nutricional*. 2011; 18(2), 67. <https://doi.org/10.20396/san.v18i2.8634679>
4. Lima, M. R., da Silva, J. H. V., de Araujo, J. A., Lima, C. B., & de Oliveira, E. R. A. Enzimas exógenas na alimentação de aves. *Acta Veterinária Brasilica*. 2007; 1(4), 99-110. <https://periodicos.ufersa.edu.br/acta/article/view/485>
5. Brito, M. S., de Oliveira, C. F. S., da Silva, T. R. G., de Lima, R. B., Moraes, S. N., & da Silva, J. H. V. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos–revisão. *Acta Veterinária Brasilica*. 2008; 2(4), 111-117. <https://periodicos.ufersa.edu.br/acta/article/view/917>
6. Nunes, J. K., Gentilini, F. P., Ancuti, M. A., & Rutz, F. Alimentos alternativos ao milho na dieta de aves. *Revista Eletrônica Nutritime*. 2013; 10(4), 2627-2645. <https://nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/02/Artigo-208.pdf>
7. Barros Júnior, R. F. D. Avaliação nutricional e utilização do resíduo da polpa do maracujá em rações para codornas de corte. [Dissertação] Mestrado em Zootecnia. Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2018. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/5919>
8. Fastinger, N. D., & Mahan, D. C. Determination of the ileal amino acid and energy digestibilities of corn distillers dried grains with solubles using grower-finisher pigs. *Journal of Animal Science*. 2006; 84(7), 1722-1728. <https://doi.org/10.2527/jas.2005-308>
9. Stuari, J. L., Corassa, A., & da Silva, I. P. A. Caracterização nutricional e uso de DDGS em dietas para suínos em crescimento e terminação - Abordagem analítica. *Nativa*. 2016; 4(2), 116-120. <https://doi.org/10.14583/2318-7670.v04n02a12>
10. Santos, F. R., Silva, M. R. S., Oliveira, N. R., Santos, H. B., Cordeiro, D. A., & Minafra, C. S. Composição nutricional e valores energéticos determinados com frangos de corte de coprodutos do processamento do etanol de milho. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2019; 71, 1759-1763. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10752>
11. Bittencourt, T. M. (2018). Grãos secos de destilaria de milho na alimentação de aves poedeiras. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência Agrárias, Unaí, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufvjm.edu.br/items/fd906aec-b45c-4aa9-a769-63d4722b92d2?utm_source=
12. Taslimi K, Jafarikhoshidi K, Irani M, Kioumars H. The effect of substitution of extruded soybean meal (ESM) on growth performance, carcass characteristics, immune responses, biochemical variables of blood, and nutrient digestibility of ileal in broiler chickens. *Sci Rep*. 2021;11(1). doi: <https://sarpublication.com/articles/569/>
13. Rostagno HS, Albino LFT, Hannas MI, Donzele JL, Sakomura NK, Perazzo FG, Saraiva A, Teixeira ML, Rodrigues PB, Oliveira RF, Barreto SLT, Brito CO. Tabelas brasileiras de aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4ª ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; 2017. p. 448.
14. Schone, R. A., Nunes, R. V., Frank, R., Eyng, C., & Castilha, L. D. Resíduo seco de destilaria com solúveis (DDGS) na alimentação de frangos de corte (22-42 dias). *Revista Ciência Agronômica*. 2017; 48, 548-557. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170064>
15. Sakomura NK, Rostagno HS. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP; 2016.
16. Association of Official Agricultural Chemists (AOAC), & Horwitz, W. (2005). Official methods of analysis (18th ed.). Washington, DC: AOAC.
17. Ton, A. P. S., Furlan, A. C., Martins, E. N., Batista, E., Pasquetti, T. J., Scherer, C., ... & Nonaka, M. P. Exigência de treonina digestível para codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 2013;65 (2):505-512. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000200029>
18. Sakomura, N. K. Modeling energy utilization in broiler breeders, laying hens and broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2004; 6(1), 1-11. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2004000100001>

19. SAS Institute. Statistical Analysis System: user guide. Version 8. Cary, NC: SAS Institute Inc.; 2009. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7244/>
20. Gouveia, A. B. V. S., de Paulo, L. M., da Silva, J. M. S., da Silva, W. J., de Sousa, F. E., de Almeida Júnior, E. M., ... & Minafra, C. Alimentos alternativos utilizados para codornas de corte: Revisão. Research, Society and Development. 2020; 9(2), e172922250-e172922250. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i2.2250>
21. Batal, A. B., & Dale, N. M. True metabolizable energy and amino acid digestibility of distillers dried grains with solubles. Journal of Applied Poultry Research. 2006;15(1):89-93. doi: <https://doi.org/10.1093/japr/15.1.89>
22. Wang, Z., Cerrate, S., Coto, C., Yan, F., & Waldroup, P.W. Use of constant or increasing levels of distillers dried grains with solubles (DDGS) in broiler diets. International Journal of Poultry Science. 2007; 6(7), 501-507. <https://doi.org/10.3923/ijps.2007.501.507>
23. Wu-Haan, W., Powers, W., Angel, R., & Applegate, T. J. The use of distillers dried grains plus solubles as a feed ingredient on air emissions and performance from laying hens. Poultry Science. 2010; 89(7), 1355-1359. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00471>
24. De Freitas Amaral, E. F., Lima, H. J. D. A., Bittencourt, T. M., Quirino, C. S., Morais, M. V. M., & Martinez, J. F. Desempenho e biometria intestinal de codornas japonesas alimentadas com grãos secos de destilaria de milho na fase de recria. Archives of Veterinary Science. 2022; 27(2). <https://doi.org/10.5380/avs.v27i2.84269>
25. Foltyn, M., Rada, V., Lichovnicková, M., & Dračková, E. Effect of corn DDGS on broilers performance and meat quality. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. 2013; 61(1), 59-64. <https://doi.org/10.11118/actaun201361010059>
26. Cordeiro, D. A. Inclusão de complexo enzimático em dietas formuladas com grãos secos por destilação com solúveis (DDGS) na alimentação de frangos de corte. [Dissertação]. Rio Verde: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano; 2018. Disponível em: https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_10/2018-06-29-05-46-16Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Deibity.pdf
27. Valentim JK, Bittencourt TM, Lima HJÁ, D'Ávila Lima H, Lopes YG, Costa Braga JD, Mukissai FJ. Alimentos alternativos como indutor de muda forçada em codornas poedeiras. Revista Academica Ciência Animal. 2019;17:1-7. doi: <https://doi.org/10.7213/1981-4178.2019.17011>
28. Waldroup, P.W. Glycerine and DDGS biofuel by-products for broilers. In 15th Annual ASAIM Southeast Asian Feed Technology and Nutrition Workshop. 2007; Indonesia.
29. Lumpkins, B. S., Batal, A. B., & Dale, N. M. Evaluation of distillers dried grains with solubles as a feed ingredient for broilers. Poultry Science. 2004; 83(11), 1891-1896. <https://doi.org/10.1093/ps/83.11.1891>.
30. Salim, H. M., Kruk, Z. A., & Lee, B. D. Nutritive value of corn distillers dried grains with solubles as an ingredient of poultry diets: A review. World's Poultry Science Journal. 2010; 66(3), 411-432. <https://doi.org/10.1017/S0043933910000504>
31. Cortes Cuevas, A., Esparza Carrillo, C. A., Sanabria Elizalde, G., Iriarte, J. M., Ornelas Roa, M., & Ávila González, E. El uso de granos secos de destilería con solúveis (DDGS) en dietas sorgo-soya para pollos de engorda y gallinas de postura. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 2012; 3(3), 331-341.
32. Loar II, R. E., Srinivasan, R., Kidd, M. T., Dozier III, W. A., & Corzo, A. Effects of elutriation and sieving processing (Elusieve) of distillers dried grains with solubles on the performance and carcass characteristics of male broilers. Journal of Applied Poultry Research. 2009; 18(3), 494-500. <https://doi.org/10.3382/japr.2008-00125>
33. Fruchi V. M. Grãos de sorgo secos por destilação com solúveis em dietas para frangos de corte [Tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2013. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/USP_d43f712ac972c36fa3cda355693c1aa8