

# Coproducto do etanol de milho na alimentação de pintainhas na fase inicial de criação

*Co-product of corn ethanol in the feed of chicks in the initial rearing phase*

Tatiana Marques Bittencourt <sup>1\*</sup>

Heder José D'Ávila Lima <sup>1</sup>

Caio Silva Quirino <sup>2</sup>

Elieverson Firmiani de Freitas Amara <sup>2</sup>

Diego Pierotti Procópio <sup>1</sup>

Isabelli Dias Brito Pereira <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina, MG, Brasil

\*Correspondência: tatimarquesb@hotmail.com

Submetido: 7 jun 2022 | Aprovado: 20 set 2022

DOI: <http://dx.doi.org/10.7213/acad.2022.20007>

Rev. Acad. Ciênc. Anim. 2022;20:e20007

## Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar diferentes níveis de inclusão de grãos secos de destilaria (DDG) de milho na ração de pintainhas na fase inicial, criadas em clima quente, sobre o desempenho, a termorregulação e a análise econômica. Foram utilizadas 300 aves da linhagem Hisex Brown com 1 a 4 semanas de vida, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, seis repetições e dez aves em cada unidade experimental. Os níveis de inclusão de DDG de milho estudados foram 0%, 6%, 12%, 18% e 24%. Avaliou-se o consumo de ração, ganho de peso, viabilidade e termorregulação das aves. Para a análise econômica, avaliou-se o indicador produtivo e o custo da ração. As médias obtidas a partir dos parâmetros avaliados foram submetidas à análise de variância a 5% de probabilidade. Posteriormente, os efeitos da inclusão

do DDG foram estimados por meio de análise pelos modelos de regressão linear e quadrática, conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável. Os contrastes foram testados pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Para o desempenho, houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) somente para o ganho de peso das aves, sendo o nível de 6% de inclusão de DDG de milho o melhor em comparação aos demais níveis. Na termorregulação, os dados não apresentaram efeito significativo ( $p > 0,05$ ) com a inclusão de DDG de milho na ração. Em relação à análise econômica, o nível de 6% foi maximizado para o custo da ração. Na fase inicial das aves, recomenda-se nível de no máximo 6% de inclusão de DDG de milho, o que não prejudicou os dados de produtividade, além de ser um alimento economicamente viável.

**Palavras-chave:** Alimento alternativo. Avicultura de postura. Ganho de peso.

## Abstract

*The objective of this study was to evaluate different levels of inclusion of dry distillers grains (DDG) of corn in the diet of chicks in the initial phase, raised in warm weather, on performance, thermoregulation and economic analysis. A total of 300 Hisex Brown birds with 1 to 4 weeks of age were used, distributed in a completely randomized*

*design with five treatments, six replications, and ten birds in each experimental unit. The corn DDG inclusion levels studied were 0%, 6%, 12%, 18% and 24%. Feed intake, weight gain, viability and thermoregulation of birds were evaluated. For the economic analysis, the productive indicator and the cost of the feed were evaluated. The means obtained from the parameters evaluated were submitted to analysis of variance at 5% probability. Subsequently, the effects of including the DDG were estimated through analysis using linear and quadratic regression models, according to the best fit obtained for each variable. Contrasts were tested by Dunnett's test at 5% probability. For performance, there was a significant effect ( $p < 0.05$ ) only for the weight gain of the birds, with the level of 6% inclusion of corn DDG being the best compared to other treatments. In thermoregulation, the data did not show a significant effect ( $p > 0.05$ ) with the inclusion of corn DDG. For the economic analysis the level of 6% was maximized for the cost of the feed. In the initial phase of the birds, the level of up to 6% of inclusion of corn DDG is recommended, which did not affect the productivity data, in addition to being an economically viable food.*

**Keywords:** Alternative food. Laying poultry. Weight gain.

## Introdução

A avicultura de postura ocupa cada vez mais espaço no agronegócio brasileiro, por meio dos avanços tecnológicos e nutricionais e dos profissionais capacitados que atuam no setor. Para tornar a produção viável aos produtores, vêm-se buscando alternativas para a alimentação, uma vez que essa é responsável pelo custo mais alto na avicultura de postura, conforme observado por Schwartz et al. (2017). A busca por alimentos alternativos de boa qualidade, de baixo custo e que atendam às exigências das pintainhas (Hisex Brown) nas primeiras semanas de vida é indispensável, pois trata-se da fase de maior exigência nutricional das aves.

Os grãos secos de destilaria (DDG) são um coproduto da indústria de etanol do milho e podem ser classificados como resíduos secos obtidos após o processo de fermentação do amido de milho por leveduras e enzimas, meio pelo qual o etanol é produzido (Cuevas et al., 2012). Trata-se de um

produto que vem sendo estudado como fonte alternativa de proteína na alimentação dos animais não ruminantes.

O DDG é considerado uma fonte de energia, proteína, vitaminas solúveis e minerais para os animais (Wang et al., 2007). Sendo assim, é importante determinar os níveis e as alternativas de inclusão de DDG na alimentação de não ruminantes, visto que a composição de nutrientes e o valor alimentício podem variar amplamente entre diferentes lotes de milho dentro de uma mesma usina de etanol e entre diferentes usinas (Cremones et al., 2015).

Objetivou-se com o presente estudo avaliar os níveis de DDG de milho na dieta de galinhas poedeiras durante a primeira fase de vida (de um dia até quatro semanas de idade) sobre o desempenho, a termorregulação e a análise econômica.

## Material e métodos

O experimento foi desenvolvido no Setor de Avicultura da Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), localizada na cidade de Santo Antônio do Leverger, no período de maio a junho de 2019. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da UFMT sob o número 23108.194864/2017-37.

Foram utilizadas 300 pintainhas com um dia de vida (peso médio de  $0,350 \pm 0,002$  kg/ave) até quatro semanas de vida (peso médio de  $0,295 \pm 0,164$  kg/ave), distribuídas em delineamento inteiramente casualizado. Foram incluídos cinco níveis de DDG de milho (0%, 6%, 12%, 18% e 24%) em seis repetições, com dez aves por unidade experimental. As aves foram uniformizadas pelo peso e redistribuídas nas unidades experimentais. As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho e farelo de soja, de acordo com as recomendações nutricionais de Rostagno et al. (2017). O conteúdo aminoacídico foi desenvolvido com base no AMINODat®5.0 (Wiltafsky et al., 2010).

As aves foram alojadas em boxes (unidade experimental) com 1,76 de comprimento por 1,53 m de largura, fornecendo uma área de  $0,269$  m<sup>2</sup>/ave. Os boxes foram equipados com comedouros e bebedouros infantis, campânula para aquecimento das aves nos primeiros dias de vida, círculo de proteção e cama de casca de arroz.

**Tabela 1** - Composição da ração de pintainhas (Hisex Brown) na fase inicial, de um dia a quatro semanas de vida, alimentadas com grãos secos de destilaria (DDG) de milho

Ingredientes (%)	Níveis de DDG (%)				
	0	6	12	18	24
Milho moído	60,42	60,42	60,42	60,42	60,42
Farelo de soja	33,50	27,50	21,50	15,50	9,50
Calcário calcítico	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fosfato bicálcico	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
Sal comum	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Núcleo inicial <sup>1</sup>	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87
L-Lisina	0,20	0,29	0,42	0,52	0,68
DL-Metionina	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
L-Treonina	0,08	0,10	0,14	0,16	0,20
Amido	0,61	0,50	0,33	0,21	0,01
DDG	0,00	6,00	12,00	18,00	24,00
<b>Composição nutricional calculada</b>					
Energia metabolizável (kcal/kg)	2,850	2,850	2,850	2,850	2,850
Proteína bruta (%)	20,980	20,980	20,980	20,980	20,980
Fibra Bruta (%)	2,230	2,730	2,970	3,670	4,530
Lisina digestível (%)	0,223	0,223	0,223	0,223	0,223
Metionina + Cistina digestível (%)	0,842	0,842	0,842	0,842	0,842
Triptofano digestível (%)	0,205	0,205	0,205	0,205	0,205
Treonina digestível (%)	0,762	0,762	0,762	0,762	0,762
Cálcio (%)	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950
Fósforo disponível (%)	0,440	0,440	0,440	0,440	0,440
Sódio (%)	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180

Nota: <sup>1</sup>Composição do núcleo: Cálcio (min) 108 g/kg; Cálcio (max) 150 g/kg; Fósforo (min) 37 g/kg; Sódio (min) 22 g/kg; Metionina (min) 19;5 g/kg; Lisina (min) 24 g/kg; Vitamina A (min) 625000 UI/kg; Vitamina D3 (min) 15000 UI/kg; Vitamina E (min) 250 UI/kg; Vitamina K3 (min) 25 mg/kg; Vitamina B1 (min) 18,7 mg/kg; Vitamina B2 (min) 75 mg/kg; Vitamina B6 (min) 38 mg/kg; Vitamina B12 (min) 250 mcg/kg; Ácido Fólico (min) 12,5 mg/kg; Ácido Pantotênico (min) 125 mg/kg; Biotina (min) 1,25 mg/kg; Colina (min) 2600 mg/kg; Niacina (min) 375 mg/kg; Cobre (min) 125 mg/kg; Ferro (min) 680 mg/kg; Iodo (min) 12,55 mg/kg; Manganês (min) 1250 mg/kg; Selênio (min) 3,75 mg/kg; Zinco (min) 500 mg/kg; Flúor (max) 370 mg/kg; Aditivo promotor de crescimento (Bacitracina de Zinco) 625 mg/kg; Aditivo Coccidiostático (Lasalocida) 1125 mg/kg.

Durante o período experimental, avaliou-se a variação do peso corporal através da diferença do peso ao início e término da fase de vida. Para o consumo de ração, a cada final de fase de vida das aves, avaliou-se a quantidade de ração consumida em função do número de aves de cada tratamento, expressa em gramas de ração consumida por ave/dia (Sakomura e Rostagno, 2007).

A avaliação da temperatura corporal foi realizada sempre no mesmo horário, nos períodos mais quentes do dia, utilizando uma amostra de 10% das aves de cada unidade experimental. Foram coletados

os dados das variáveis de temperatura da cabeça, da canela, do dorso e da asa, utilizando-se um termômetro digital infravermelho (Mira Laser), com mira laser a 15 cm de distância da pele do animal. Para a temperatura cloacal (TC), utilizou-se um termômetro clínico digital com ponta rígida (iColor-THGTH150B - Branco - G-Tech), introduzido na cloaca das aves, com emissão de sinal sonoro quando havia estabilização da temperatura. Em seguida, os dados fisiológicos coletados foram utilizados para o cálculo da temperatura média da pele (TMP) e da temperatura média corporal (TMC) das aves, de acordo com

equação proposta por Richards (1971), considerando as temperaturas de superfície e a temperatura retal das aves:

$TMP = (0,70 TD + 0,12 TA + 0,09 TCA + 0,09 TP)$ , em que TD = temperatura do dorso (°C); TA = temperatura da asa (°C); TCA = temperatura da cabeça (°C); TP = temperatura da canela (°C).

$TMC = 0,3 TMP + 0,7 TC$ , em que TC = temperatura cloacal (°C).

Para a análise econômica determinou-se o custo produtivo da ração das aves para os diferentes níveis de DDG (Tabela 2). As informações financeiras foram obtidas de acordo com a época do experimento (2019/20) nas bases de dados do Agrolink (2020) e da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2020).

**Tabela 2** - Relação de ingredientes utilizados na ração experimental e preço da unidade de medida de peso

Ingredientes	Unidade de medida	Custo (R\$)
Milho moído	Saca de 60 kg	34,42
Farelo de soja	Saca de 60 kg	67,31
Calcário calcítico	1 kg	2,90
Fosfato bicálcico	1 kg	5,00
Sal comum	1 kg	2,00
Núcleo inicial <sup>1</sup>	Saca de 20 kg	90,00
L-Lisina HCl	Saca de 25 kg	260,00
DL-Metionina	Saca de 25kg	279,50
L-Treonina	Saca de 25 kg	220,00
Amido	1 kg	4,57
DDG	1 kg	0,62

Nota: <sup>1</sup>Composição do núcleo: Cálcio (min) 108 g/kg; Cálcio (max) 150 g/kg; Fósforo (min) 37 g/kg; Sódio (min) 22 g/kg; Metionina (min) 19,5 g/kg; Lisina (min) 24 g/kg; Vitamina A (min) 625000 UI/kg; Vitamina D3 (min) 15000 UI/kg; Vitamina E (min) 250 UI/kg; Vitamina K3 (min) 25 mg/kg; Vitamina B1 (min) 18,7 mg/kg; Vitamina B2 (min) 75 mg/kg; Vitamina B6 (min) 38 mg/kg; Vitamina B12 (min) 250 mcg/kg; Ácido Fólico (min) 12,5 mg/kg; Ácido Pantotênico (min) 125 mg/kg; Biotina (min) 1,25 mg/kg; Colina (min) 2600 mg/kg; Niacina (min) 375 mg/kg; Cobre (min) 125 mg/kg; Ferro (min) 680 mg/kg; Iodo (min) 12,55 mg/kg; Manganês (min) 1250 mg/kg; Selênio (min) 3,75 mg/kg; Zinco (min) 500 mg/kg; Flúor (max) 370 mg/kg; Aditivo promotor de crescimento (Bacitracina de Zinco) 625 mg/kg; Aditivo Coccidiostático (Lasalocida) 1125 mg/kg. DDG = grãos secos de destilaria. Adaptado de Agrolink (2020) e CONAB (2020).

Após a determinação do custo de cada tipo de ração analisada na pesquisa, elaborou-se um indicador produtivo para verificar a relação entre o custo de alimentação e o ganho de peso das aves para o período de fase inicial de vida.

Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade utilizando o programa Sisvar. Posteriormente, os efeitos da inclusão do DDG foram estimados por meio de análise das variáveis pelos modelos de regressão linear e quadrática, conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável. Os contrastes foram testados pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade, comparando-se o tratamento sem inclusão de DDG de milho (controle) com os demais (6, 12, 18 e 24% de DDG).

## Resultados e discussão

As temperaturas máximas e mínimas verificadas durante o período experimental foram de  $30,68 \pm 3,13$  °C e  $21,48 \pm 3,67$  °C, respectivamente. As umidades máximas e mínimas verificadas foram de  $78,83 \pm 2,20\%$  e  $49,04 \pm 2,27\%$ , respectivamente. No manual da linhagem Hisex Brown (Euribrid Hisex, 2008) é indicada a temperatura ambiente de acordo com a semana de vida da ave, sendo que para as aves mais novas recomenda-se que a temperatura seja mais elevada (31-33 °C); para as aves mais velhas, com idade de até quatro semanas de vida, recomenda-se temperatura de 26-30 °C. Sendo assim, o ideal é que a temperatura e a umidade estejam uniformes dentro do galpão.

Caires et al. (2008) consideram que a temperatura de conforto térmico até as primeiras duas semanas é de 33 °C e em torno de 24 °C para aves com quatro semanas de idade. Já a umidade relativa do ar deve ser em torno de 57 a 69% (Caires et al., 2008). O clima do local onde foi desenvolvido o presente experimento é considerado quente. A temperatura máxima registrada durante a fase inicial, principalmente na parte da tarde, foi superior ao recomendado, tornando o ambiente propício ao estresse calórico nas aves.

Segundo Furlan e Macari (2002), a temperatura interna das aves nas primeiras semanas de vida é de 39 a 40 °C, como encontrado no presente trabalho (Tabela 3), não diferindo entre os tratamentos com a

inclusão ou não do DDG na ração. Já a temperatura média corporal se manteve em 38 °C entre os tratamentos. Segundo Cordeiro et al. (2011), aves jovens necessitam estar inseridas em ambientes com temperatura de aproximadamente 35 °C para manterem a temperatura corporal constante, visto que nas primeiras semanas de vida das aves é de suma importância ter todos os cuidados, principalmente ambiental, uma vez que a ave prejudicada nessa fase será afetada nas demais fases da vida.

Quando a temperatura está acima do conforto térmico das aves, pode ocorrer a desidratação, o que leva à redução do consumo de ração e ao ganho de peso (Cordeiro et al., 2010). A região em que se realizou o estudo é de clima quente, o que, conforme o manual da Hisex Brown (Euribrid Hisex, 2008), prejudica o consumo de ração das aves devido às altas temperaturas no período experimental. Este consumo de ração se altera em 1,72% para cada 1 °C de variação na temperatura ambiental entre 18 e 32 °C, sendo a redução muito mais rápida em temperaturas de 32 a 38 °C (5% para cada 1 °C)

(Plavnik, 2003). A temperatura retal não apresentou diferença entre os tratamentos ( $p > 0,05$ ). Mesmo com o sistema termorregulador pouco desenvolvido, as pintainhas conseguiram manter o núcleo com temperatura constante; portanto, não sofreram com o ambiente fornecido.

Na ração inicial de frangas, até a oitava semana de idade, é de suma importância assegurar o aporte proteico e energético para permitir o crescimento normal e a deposição de nutrientes na carcaça, auxiliando o desenvolvimento do animal (Silva et al., 2009). No presente estudo, o consumo de ração durante o período experimental não diferiu estatisticamente entre os tratamentos ( $p > 0,05$ ) (Tabela 4).

A não diferença entre os tratamentos para o consumo de ração pode ser explicada pela característica isonutritiva das rações experimentais e pelas condições homogêneas de produção, fazendo com que as aves alimentadas com níveis de DDG de milho mantivessem ingestão alimentar similar ao do manual da linhagem (Euribrid Hisex, 2008).

**Tabela 3** - Temperatura retal (TR), temperatura média da pele (TMP) e temperatura média corporal (TMC) de pintainhas (Hisex Brown) de um dia a quatro semanas de vida, alimentadas com diferentes níveis de grãos secos de destilaria (DDG) de milho

Parâmetros	Níveis de DDG de milho (%)					p-valor
	0	6	12	18	24	
TR (°C)	40,15	40,07	40,13	40,15	40,30	0,5611
TMP (°C)	33,02	33,81	33,00	33,27	33,43	0,2388
TMC (°C)	38,01	38,19	37,99	38,08	38,23	0,4441

**Tabela 4** - Consumo médio de ração, ganho em peso médio e viabilidade de pintainhas (Hisex Brown) alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de grãos secos de destilaria (DDG) no período de um dia a quatro semanas de idade

Parâmetros	Níveis de DDG de milho (%)					p-valor
	0	6	12	18	24	
Consumo de ração (g/ave/dia)	19,83	21,00	20,33	20,50	20,50	0,5116
Ganho de peso (g/ave/dia) <sup>1</sup>	9,50	9,83	9,67	9,16	8,83*	0,0008
Viabilidade (%)	100	100	100	100	100	0,0000

Nota: <sup>1</sup>Efeito quadrático ( $p < 0,05$ ). Ganho de peso:  $y = -0,0033x^2 + 0,046x + 9,5614$ . \*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste Dunnett.

Para o ganho de peso, observaram-se diferenças ( $p < 0,05$ ) quanto aos níveis de DDG de milho utilizados na ração, em que o nível que teve resultados maximizados foi o de 6%. O peso das aves deve ser monitorado de acordo com o manual da linhagem em estudo, sendo possível observar o desenvolvimento das aves a cada semana de idade e tomar atitudes para melhorar ou manter o controle do peso, considerando que este é um dos fatores fundamentais para a maturidade sexual das galinhas e produção de ovos.

O uso de DDG de milho nos níveis avaliados foi similar para o ganho de peso. Segundo o manual da linhagem Hisex Brown (Euribrid Hisex, 2008), as aves

devem ganhar aproximadamente 8 g/ave/dia. Avaliando o DDG de milho para frangos de corte de 1 a 7 semanas, Valentim (2018) encontrou efeito significativo no ganho de peso devido à maior quantidade de fibras insolúveis presentes no DDG, que faz com que os nutrientes presentes no alimento fiquem menos tempo no trato digestório, prejudicando a digestão, a absorção e, conseqüentemente, o ganho de peso.

Na análise econômica em valores reais, a ração sem a inclusão de DDG foi a que apresentou o maior custo (R\$0,56/kg), seguida das que possuem os níveis de 6% (R\$0,59/kg), 12% (R\$0,55/kg), 18% (R\$0,53/kg) e 24% (R\$0,52/kg) (Tabela 5).

**Tabela 5** - Custo da ração e indicador produtivo das rações experimentais com diferentes níveis de inclusão de grãos secos de destilaria (DDG) de milho

Parâmetros	Níveis de DDG de milho (%)					p-valor
	0	6	12	18	24	
Custo da ração (R\$/kg) <sup>1</sup>	0,56	0,59	0,55	0,53	0,52	0,0028
Indicador produtivo (kg/R\$) <sup>ns</sup>	4,75	4,64	4,86	4,73	4,47	0,1476

Nota: <sup>1</sup>Efeito quadrático para o custo da ração =  $-0,0001x^2 + 0,0005x + 0,5694$ . <sup>ns</sup> = não significativo.

O indicador produtivo não apresentou diferença significativa entre os tratamentos avaliados ( $p > 0,05$ ). Considerando que o estado de Mato Grosso é o maior produtor de DDG de milho, o nível máximo de inclusão de DDG (24%) na ração apresentou o menor valor; ou seja, para cada real gasto, o ganho de peso foi de 4,47 (kg/R\$) durante a fase inicial das aves.

Quanto ao custo de ração (R\$/kg), a inclusão do DDG de milho apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos. O tratamento com 6% de inclusão de DDG foi o que maximizou o custo da ração. Segundo Whiting et al. (2019), o valor econômico de qualquer alimento irá depender do preço e dos nutrientes disponíveis. Quando há diferenças nutricionais em diferentes lotes de DDG, o custo econômico do produto será afetado, recomendando-se a realização de estudos de diferentes empresas no produto analisado. Com isso, é possível observar que as aves de 1 dia a 4 semanas de idade alimentadas com a inclusão de DDG de milho na ração apresentaram valores econômicos satisfatórios, sendo este alimento substituído ao farelo de soja.

## Conclusão

Na fase inicial das aves é recomendado nível de inclusão de até 6% de DDG de milho, o que não prejudicou os dados de produtividade. Além de ser um alimento economicamente viável, o custo reduziu com o aumento do nível de DDG na dieta.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES pela concessão da bolsa, à Hendrix Genetics pela doação das aves, à Destilaria de Álcool Libra Ltda, Rico Nutrição Animal e Empresa de Mineração Aripuanã Ltda pelos insumos doados.

## Referências

Agrolink. Séries históricas [acesso 30 mar 2020]. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/cotacoes/historico/>

- Caires CM, Fagundes NS, Fernandes EA, Carvalho AP. Enzimas na alimentação de frango de corte. *Rev Eletr Nutritime*. 2008;5(1):491-7.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Preços agropecuários. 2021 [acesso 30 mar 2021]. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/precos>
- Cordeiro MB, Tinôco IFF, Mesquita Filho RM, Sousa FC. Análise de imagens digitais para a avaliação do comportamento de pintainhos de corte. *Eng Agric*. 2011;31(3):418-26.
- Cordeiro MB, Tinôco IFF, Silva JN, Vigoderis RB, Pinto FAC, Cecon PR. Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. *R Bras Zootec*. 2010;39(1):217-24.
- Cremones PA, Feroldi M, Nadaleti WC, Rossi E, Feiden A, Camargo MP, et al. Biodiesel production in Brazil: current scenario and perspectives. *Renewable Sustainable Energy Rev*. 2015;42:415-28.
- Cuevas AC, Carrillo CAE, Elizalde GS, Iriarte JM, Roa MO, González EA. El uso de granos secos de destilería consolubles (DDG) en dietas sorgosoya para pollos de engorda y gallinas de postura. *Rev Mex Cienc Pecu*. 2012;3(3):331-41.
- Euribrid Hisex. Manual da linhagem Hisex Brown. Euribird Hisex; 2008.
- Furlan RL, Macari M. Termorregulação. In: Macari M, Furlan RL, Gonzales E, editores. *Fisiologia aviária aplicada a frango de corte*. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP; 2002. p. 209-30.
- Plavnik I. Nutrição de aves em climas quentes. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas; 7-9 maio 2003; Campinas, SP. Campinas: FACTA; 2003. p. 235-46.
- Richards SA. The significance of changes in the temperature of the skin and body core of the chicken in their regulation of heat loss. *J Physiol*. 1971;216(1):1-10.
- Rostagno HS, Albino LFT, Hannas MI, Donzele JL, Sakomura NK, PerazzoFG, et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 4 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2017. 488 p.
- Sakomura NK, Rostagno HS. *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos*. Jaboticabal: Funep; 2007. 283 p.
- Schwartz FF, Gameiro AH. Análise de custo-benefício de sistemas de produção de ovos em gaiolas (em baterias) e sem gaiolas (caipiras) nos estados de São Paulo e Paraná. *Empreendedorismo Gest Neg*. 2017;6(6):132-47.
- Silva EL, Silva JHV, Bertechini AG, Rodrigues PB, Jordão Filho J, Pucci LEA. Exigência de metionina+ cistina para aves de reposição leves e semipesadas de 1 a 4 semanas de idade alimentadas com rações farelada e triturada. *R Bras Zootec*. 2009;38(3):500-7.
- Valentim JK. Grãos secos de destilaria com solúveis de milho na alimentação de frangos de corte [dissertação]. Diamantina: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; 2018. 80 p.
- Wang Z, Cerrate S, Coto C, Yan F, Waldroup PW. Utilization of distillers dried grains with solubles (DDGS) in broiler diets using a standardized nutrient matrix. *Int J Poult Sci*. 2007;6(7):470-7.
- Whiting IM, Rose SP, Mackenzie AM, Amerah AM, Pirgozliev VR. Nutrient content and digestibility of different batches of wheat distillers dried grains with solubles for laying hens. *Br Poult Sci*. 2019;60(5):597-603.
- Wiltafsky M, Fickler J, Hess V, Reimann I, Zimmer U, Reising H, et al. AminoDat® 5.0 The animal nutritionist's information edge. *Evonik Nutrition & Care GmbH*. 2010;3:370.