



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

BEATRIZ CORDEIRO DOS ANJOS

GRÃOS SECOS DE DESTILARIA EM DIETAS DE POEDEIRAS COMERCIAIS

Belém-PA

2023

BEATRIZ CORDEIRO DOS ANJOS

GRÃOS SECOS DE DESTILARIA EM DIETAS DE POEDEIRAS COMERCIAIS

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado ao curso de graduação em zootecnia da Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências para matrícula no TCC.

Orientador: Fernando Barbosa Tavares

Belém-PA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

D722g dos Anjos, Beatriz Cordeiro
GRÃOS SECOS DE DESTILARIA EM DIETAS DE POEDEIRAS COMERCIAIS / Beatriz
Cordeiro dos Anjos. - 2024.
30 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Zootecnia, Campus Universitário de Belém,
Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2024.
Orientador: Prof. Dr. Fernando Barbosa Tavares

1. coprodutos do milho. 2. DDG. 3. nutrição animal. 4. alimentos alternativos. I. Tavares, Fernando
Barbosa , *orient.* II. Título

CDD 636.085

BEATRIZ CORDEIRO DOS ANJOS

GRÃOS SECOS DE DESTILARIA EM DIETAS DE POEDEIRAS COMERCIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Zootecnia da Universidade Federal Rural da Amazônia, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em abril de 2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fernando Barbosa Tavares

Orientador

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Prof. Dr. Caio César dos Ouros

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD

Dr. Hitalo José dos Santos Barbosa

Nutricionista Mantiqueira Brasil LTDA

AGRADECIMENTOS

Agradeço primariamente a Deus por ser meu amigo e companheiro durante toda minha vida, em verdade sem Ele eu não conseguiria ter alcançado tantas bênçãos e concretizado meus sonhos.

Agradeço a minha família por todo cuidado e suporte, em especial aos meus pais, João Batista Silva dos Anjos e Rosemir Cordeiro, sou grata por todo o apoio que recebi, pelo incentivo de buscar meus sonhos e não desistir daquilo que eu almejava. Agradeço também, aos meus tios, Ivanilson Santos abreu e Janete Cordeiro por me abrigarem nesses últimos anos e terem exercido o papel de meus pais. Grata sou aos meus irmãos, Joefeson e Wanderson Cordeiro Piedade pelas palavras de animo, por cuidar do meu bem-estar, por me ouvirem e comemorar comigo as minhas vitórias. Aos meus tios-avôs Rosinete, Creuza e Edinaldo Cordeiro Alves por sempre estarem presente em minha vida e por so-nharem comigo.

Sou grata ainda a todos os professores que tive em minha vida, por todos aqueles que desempenham tão bem o papel, mesmo em meios aos entraves que a educação brasileira enfrenta, não há dúvidas de que sem os esforços de vocês eu não teria chegado até aqui. Agradeço em especial ao meu orientador, Professor Fernando, pelo exemplo de pessoa e profissional, por acreditar no nosso potencial e incentivar o nosso desenvolvimento como contribuinte da sociedade.

Ao núcleo de pesquisa em animais não ruminantes (NUPEAN), especialmente ao setor de aves e suínos por todo trabalho dos últimos anos, por proporcionar experiências que me fizeram descobrir e encontrar dentro da Zootecnia. Pelos amigos que fiz, em especial a Cristiane Figueiredo, Gabriel Silva, Matheus Matos, Thayssa Cunha, Bianca Ferreira, Luana Lima e Evelyn Monteiro (amiga de resumos e surtos).

A turma de zootecnia 2019, fica aqui meus agradecimentos as boas amigas que se construíram nesse período, sem dúvidas a graduação foi uma experiência boa pela turma que estive, vocês foram fundamentais.

Por fim agradeço a Mantiqueira Brasil pela oportunidade de estágio, por permitir o uso dos dados no presente trabalho e pela experiência única de poder conhecer de tão perto a avicultura de postura industrial.

Meus sinceros agradecimentos a todos que caminharam e caminham comigo.

RESUMO

O grão seco de destilaria (DDG) é um coproduto oriundo da destilação do etanol de milho, que possui composição química favorável para uso na nutrição de poedeiras, visto que, é um alimento proteico-energético, com bom percentual de gordura, aminoácidos, fósforo e xantofilas, que são pigmentos carotenoides que dão pigmentação a gema do ovo. O experimento teve por objetivo avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de DDG na dieta sobre o desempenho e a qualidade interna e externa de ovos de poedeiras comerciais. Foram utilizadas 520 galinhas da linhagem comercial Bovans White[®] com 30 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos (Controle (A) – 0%, (B) – 2%, (C) – 4%, (D) – 6% e (E) - 8% de DDG) com 8 repetições de 13 animais. O experimento teve duração de 8 semanas, entre maio e junho de 2023. As variáveis analisadas foram: Produção de ovos, consumo de ração, conversão alimentar, peso médio dos ovos, viabilidade, avaliações de qualidade dos ovos: Peso dos ovos, resistência à quebra, gravidade específica, Unidade Haugh, espessura da casca, coloração da gema, peso de gema, casca e altura de albúmen. As variáveis de desempenho não apresentaram diferenças significativas com os diferentes níveis de adição de DDG. Número de ovos e conversão alimentar por kg apresentaram grau de significância pelo erro padrão da média ($P > 0,05$), as demais variáveis não foram significativamente diferentes ($P < 0,05$). Na qualidade interna dos ovos, resistência de casca e gravidade específica demonstraram comportamento quadrático. O nível com 2% de inclusão demonstrou significância para peso e porcentagem de albúmen. Coloração de gema e altura de albúmen demonstraram comportamento quadrático. O DDG de milho, apresenta potencial de uso em dietas de poedeiras, pois pode ser incluído em níveis seguros onde não afetará negativamente o desempenho das aves.

Palavras-chave: coprodutos do milho; DDG; nutrição animal; alimentos alternativos

ABSTRACT

Distillers dry grain (DDG) is a co-product from the distillation of corn ethanol, which has a favorable chemical composition for use in the nutrition of layers, as it is a protein-energy food, with a good percentage of fat, amino acids, phosphorus and xanthophylls, which are carotenoid pigments that give pigmentation to the egg yolk. The experiment aimed to evaluate the effect of including different levels of DDG in the diet on the performance and internal and external quality of eggs from commercial layers. 520 chickens from the Bovans White® commercial line, 30 weeks old, were used, distributed in a completely randomized design with five treatments (Control (A) – 0%, (B) – 2%, (C) – 4 %, (D) – 6% and (E) – 8% of DDG) with 8 replicates of 13 animals. The experiment lasted 8 weeks, between May and June 2023. The variables analyzed were Egg production, feed consumption, feed conversion, average egg weight, viability, egg quality assessments: Egg weight, breaking strength, specific gravity, Haugh Unit, shell thickness, yolk color, yolk weight, shell and bumen height. The performance variables did not show significant differences with the different levels of DDG addition. Number of eggs and feed conversion per kg showed a level of significance based on the standard error of the mean ($P>0.05$), the other variables were not significantly different ($P<0.05$). In the internal quality of eggs, shell resistance and specific gravity demonstrated quadratic behavior. The 2% inclusion level demonstrated significance for weight and percentage of albumen. Yolk color and albumen height demonstrated quadratic behavior. Corn DDG has potential for use in laying hen diets, as it can be included at safe levels where it will not negatively affect bird performance.

Keywords: corn co-products; DDG; animal nutrition; Alternative foods

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aparência física do WDG.....	12
Figura 2. Aparência física do DDG	14

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1. Panorama da produção de etanol de milho no Brasil	9
2.2. Processamento do milho para produção de etanol	11
2.3. Coprodutos da produção de etanol de milho	12
2.4. Potencial de substituição do farelo de soja pelo DDG	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1. Dietas experimentais	17
3.2. Aves e delineamento experimental.....	18
3.3. Parâmetros de desempenho	19
3.4. Parâmetros de qualidade de ovos	19
3.5. Análise estatística	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5. CONCLUSÃO	23
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

1. INTRODUÇÃO

O milho e o farelo de soja, são as principais fontes de proteína e energia das dietas avícolas, entretanto, esses produtos apresentam flutuações de preço durante o ano, interferindo na receita final de produção, com isso, os alimentos alternativos tornam-se opção viável de uso, visto que, podem suprir as necessidades dessas frações na alimentação sem afetar negativamente o desempenho das aves (OLUKUMAIYA *et al.*, 2019).

Grão seco de destilaria (DDG) é um produto derivado do processamento do milho para produção de biocombustível. Durante a obtenção do etanol, o amido é utilizado para gerar álcool, no entanto, os componentes não amiláceos do cereal são condensados nos coprodutos, obtendo assim farelos com boa concentração de proteína bruta, energia, aminoácidos e fósforo, além de grandes porções de xantofilas (DENIZ *et al.*, 2013). As xantofilas são um grupo de pigmentos carotenoides, encontrado em alguns grãos como o milho e possuem influência direta sobre a pigmentação da gema do ovo (FASSANI, 2019). O grão seco de destilaria é um alimento que inicialmente seu uso foi centrado na nutrição de ruminantes devido à alta concentração de fibras (KIM, 2008). Entretanto, com a expansão da produção de etanol de milho, a oferta dos coprodutos tem crescido, isto trouxe notoriedade sobre os benefícios do produto para adição nas dietas de animais não ruminantes. Segundo Fries-Craft *et al.* (2019), o DDG é incluído nas dietas de aves devido ao seu potencial para substituir parcialmente ingredientes ricos em proteínas, como o farelo de soja, ao mesmo tempo que reduz a necessidade por aminoácidos suplementares. Além disso, Masa'deh *et al.* (2011), afirmam que a inclusão do alimento nas dietas de poedeiras pode interferir positivamente no equilíbrio de nitrogênio e fósforo, aumentando a retenção e diminuindo a excreção desses elementos no ambiente.

Apesar de ser um ingrediente com potencial de uso vasto nas dietas de não ruminantes, os grãos secos de destilaria apresentam algumas limitações; por ser um coproduto, existe enorme variabilidade da qualidade e composição nutricional, o que pode interferir nas formulações de rações, além disso, o DDG apresenta grande quantidade de fibras que podem ser limitantes para aves, logo é necessário determinar quais os níveis adequados de inclusão que beneficiam o custo de produção sem interferir no desempenho e qualidade dos ovos (BITTENCOURT, 2018). Para Swiatkiewicz, (2016), o uso de DDG como fonte de proteína nas dietas para aves pode ser economicamente justificável, tendo em vista o aumento dos preços do farelo de soja e outras fontes de proteína.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de DDG na dieta sobre o desempenho e a qualidade interna e externa de ovos de poedeiras comerciais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. PANORAMA DA PRODUÇÃO DE ETANOL DE MILHO NO BRASIL

A crescente demanda por combustíveis e energia, impulsiona a busca por fontes alternativas e renováveis visto que, em sua maioria, a matriz energética atual é oriunda de combustíveis fósseis, que trazem grande impacto ao meio ambiente. Os biocombustíveis são alternativas promissoras para reduzir a dependência do petróleo, uma vez que são produzidos a partir de fontes renováveis, chamadas de biomassas. Dentre os principais biocombustíveis destaca-se o etanol (LOPES *et al.*, 2022).

O etanol pode ser produzido a partir de diversas culturas, diferenciadas conforme o tipo de carboidrato fornecido para a formação do álcool. Culturas ricas em sacarose, configuram a categoria das sacarinas, tendo como exemplo a cana-de-açúcar, beterraba, sorgo sacarino (colmo) entre outras. Outro grupo são os amiláceos, onde a produção é a partir do amido, dos quais, temos a mandioca, milho, sorgo (grãos) e batata. Por fim, a classe das matérias primas celulósicas, em que a celulose é a responsável pela produção do etanol, dentre as culturas temos o eucalipto, marmeleiro, serragem, casca de arroz, bagaço de cana entre outras (VIEIRA *et al.*, 2021).

Os primeiros estudos sobre o biocombustível no Brasil começaram na década de 1920, entretanto somente a partir do Programa Nacional do Álcool (Proálcool) em 1975, o etanol produzido a partir da cana-de-açúcar começou a ter incentivos para o aumento da sua produção e subsequentemente ser utilizado como combustível (SANTOS, 2021).

De acordo com a associação estadunidense de combustíveis renováveis (*Renewable fuels association*), Brasil e Estados Unidos juntos detêm 80% da produção mundial de etanol. Na safra de 2021/22 a produção do país norte-americano ultrapassou mais de 15 bilhões de galões, consolidando ainda mais o seu lugar como maior produtor mundial do produto.

Os EUA utilizam como recurso principal para produzir etanol o milho, isto o difere do Brasil, que historicamente emprega a cana-de-açúcar como fonte básica de produção, entretanto, nos últimos anos o país tem adicionado o milho como matéria-prima alternativa, influenciado principalmente pelo advento do milho safrinha no centro-oeste brasileiro (LOPES *et al.*, 2022, ROSSETO *et al.*, 2017). O uso do milho como base de produção apresenta algumas vantagens em relação a cana-de-açúcar, dentre elas podem ser citadas: possibilidade de estocagem da matéria-prima e a viabilização da produção de etanol na entressafra da cana-de-açúcar (VIDAL, 2023).

O etanol à base de milho começou a ser manufaturado no Brasil em meados de 2012. A primeira produção veio das usinas de açúcar que foram adaptadas para utilizar o grão durante a

estação de chuvas do verão, quando a cana-de-açúcar não está disponível para corte, o processo apresentou resultado positivo, que gerou incentivos para outras indústrias investirem no processamento de outras matérias-primas de etanol durante todo o ano. Além disso, uma série de novas usinas foram planejadas e construídas com instalações flexíveis desde o início, com expectativa de que mais plantas entrem em operação (USDA, 2020).

Atualmente, no Brasil, existem três tipos de indústrias de etanol: A full é uma unidade que produz etanol somente a partir do milho; A flex é uma usina de cana que produz etanol de milho nos meses de entressafra da cana; e existe ainda a opção flex-full, que é quando a indústria produz o combustível tanto usando cana como o milho, mas em processos industriais distintos que ocorrem de forma paralela (BIZUCA, 2020).

O milho brasileiro é cultivado em duas safras, a primeira ocorre de setembro a dezembro sendo colhida de fevereiro a junho. A segunda safra é cultivada de janeiro a março e colhida de maio a setembro. Entre 2019 e 2021, o milho safrinha representou mais de 70% da produção anual do Brasil (BERNARDES, 2023).

O Mato Grosso é o maior produtor de milho nacional, na safra de 2021/22, foram produzidos 43,8 milhões de toneladas, um acréscimo de 35% em relação à safra anterior, o estado representa aproximadamente 40% da produção brasileira, sendo a maior parte do volume produzido durante a safrinha (RIBEIRO, 2023).

O aumento da produção de milho, que inicialmente atendeu à demanda interna existente e aumentou o consumo de produtos domésticos, implicou em uma oferta excessiva. Essa situação obrigou o milho a ser canalizado através da exportação, o que não é financeiramente atraente devido aos gargalos logísticos enfrentados pelo produto (SILVA *et al.*, 2021). Logo, há uma oportunidade para um modelo de negócios que tem como estratégia o beneficiamento local do milho em etanol e coprodutos, agregando valor ao insumo agrícola (MOREIRA, 2018).

Os coprodutos oriundos do etanol de milho também são um atrativo para indústria, visto que, são usados na alimentação animal e tem ganhado destaque nas formulações de rações. Esses coprodutos incluem os grãos de destilaria, que podem ser secos ou úmidos, com ou sem solúveis (WDG, WDGs, DDG e DDGs), além do óleo de milho (BERNARDES, 2023). Vale ressaltar, que os coprodutos agroindustriais são categorizados como um produto secundário gerados durante o processamento industrial que possuem aproveitamento econômico e são relevantes a empresa, por sua vez, os subprodutos podem apresentar valor econômico ou serem descartados como resíduos sem aproveitamento.

A produção de etanol de milho está concentrada principalmente no centro oeste, atualmente o Mato Grosso destaca-se como o principal produtor, influenciado principalmente pela

expressiva produção de milho e alta demanda pelos coprodutos. Segundo a UNEM (2023), o estado foi responsável por 3,24 milhões de m³ do produto, representando aproximadamente 75% da produção brasileira, que foi de 4,38 milhões de m³. Para a safra de 2023/24 estima-se que o país produza 6 milhões de m³, representando um crescimento de 37% da produção nacional.

2.2. PROCESSAMENTO DO MILHO PARA PRODUÇÃO DE ETANOL

A destilação do grão pode ocorrer através de dois processos principais, dos quais a diferença está no tipo de moagem, que pode ser úmida ou seca. Na moagem por via seca, todo o grão é moído em pó sem adição de soluções aquosas e os resíduos são separados no final do processo. As principais etapas consistem em moagem, liquefação, sacarificação, fermentação, destilação e separação; os coprodutos gerados por essa via são o WDG, DDG e o óleo de milho (MOSIER *et al.*, 2020).

Após a moagem por via seca adiciona-se água, que atuará no cozimento da mistura, em seguida são acrescentadas enzimas que hidrolisam o amido em glicose, posteriormente, ocorre a fermentação, onde é incorporado a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, que auxilia na transformação de glicose em etanol e na liberação de CO₂, além disso, a levedura reduz os teores de micotoxinas presente na matéria-prima. O processo final é a destilação, onde a água será retirada, sobrando apenas o etanol puro, os resíduos do processamento passam pela centrifugação e separação das frações líquida que gera a vinhaça e sólida que gera o WDG, os grãos úmidos passam por secagem originando o DDG (SILVA, 2015; BIZUCA, 2020).

Os coprodutos gerados por via seca trazem grande vantagem sobre o uso desse tipo de moagem, visto que, são farelos proteicos com grande aceitabilidade no mercado. Atualmente, para cada tonelada de milho são produzidos em média 300 kg de DDG, com o crescimento do mercado do etanol de milho no Brasil a oferta poderá estabilizar, tornando-os alternativa viável de uso na alimentação animal (GARCIA, 2020).

De acordo com Ribeiro (2023), o processamento por via úmida apresenta uma etapa adicional, em que os grãos são macerados antes da moagem, além disso, adiciona-se uma solução de dióxido de enxofre e ácido láctico para promover a separação do amido e proteínas, as condições de maceração envolvem temperatura de aproximadamente 52°C e baixo pH; a separação favorece para que os componentes do milho sejam processado separadamente, produzindo variados coprodutos, dentre os quais destacam-se xarope de milho com alto teor de frutose, ácido cítrico, goma xantana, dextrinas, óleo refinado, fibras, farinha de glúten de milho (alta proteína), CSL (licor de maceração do milho), ração de glúten de milho (baixa proteína) e óleo de milho.

O processamento por via úmida em termos energéticos é mais simplificado e eficiente, no entanto, necessita de investimentos mais elevados e o tempo de produção supera 48 horas, além disso, utiliza grande volume de água, aproximadamente 1,4 toneladas de água para cada tonelada de milho, com isso, atualmente o processo por via seca é mais utilizado devido ao custo mais acessível e crescente demanda pelos coprodutos para uso na nutrição animal (BI-ZUCA, 2020; BERNARDES, 2023).

2.3. COPRODUTOS DA PRODUÇÃO DE ETANOL DE MILHO

De acordo com Procópio *et al.* (2022), a produção de etanol de milho no Brasil, favorece a oferta e disponibilidade de coprodutos, elevando assim o interesse dos produtores acerca dos benefícios dos mesmos para alimentação de aves, consorciado a isto o emprego desses produtos colabora para a diminuição da deposição de resíduos no meio ambiente. Os grãos úmidos de destilaria (WDG), grão úmido de destilaria com solúveis (WDGS), grãos secos de destilaria (DDG) e grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) e tem ganhado notoriedade por suas características químicas.

O WDG (figura 1), são os grãos úmidos obtidos após a fermentação e destilação, onde os resíduos do processamento do etanol são peneirados, para separação da parte sólida e líquida, o material possui umidade média de 70 % (VEIGA, 2019).

Figura 1. Aparência física do WDG



Fonte: Rehagro (2024)

Por apresentar alta umidade esse produto não pode ser transportado para longas distâncias, sendo mais usado próximo as refinarias, atrelado a isto, a vida útil é muito curta, com cinco dias já é possível observar proliferação de fungos, que podem trazer danos à saúde dos animais, apesar dos entraves o WDG possui composição química favorável de uso na alimentação animal como pode ser observado na tabela 1 (MELO, 2021).

O WDG quando submetido a secagem origina o DDG. A dessecação forma compostos, que apresentam grande porções de proteína e gordura, que são os solúveis ou xarope, que ao serem adicionados nas frações sólidas originam WDGS ou grãos úmidos de destilaria com solúveis (VEIGA, 2019).

Tabela 1. Composição química do WDG

NUTRIENTES	%
Matéria Seca	30
Proteína Bruta	32,7
Extrato Etéreo	4,6
Fibra em Detergente Neutro	56,7
Fibra em Detergente Ácido	17,3
Matéria Mineral	52

Fonte: Adaptado de Bizuca, 2020.

O DDG (figura 2) refere-se aos grãos secos de destilaria sem a adição dos solúveis ou xarope, obtido após a secagem do WDG. Quando há a inclusão dos solúveis obtêm-se o DDGS, que possui características semelhantes ao DDG (QUEIROZ, 2020).

Figura 2. Aparência física do DDG



Fonte: Rehagro (2024)

Os principais entraves para inclusão de DDG nas dietas das aves consiste na variabilidade dos componentes e os altos teores de fibra, como consta na tabela 2.

Tabela 2. Composição nutricional de DDG de diferentes origens

Origem	MS (%)	MM (%)	PB (%)	EE (%)	FDN (%)
Usina 2	87,15	1,37	41,71	3,76	60,43
Usina 3	93,82	1,62	35,72	4,65	60,01
Usina 4	89,55	1,49	43,92	7,9	57,68

Fonte: adaptado de Corassa, 2021.

Ainda de acordo com Queiroz (2020), as características físicas e nutricionais do DDG podem ser afetadas pelo tipo de indústria (flex ou full), variabilidade da matéria-prima, eficiência da conversão do amido em etanol, temperatura e duração da secagem. Com isso, por ser um coproduto agroindustrial ainda são investigados quais os níveis adequados de inclusão em dietas avícolas, levando em consideração os aspectos e características da produção nacional.

Alguns pesquisadores de fora do Brasil, investigam a décadas a aplicação dos coprodutos do etanol de milho, buscando compreender a eficiência e empregabilidade do material como possível substituto das frações proteicas e energéticas, que em conjunto são as quotas mais onerosas das rações (DIAS, 2023)

Shin *et al.* (2016), em sua pesquisa observou que galinhas alimentadas com dietas de até 20% inclusão de DDG podem produzir ovos com gema mais pigmentada, esse fator consorcia-se ao aumento das concentrações de xantofilas, que são os pigmentos que influenciam na cor das gemas dos ovos.

Um estudo realizado por Masa'deh *et al.* (2011), investigou a inclusão de 15% de DDG na dieta de poedeiras da linhagem Bovans White[®], ele pôde observar que o consumo de ração e a taxa de postura não foram afetadas pela concentração de DDG. Em relação a qualidade interna dos ovos, foi observado interferência negativa sobre o peso dos ovos; Unidade haugh e gravidade específica não sofreram alterações, porém, a coloração da gema aumentou linearmente.

Castiblanco *et al.* (2021), forneceram diferentes níveis de DDG para galinhas poedeiras da linhagem comercial Hyline Brown[®], a adição de 10% do subproduto na dieta das aves proporcionou melhora no peso de ovos, aumento no consumo de ração e na taxa de postura. Entretanto, para níveis entre 15% e 20%, os resultados obtidos de produtividade foram negativos. Swiatkiwicz e Koreleski (2006), relatam que o DDG pode ser incorporado nas dietas de poedeiras em níveis entre 12 e 15% para manter a produção de ovos sem impacto negativo.

Nessa perspectiva, Abd El-Hack (2015), constatou em seu experimento que a substituição do farelo de soja na dieta por DDG em até 75%, aproximadamente 16,5%, não interferiu negativamente sobre o peso corporal das aves durante todo o período experimental (22- 42 semanas de idade). Lumpikns (2005), experimentou quatro dietas com 0%; 5%; 10% e 15% de inclusão de DDG, para aves Leghorn[®] de 21 a 43 semanas, os resultados se assemelham aos de Abd El-Hack (2015).

De acordo com o exposto, pode-se considerar que níveis acima de 20 % podem afetar negativamente o desempenho das aves, no entanto, vários outros fatores podem influir sobre os resultados, como o tipo de processamento que o DDG foi obtido, local do experimento e linhagem das aves.

2.4. POTENCIAL DE SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA PELO DDG

O milho é a principal fonte de energia das rações e nos últimos anos seu uso na produção de etanol vem crescendo em diversos países, tornando-o um ingrediente de elevado valor comercial. O farelo de soja é utilizado para suprir as necessidades proteicas das dietas (SCHONE, 2017).

Os valores de energia, proteína e de fósforo digestível do DDG o caracterizam como um alimento alternativo com grande potencialidade para substituição parcial do milho e farelo de soja na alimentação animal, por se tratar de um ingrediente com caracterização proteica e energética (CORASSA, 2018).

Em seu estudo Corassa *et al.* (2021), observou que a composição química e bromatológica do DDG quando comparada com os ingredientes tradicionais (tabela 3), possui quantidade semelhante de proteínas quando correlacionado com o farelo de soja e superior ao do milho, além disso, apresentou menor fração de fibras (FDN); para os níveis de gordura (EE) os valores encontrados foram mais elevados. A matéria seca (MS), de ambos os ingredientes foi semelhante. As frações de lisina do DDG superam o milho e são inferiores ao farelo de soja. O produto apresentou potencial para uso nas dietas de poedeiras, visto que, suas frações ou são semelhantes aos dos ingredientes tradicionais ou superiores.

Tabela 3. Composição química do Milho, Farelo de soja e DDG do milho

Caracterização	Milho¹	Farelo de soja¹	DDG²
Proteína Bruta (%)	7,81	45,6	42,1
Energia Metabolizável (Kcal)	3364	2258	3060
Matéria Seca (%)	88,6	89,5	91,6
Extrato Etéreo (%)	3,73	1,91	11,9
Fibra Bruta (%)	1,72	4,82	6,67
FDA (%)	3,16	7,07	17
FDN (%)	13,8	11,6	30,1
Matéria Mineral (%)	1,12	5,91	1,49
Lisina digestível	0,25	2,88	2,62

Fonte: 1-Rostagno *et al.* (2024); FDA: fibra em detergente neutro; FDN: fibra em detergente neutro.

Para criação comercial de poedeiras a produtividade e a qualidade dos ovos podem ser influenciados de acordo com a nutrição, pois esta é responsável pelo crescimento, desenvolvimento e produtividade das aves. Energia, proteína e fibra são os parâmetros fundamentais na nutrição dos não-ruminantes (BITTENCOURT, 2018). Logo, é extremamente necessário conhecimento da composição química dos alimentos que possa vir a substituir as frações proteicas e energética das dietas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. DIETAS EXPERIMENTAIS

As dietas experimentais (Tabela 4) foram formuladas a base de milho e farelo de soja, visando atender as exigências nutricionais das poedeiras de acordo com a idade e fase produtiva indicada pelo manual da linhagem, foram utilizados quatro níveis de inclusão do DDG de milho (0%; 2%; 4%; 6% e 8%), substituindo quantidades crescentes de farelo de soja.

Tabela 4. Composição percentual e níveis nutricionais das rações experimentais

Ingredientes	0%	2%	4%	6%	8%
Milho	659,92	653,78	647,24	640,69	634,15
Farelo de soja	194,92	177,28	159,52	141,76	124,00
Calcário Fino	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Calcário Grosso	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
DDG	0,00	20,00	40,00	60,00	80,00
Farelo de casca de soja	16,33	19,88	23,86	27,85	31,84
Farinha de carne	22,25	21,72	21,20	20,67	20,15
Sal	3,44	3,43	3,43	3,43	3,42
Lisina líquida	0,27	0,86	1,45	2,05	2,64
Metionina em pó	1,50	1,68	1,93	2,28	2,43
Premix	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Bicarbonato	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Adsorvente de micotoxinas	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Colina líquida	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Enzimas	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Total	1000	1000	1000	1000	1000
Níveis Nutricionais					

	0%	2%	4%	6%	8%
Energia met. Aves-Kcal/Kg	2830	2830	2830	2830	2830
Proteína bruta (%)	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50
Extrato etéreo (%)	2,86	3,03	3,20	3,37	3,55
Fibra bruta (%)	2,90	3,08	3,28	3,48	3,68
Cálcio (%)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Fósforo disponível (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Lisina dig. aves (%)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Metionina dig. aves (%)	0,40	0,42	0,45	0,47	0,50
MetCis total (%)	0,68	0,67	0,67	0,66	0,66
MetCis dig. aves (%)	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Relação MC/Lis DA	0,85	0,84	0,84	0,84	0,84
Relação Trip/Lis DA	0,22	0,22	0,21	0,20	0,20
Relação Treo /Lis Da	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
Relação Arg/Lis DA	1,28	1,20	1,11	1,03	0,95
Relação Iso/Lis DA	0,81	0,80	0,79	0,77	0,76

Fonte: Mantiqueira Brasil

3.2. AVES E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Durante o período experimental foram utilizadas 520 galinhas poedeiras da linhagem comercial Bovans White[®] com 30 semanas de idade, alojadas em gaiolas experimentais medindo 76,2 x 63,0 cm, equipadas com comedouros do tipo calha e bebedouros tipo niple, com 13 aves por gaiola (370 cm² /ave). Utilizou-se delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos (Controle (A) – 0%; (B) – 2%; (C) – 4%; (D) – 6%; e (E) - 8% de DDG) com 8 repetições de 13 animais. O experimento teve duração de 8 semanas, entre maio e junho de 2023. Os animais passaram por duas semanas de adaptação. Durante o período adaptativo o peso das aves, produção de ovos e consumo de ração foi utilizado para homogeneização dos tratamentos, além disso, esses parâmetros foram usados para alocação dos tratamentos e definição de covariáveis. Água e ração foram fornecidas à vontade. Cada gaiola caracterizava-se como uma parcela experimental, as quais os comedouros foram separados por divisórias, para impedir o acesso à ração da outra unidade.

3.3. PARÂMETROS DE DESEMPENHO

Foram avaliadas as seguintes variáveis: Consumo de ração (g/ave/dia), determinado semanalmente a partir da quantidade de ração ofertada subtraindo a sobra ao final; Produção de ovos (%), registrada diariamente, de acordo com cada unidade experimental e posteriormente calculava-se a porcentagem semanal de postura; Conversão alimentar, obteve-se de duas maneiras: 1) Divisão do total de ração consumida por 360 ovos produzidos pelas aves de cada repetição durante o experimento (Kg ração/360 ovos); 2) Divisão do total de ração consumida pelas aves da repetição pelo peso total de ovos postos no mesmo período (Kg ração/Kg ovos); Peso do ovo (g), média do peso de todos os ovos em relação a cada unidade experimental; Viabilidade (%), relação entre a quantidade de aves do final e início do experimento.

3.4. PARÂMETROS DE QUALIDADE DE OVOS

Ao final do período experimental foram coletados cinco ovos de cada repetição de modo aleatório, totalizando 40 por tratamento, estes ovos eram pesados e identificados de acordo com o tratamento e repetição.

Avaliou-se os seguintes parâmetros: Resistência à quebra (N), foi utilizado o aparelho denominado FEST *Egg-Shell-Tester*; Gravidade específica, obtido pelo método de imersão em soluções salinas que variavam de 1,060 a 1,090 g/cm³; Porcentagem da gema, casca e albúmen (%), realizadas pesagens e posteriormente relação de proporcionalidade com o peso do ovo inteiro; Espessura de casca (mm) após lavagem e secagem das cascas, eram pesadas e mensuradas com o auxílio de um paquímetro digital; Unidades Haugh, obtido pela fórmula: $UH = [H + 7,57 - 1,7W^{0,37}]$; Escore de coloração da gema, foi utilizado o leque colorimétrico (DSM YOLK COLOR FAN, 2005 – HMB 51548). Imediatamente após o ovo ser quebrado, a coloração da gema foi comparada com a cor correspondente mais próxima da paleta de cores, que varia de 1 a 16.

3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os dados foram submetidos ao teste estatístico Statistical Analysis System (SAS), pelo procedimento GLM, por meio de análise de variância. Os níveis de inclusão foram submetidos a contrastes lineares ou quadráticos, para avaliação do melhor ajuste da curva. As médias também foram comparadas pelo teste de Dunnett contrastando o nível sem inclusão de DDG (0%), aos demais (2, 4, 6 e 8% de DDG). As diferenças foram consideradas significativas quando $P < 0,05$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis de desempenho analisadas não apresentaram diferenças significativas entre si ($P>0,05$), como consta na tabela 5. Os dados não apresentaram comportamento linear e nem quadrático. Os diferentes níveis de inclusão não afetaram o desempenho em nenhuma das variáveis, isso pode ser explicado pela quantidade de DDG que foi utilizado no experimento.

Tabela 5. Desempenho de galinhas Bovans White em função de níveis de DDG na ração

Níveis de inclusão (%)	CR (g)	VIAB (%)	NOV (%)	PROD (%)	CAKG	CACAI	P OVO (g)
0	110	99,7	6,7	96,2	1,92	43,5	59,4
2	111	100	6,8	97,3	1,91	41,5	60,7
4	109	100	6,7	96,6	1,89	41,2	60,7
6	111	100	6,8	97,1	1,92	41,6	60,3
8	109	99,5	6,8	96,4	1,99	41,2	60,4
EPM	0,38	0,06	0,01	0,22	0,02	0,3	0,2
P-VALOR LINEAR	0,64	1,00	0,09	0,97	0,43	0,11	0,34
P-VALOR QUADRÁTICO	0,31	0,09	0,69	0,25	0,34	0,23	0,22

CR: Consumo de ração; VIAB: Viabilidade; NOV: Número de ovos; PROD: Produção de ovos; CAKG :Conversão alimentar por Kg; CACAI: Conversão alimentar por caixa; POVO: Peso do ovo; EPM: Erro Padrão da Média.

A evidência de que o aumento da inclusão de DDG até 8% não tem efeito adverso no desempenho das aves, entra em concordância com os dados de Huang *et al.* (2006), que afirma que a inclusão de até 6 % de DDG dietético não tem impacto negativo na produção de ovos, embora os grupos alimentados com DDG tendem a ter melhor eficiência alimentar.

Lumpkins (2005), alega que para dietas de poedeiras o grau máximo de inclusão deve variar entre 10 e 12% de adição, visto que, acima desses valores o desempenho das aves é afetado negativamente. Por ser um alimento muito fibroso, inclusões acima de 15 % interferem no consumo de ração das aves, principalmente pelo elevado nível de polissacarídeos não amiláceos. Deniz *et al.* (2013), relatou em seu experimento que a queda no desempenho e produção de ovos em poedeiras alimentadas com níveis acima de 15% pode ser explicado pela baixa palatabilidade e alta concentração de fibras, de modo que as aves não atendem as exigências energéticas e aminoacídicas. Além disso, Creswell (2006), constatou que níveis altos de inser-

ção, possuem baixa fração de amido, o que leva as aves a produzir energia por meio da gliconeogênese para manter normais as taxas de glicose no sangue, prática que pode influenciar no metabolismo das galinhas a longo prazo, afetando o desempenho e conseqüentemente a postura.

Para produção de ovos não foi observada variação ($P>0,05$) em função do DDG na dieta. Efeito similar ao encontrado por Roberson *et al.* (2005), que testou taxas graduais de introdução de DDG para galinhas brancas com 52 semanas de idade, foi possível observar queda linear na produção de ovos com o aumento dos níveis de inclusão. Para consumo de ração e conversão alimentar por caixa também não foi observado diferenças significativas ($P>0,05$), resultado análogo ao de Cortes-Cuervas *et al.* (2015), que testou níveis progressivos de DDG para galinhas Bovans White com idade entre 69 e 77 semanas.

Abd EL-Hack *et al.* (2017), concluiu que o DDG como alimento alternativo deve ser incluso na dieta em níveis mais baixos, entre 6 e 8 %, para evitar efeitos negativos sobre os parâmetros de consumo de ração e posteriormente na taxa de postura. Para a variável peso do ovo não houve alteração entre os tratamentos, que pode ser justificado pela falta de modificação no consumo de ração. Cotrina (2016), encontrou resultado diferente, em seu estudo foi observado que maior adesão de DDG (20%), influiu em maior peso. Para os parâmetros qualidade externa de ovos apenas resistência de casca e gravidade específica apresentaram significância com a inclusão do DDG dietético como consta na tabela 6.

Tabela 6. Qualidade externa de ovos em função de níveis de DDG na ração

Níveis de inclusão (%)	P OVO (g)	PCA (g)	%CA	GE (cm ³)	EMCA (cm)	RCA (N)
0	61,6	6,1	9,9	1085	0,38	48,3
2	63,6	6,0	9,5	1085	0,37	37,8
4	62,7	6,2	9,9	1085	0,40	40,2
6	63,1	6,1	9,6	1083	0,36	42,3
8	62,4	6,1	9,9	1086	0,38	42,1
EPM	0,28	0,03	0,05	0,34	0,001	0,49
P-VALOR LINEAR	0,58	0,49	0,78	0,72	0,89	0,72
P-VALOR QUADRÁTICO	0,07	0,08	0,12	0,05	0,59	0,05

P OVO-Peso do ovo; PCA: Peso da casca; %CA: Porcentagem de casca; GE: Gravidade específica; EMCA: Espessura média de casca; RCA: Resistência da casca; EPM: Erro padrão da média.

Gravidade específica e resistência de casca apresentaram comportamento quadrático ($P<0,05$). Esse fato indica que a inclusão de DDG afeta positivamente na qualidade de casca dos ovos, visto que, os testes são feitos para observar esses parâmetros. Quando observado pela

estatística descritiva, 0% de DDG apresentou o menor peso de ovo e espessura de casca, esses fatores podem interferir sobre a gravidade e resistência, visto que ovos com maior espessura de casca apresentam melhores resultados para gravidade e resistência. Os efeitos obtidos discordam dos de Cheon *et al.* (2008), que afirma que o DDG não afeta significativamente as características externas dos ovos.

Espessura média e porcentagem de casca não apresentaram comportamento linear e nem quadrático. Abd El Hack (2017), encontrou significância para esses padrões em uma dieta contendo 6% de DDG. Assim como, Jiang *et al.* (2013), que relatou que a espessura de casca ampliou linearmente com a inclusão do DDG.

Na qualidade interna dos ovos, peso e porcentagem de albúmen foram significativos ($P < 0,05$), com o nível de inclusão a 2%, quando contraposto ao nível sem adição de DDG.

Tabela 7. Qualidade interna de ovos em função de níveis de DDG na ração

Níveis de inclusão (%)	PG	%G	PA	%A	C	HA	UH
0	16,7	27,2	38,7	62,8	4,3	8,9	94
2	16,8	26,5	40,7*	63,9*	4,4	8,6	91,8
4	16,9	27	39,5	63,0	4,5	8,5	91,3
6	17,1	27,1	39,9	63,1	4,6	8,8	92,8
8	16,5	26,5	39,6	63,4	4,2	8,9	93,6
EPM	0,10	0,13	0,21	0,14	0,05	0,28	0,3
P-VALOR LINEAR	0,91	0,49	0,54	0,49	0,66	0,98	0,75
P-VALOR QUADRÁTICO	0,18	0,81	0,67	0,08	0,017	0,002	0,21

PG: Peso da gema; % G: Porcentagem de gema; PA: Peso do albúmen; % A: Porcentagem de albúmen; C: Coloração da gema; HA: Altura de Albúmen; U.H: Unidade Haugh; EPM: Erro padrão da média; *Significativo pelo teste de Dunnett($P < 0,05$).

Sun (2011), relata que o DDG pode ter efeito positivo na manutenção do estado físico da albumina, o que pode explicar o fato do nível a 2% se diferir do sem o componente. Coloração de gema de ovo e altura de albúmen apresentaram efeito quadrático. O efeito positivo na coloração de gema, pode ser explicado pelo elevado teor de carotenoides encontrados no co-produto, visto que durante a fermentação do DDG a concentração de xantofilas pode ser de até 3 vezes mais que do grão de milho. As demais variáveis analisadas não apresentaram grau de significância ($P > 0,05$).

5. CONCLUSÃO

Com isso, pode-se considerar o DDG de milho como um alimento alternativo para aplicação nas dietas de poedeiras, já que é capaz de atender as demandas de energia e proteína das aves, além disso, podem ser inclusos em níveis de até 8 % sem interferir no desempenho das aves e na qualidade de ovos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABD EL-HACK, Mohamed E. *et al.* Use of maize distiller's dried grains with solubles (DDGS) in laying hen diets: trends and advances. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 10, n. 11, p. 690-707, 2015.

ABD EL-HACK, M. E. *et al.* Improving productive performance and mitigating harmful emissions from laying hen excreta via feeding on graded levels of corn DDGS with or without *Bacillus subtilis* probiotic. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 101, n. 5, p. 904-913, 2017.

BERNARDES, Victor Hugo Xavier *et al.* Etanol a partir do milho: processo produtivo e questões ambientais. 2023. 57 p. Trabalho de conclusão de curso-Graduação em Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

BITTENCOURT, Tatiana Marques. Grãos secos de destilaria de milho na alimentação de aves poedeiras. 2018. 61 p. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

BIZUCA, Raissa Rodrigues de Souza. Etanol de milho e seu coproduto DDG na nutrição de bovinos terminados em confinamento. 2020. 34 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia), Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2020.

CASTIBLANCO, F. *et al.* Efecto de niveles de inclusión de granos secos de destilería con solubles (DDGS) en la productividad y calidad del huevo de gallinas ponedoras Hy-Line Brown®. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 55, n. 4, p. 391-402, 2021.

CHEON, Y. J. *et al.* Effects of corn distiller's dried grains with solubles on production and egg quality in laying hens. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 21, n. 9, p. 1318-1323, 2008.

CORASSA, Anderson *et al.* Uso de DDGS de milho para suínos: uma breve revisão. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 17, n. 2, p. 157, 2018.

CORASSA, Anderson *et al.* Viability of Brazilian distillers dried grains with solubles for pigs. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 1159-1174, 2021.

CORTES-CUEVAS, A. *et al.* Effect of feeding low-oil DDGS to laying hens and broiler chickens on performance and egg yolk and skin pigmentation. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 17, p. 247-254, 2015.

COTRINA, Elmer Sopla. Efecto del DDGS (granos secos de destilería con solubles) sobre los parámetros productivos y la calidad de huevos en gallinas Lohmann Brown-Classic. 2016. 68 p. Trabajo de graduación (Graduación em Ingeniería Zootecnista), Facultad de ingeniería zootecnista, agronegocios y biotecnología, Chachapoyas-Perú, 2016.

CRESWELL, D. C. DDGs: Benefits and limitations. **Asian Poult. Mag**, p. 22-24, 2006.

DENIZ, G. *et al.* Effects of feeding corn distiller's dried grains with solubles with and without enzyme cocktail supplementation to laying hens on performance, egg quality, selected manure parameters, and feed cost. **Livestock Science**, v. 152, n. 2-3, p. 174-181, 2013.

DIAS, Kelly MM *et al.* Research Note: Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy and standardized ileal amino acid digestibility determination of high-protein dried distiller's grains and corn bran with solubles for broilers. **Poultry Science**, v. 102, n. 7, p. 102757, 2023.

FASSANI, Edison Jose; ABREU, Matheus Terra; SILVEIRA, Moara Marina Belo Matos. Coloração de gema de ovo de poedeiras comerciais recebendo pigmentante comercial na ração. **Ciência animal brasileira**, v. 20, p. e-50231, 2019.

FRIES-CRAFT, Krysten; BOBECK, Elizabeth A. Evaluation of a high-protein DDGS product in broiler chickens: performance, nitrogen-corrected apparent metabolisable energy, and standardised ileal amino acid digestibility. **British poultry science**, v. 60, n. 6, p. 749-756, 2019.

GARCIA, Simone. DDGS na nutrição de bovinos de corte. **AgroANALYSIS**, v. 40, n. 11, p. 30-31, 2020.

HUANG, J. F. *et al.* Effects of corn distiller's dried grains with soluble on the productive performance and egg quality of Brown Tsaiya Duck layers. **Personal communication with YK Chen. agape118@sonet.net.tw**, 2006.

KIM, Youngmi *et al.* Composition of corn dry-grind ethanol by-products: DDGS, wet cake, and thin stillage. **Bioresource technology**, v. 99, n. 12, p. 5165-5176, 2008.

JIANG, Wen; ZHANG, Licong; SHAN, Anshan. The effect of vitamin E on laying performance and egg quality in laying hens fed corn dried distillers grains with solubles. **Poultry science**, v. 92, n. 11, p. 2956-2964, 2013.

Lopes, L. F., Mascarenhas Santos, M. do S., & Batistote, M. (2022). A produtividade de milho no brasil e avaliação do tratamento granulométrico para a produção de etanol. **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do Tocantins**, 9(2), 107–116. <https://doi.org/10.20873/uftv9-11103>.

LUMPKINS, B.; BATAL, A.; DALE, N. Use of distillers dried grains plus solubles in laying hen diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 14, n. 1, p. 25-31, 2005.

MASA'DEH, M. K.; PURDUM, S. E.; HANFORD, K. J. Dried distillers grains with solubles in laying hen diets phosphorus. **Poultry science**, v. 90, n. 9, p. 1960-1966, 2011.

MELO, Henrique Teixeira. Uso de subprodutos na nutrição animal. 2021. 43 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2021.

MOSIER, N. S.; KLEIN, E. I. How fuel ethanol is made from corn. In: (2nd. Ed.) *Bioenergy: Biomass to Biofuels and Waste to Energy*. **Academic Press**, p. 539-544, 2020.

MOREIRA, Marcelo melo ramalho; ARANTES, Sofia marques. Análise socioeconômica e ambiental da produção de etanol de milho no centro oeste brasileiro. **INPUT, São Paulo**, 2018.

OLUKOMAIYA, Oladapo *et al.* Solid-state fermented plant protein sources in the diets of broiler chickens: A review. **Animal Nutrition**, v. 5, n. 4, p. 319-330, 2019.

PROCÓPIO, Diego Pierotti *et al.* Desempenho e risco econômico da substituição parcial de grãos secos de destilaria de milho na dieta de galinhas poedeiras. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 15, n. 4, p. 1-11, 2022.

QUEIROZ, Livya Stefane Borges. Limitações de uso do DDG e DDGS em rações de aves. *Agroceres multimix*, 2020. disponível em: <https://agroceresmultimix.com.br/blog/limitacoes-de-uso-do-ddg-e-ddgs-em-racoes-de-aves/> .acesso em: 05/03/2024.

RFA, Renewable fuels association.2024. World fuel ethanol production by region. Disponível em: <https://ethanolrfa.org/markets-and-statistics/annual-ethanol-production>. acesso:09/03/2024.

ROBERSON, K. D. *et al.* Effect of corn distiller's dried grains with solubles at various levels on performance of laying hens and egg yolk color. **International Journal of Poultry Science**, v. 4, n. 2, p. 44-51, 2005.

RIBEIRO, Laura Márcia Lima. Etanol de milho: Processo produtivo e contexto atual do mesmo no Brasil. 2023. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

ROSSETO, R. E., de Souza Madalena, L. C., de Oliveira, A. F., Chang, P., Primieri, B. F., Frigo, E. P., & Santos, R. F. (2017). Panorama do etanol brasileiro. **Acta Iguazu**, 6(5), 13-22.

SUN, Hongyu *et al.* Effects of increasing concentrations of corn distillers dried grains with solubles on the egg production and internal quality of eggs. **Poultry science**, v. 91, n. 12, p. 3236-3246, 2012.

SWIĄTKIEWICZ, S.; KORELESKI, J. The use of distillers dried grains with solubles (DDGS) in poultry nutrition. **World 's Poultry Science Journal**, v. 64, n. 2, p. 257-266, 2008.

SWIĄTKIEWICZ, S. *et al.* Efficacy of feed enzymes in pig and poultry diets containing distillers dried grains with solubles: a review. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 100, n. 1, p. 15-26, 2016.

SANTOS, Pedro Henrique de Sousa. Panorama atual da produção de bioetanol no Brasil e no mundo. 2021. 67 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Energia) —Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

SCHONE, R. A.; Nunes, R. V., Frank, R.; Eyng, C., & Castilha, L. D. (2017). Distiller's dried grains with solubles (DDGS) in feed for broilers (22-42 days). **Ciência Agrônômica**, Vol. 48, No. 3, 548-557 ref. 19, 2017.

SILVA, B. C. R.; TON, A. P. S.; MORENO, F. L. V.; FREITAS, L. W. de. Use of corn ethanol co-product in poultry feed: Review. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 4, p. e15510413891, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i4.13891. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13891>. Acesso em: 12 mar. 2024 .

SILVA, RAP et al. Estudo da degradação de resíduos do cultivo de milho para a produção de etanol de segunda geração. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 3, p. 1089-1094, 2015.

SHIN, H. S. et al. Effect of feeding duration of diets containing corn distillers dried grains with solubles on productive performance, egg quality, and lutein and zeaxanthin concentrations of egg yolk in laying hens. **Poultry Science**, v. 95, n. 10, p. 2366-2371, 2016.

UNEM, União Nacional do Etanol de Milho.2024. Disponível em <https://etanoldemi-lho.com.br/2023/03/07/unem-projeta-alta-de-etanol-de-milho/#:~:text=Unem%20apresenta%20ddos>. Acesso em 06 Mar 2024.

USDA, United States Department of Agriculture. 2024. Disponível em <https://usdabrazil.org.br/relatorios/>. Acesso em 09 Fev 2024.

VEIGA, Alex Garcia Castilho. Comportamento ingestivo de bovinos confinados alimentados com grãos úmidos de destilaria. 2019, 40 p. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista-UNESP, Botucatu,2019.

VIDAL, Maria de Fátima. Agroindústria: Etanol. Fortaleza: BNB, ano 8, n.306, out. 2023. Caderno Setorial Etene.

Vieira, L. C.; Vieira, D. J. C.; Grazziotin, R. C. B., Poletti, G.; Viegas, J.; Perottoni, J.; & Bermudes, R. F. Utilização de DDG e WDG na nutrição de ruminantes. **Zootecnia de precisão: Desafios e aplicações**. ed. Científica digital. 2021. cap. 12. p.151-169.Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/articles/code/211106630>. acesso:01 Mar. 2024.